

Мария Николаевна КАЗАНЦЕВА<sup>1</sup>

Маргарита Михайловна СПАСИБОВА<sup>2</sup>

УДК 630.232

## РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КЕДРА СИБИРСКОГО (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) В ПОСАДКАХ ДЕНДРАРИЯ СИБИРСКОЙ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

<sup>1</sup> кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и генетики, Институт биологии, Тюменский государственный университет; ведущий научный сотрудник, Институт проблем освоения Севера, Тюменский научный центр СО РАН  
mnkasantseva@yandex.ru

<sup>2</sup> магистрант кафедры экологии и генетики, Институт биологии, Тюменский государственный университет  
vizeanastasiya@yandex.ru

### Аннотация

Кедр сибирский, или сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) — одна из основных лесообразующих пород сибирской тайги; леса с преобладанием этой породы занимают в России десятки млн га. Кедр сибирский имеет большое хозяйственное значение как источник ценной древесины, а также семян (кедровых орехов) — важного пищевого, кормового и лекарственного ресурса. В лучших условиях роста спелый кедровник формирует запас древесины 400-500 м<sup>3</sup>/га и может давать урожаи орехов по 500-600 кг с 1 га. Однако для большинства кедровников равнинной тайги Западной Сибири характерна высокая густота древостоев, в результате чего они имеют гораздо меньшие показатели продуктивности древесины, более низкие и нестабильные урожаи ореха. Повысить продуктивность кедровников возможно за счет прореживания насаждений на стадии молодняков либо создания искусственных посадок кедра — лесных культур.

---

**Цитирование:** Казанцева М. Н. Рост и продуктивность кедра Сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в посадках дендрария Сибирской лесной опытной станции / М. Н. Казанцева, М. М. Спасибова // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2018. Том 4. № 3. С. 94-107.  
DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-94-107

В статье рассматриваются особенности роста и продуктивности кедра сибирского в разных вариантах лесных культур на территории дендрария Сибирской лесной опытной станции г. Тюмени. В первом варианте используется принцип создания кедрсада — редкого размещения деревьев по площади. Два других варианта имитируют процессы естественного формирования кедровников. Один из них представлен насаждением с высокой густотой посадки, в другом посадка саженцев производилась под кронами спелого березового леса. Показано, что рост и продуктивность кедра в расчете на одно среднее дерево заметно выше в первом варианте культур. В то же время продуктивность кедровников в расчете на 1 га максимальна в загущенных посадках, что объясняется большим количеством деревьев, приходящихся на единицу площади. Кедр, высаженный под пологом леса, значительно отстает от других вариантов в росте и развитии.

#### Ключевые слова

Кедр сибирский (*Pinus sibirica*), лесные культуры, рост, продуктивность.

DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-94-107

#### Введение

Кедр сибирский часто именуется царем сибирской тайги за его красоту, величие и выдающиеся качества, используемые в хозяйственной деятельности человека. Кедровые леса — это среда обитания многих промысловых зверей и птиц, источник высококачественной древесины, кедрового ореха и других недревесных растительных ресурсов.

Леса с участием кедра имеют преимущественное распространение в таежной зоне Сибири, их общая площадь составляет на территории России 40–45 млн га. Ареал кедра занимает северо-восток европейской части страны, Средний и Северный Урал, Западную и Восточную Сибирь [9].

Общий запас кедровой древесины в таежных лесах России составляет около 8 млрд м<sup>3</sup>. В оптимальных экологических условиях южной тайги и горных лесов Алтая и западного Саяна продуктивность кедровых древостоев может достигать 400–500 кг/га, а урожаи семян составляют здесь 500–600 кг/га [9, 11].

Семена (орехи) кедра сибирского имеют высокое пищевое, кормовое и лекарственное значение. Они содержат 60–70% масла, не уступающего по качеству оливковому, до 20% белка, около 12% углеводов, богатый набор витаминов, макро- и микроэлементов. Еще во времена Ивана Грозного Сибирь являлась крупнейшим поставщиком кедровых орехов в Персию, Китай, Швецию и другие страны [10, с. 150–152].

Кедровые леса равнинной тайги Западной Сибири, как правило, отличаются высокой густотой древостоев. Это негативным образом сказывается на процессах роста и развития деревьев, является причиной низких урожаев орехов. Сформировать более продуктивные кедровники возможно за счет изреживания естественных насаждений на стадии молодняков либо создания искусственных посадок кедра [8, 13–15, 17].

Опыт создания высокопродуктивных кедровников из естественных лесных насаждений имеет свою историю. Испокон веков жители сибирской тайги ухаживали за кедровыми лесами, расположенными рядом с поселками, вырубая погибшие и ослабленные экземпляры кедра и деревья других пород. В результате формировались почти чистые кедровники со свободным размещением деревьев по площади, которые имели мощные кроны и давали регулярные высокие урожаи ореха. Урожайность семян таких кедровников может достигать 110-780 кг/га. Это в 2-3 раза больше лучших показателей кедровых лесов равнинной тайги Западной Сибири [19].

Принцип формирования припоселковых кедровников был положен в основу создания кедросадов — искусственных насаждений кедра, в которых деревья располагаются на большом расстоянии друг от друга. Это позволяет снизить конкуренцию между деревьями уже на ранних этапах формирования кедровника и дает им возможность быстро сформировать мощную крону — залог будущих урожаев.

### Материалы и методы исследований

В 1983 г. в дендрарии Сибирской (в то время — Тюменской) лесной опытной станции (ЛОС) Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ) были созданы культуры кедра сибирского в разных вариантах. Первый вариант создавался по принципу кедросада, со свободным размещением деревьев по площади. Расстояния между саженцами в рядах составляют 5 м, в междурядьях — 4 м.

Два других варианта имитировали процесс формирования кедровников в естественных условиях. В одном из них использовалась посадка деревьев с высокой густотой, при которой на выживаемость деревьев сильное влияние оказывает внутривидовая конкуренция. Расстояние между кедром в рядах при закладке культур составляло 0,5 м, в междурядьях — 1,5 м. Однако со временем в результате отпада тонкомерных экземпляров на этом участке произошло естественное изреживание насаждения.

Третий вариант представляет собой культуры кедра, созданные под пологом спелого березового леса. Средняя высота древесного яруса (березы) на этом участке 30 м, сомкнутость крон — 70-80%. Кроме того, имеется густой кустарниковый подлесок. В этих условиях молодые деревья кедра испытывают жесткую конкуренцию со стороны древесной и кустарниковой растительности [5]. Все культуры были созданы четырехлетними саженцами кедра из питомника г. Челябинска.

Материал, использованный в данной работе, был собран летом 2015 г. на трех пробных площадях (ПП) в разных вариантах культур [16]. Краткая характеристика этих площадей дана в таблице 1.

На всех участках были оценены морфометрические показатели деревьев и их жизненное состояние по оценочной шкале из трех параметров:

- дерево находится в хорошем состоянии (хор.);
- состояние дерева удовлетворительное (уд.);
- дерево погибло или усыхает (погиб.).

Для оценки хода роста деревьев и величины годичных приростов у 10 деревьев кедр на каждом участке с помощью бурава Пресслера были взяты керны древесины. Ширина годичных колец определялась с помощью бинокулярной лупы с окуляр-микрометром.

Таблица 1

Table 1

## Характеристика пробных площадей

## Characteristics of sample plots

| Пробные площади | Вариант культур | Площадь, га | Густота посадки кедр, шт/га |
|-----------------|-----------------|-------------|-----------------------------|
| ПП № 1          | кедросад        | 0,12        | 970                         |
| ПП № 2          | загущенные      | 0,05        | 10 000                      |
| ПП № 3          | подпологовые    | 0,05        | 420                         |

Средний объем ствола деревьев устанавливался по лесотаксационным таблицам [4]. Биологическая продуктивность деревьев оценивалась по количеству произведенной ими массы стволовой древесины, в абсолютно сухом состоянии. Для перевода объемных показателей в весовые были использованы конверсионные коэффициенты, приводимые в сводке В. А. Алексева и Р. А. Бердси [1]. В соответствии с этим же источником, количество углерода, депонированного в стволах деревьев, принималось как 50% от массы древесины.

Помимо производства материальных ценностей кедр, как и любой другой вид растений, выполняет важные экосистемные функции. Одной из них является участие в поддержании баланса газов в атмосфере за счет ассимиляции углекислого газа и выделения кислорода в процессе фотосинтеза. Количество поглощенного углерода пропорционально связано с количеством произведенной фитомассы. Это позволяет использовать показатели продуктивности для оценки роли растений в углеродном бюджете территорий различного масштаба [7]. Известно, что при создании 1 т сухого органического вещества растения поглощают 1,83 т углекислого газа и выделяют 1,4 т кислорода [2]. Это позволило количественно оценить вклад деревьев из разных вариантов культур в регулировании баланса газов в атмосфере.

Биологическая продуктивность лесного насаждения может иметь и экономическую оценку, основанную на стоимости углерод-депонирующей функции деревьев. Такая оценка отдельных деревьев и насаждений кедр на пробных площадях была проведена по методике, предложенной А. Захари [6]. В качестве средней мировой стоимости поглощения 1 т CO<sub>2</sub> приняты 10 \$ по курсу ЦБ России на дату проведения оценки (613 руб/т) [18].

Показатели семеношения деревьев определялись во второй половине лета, глазомерно и с использованием бинокля. После опадания часть шишек была собрана для проведения морфометрических измерений.

Статистическая обработка данных проведена с использованием программ Excel и Statan [3].

### Результаты и обсуждение

Результаты натурного обследования деревьев показали, что их физиологическое состояние существенно различается на разных участках (рис. 1, таблица 2). По всем изученным морфометрическим показателям различия между разными вариантами культур являются достоверными ( $p < 0,01$ ).

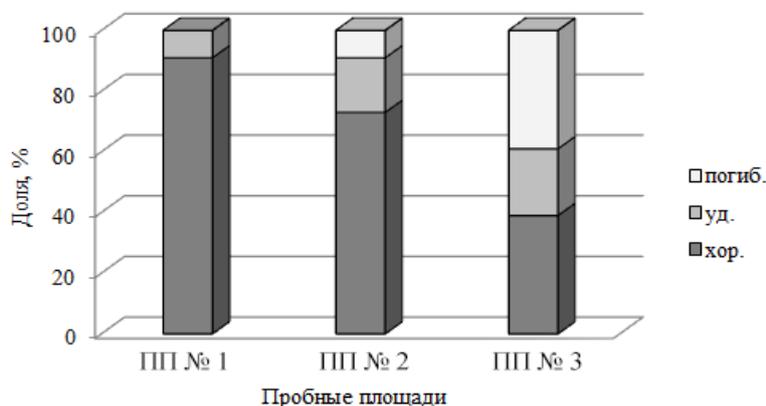


Рис. 1. Доля деревьев разных категорий на пробных площадях

Fig. 1. The share of trees of different categories in sample plots

Таблица 2

Table 2

Средние морфологические показатели деревьев

Average morphological parameters of trees

| Показатели             | ПП № 1                         |       | ПП № 2                         |       | ПП № 3                         |       |
|------------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
|                        | $\bar{X} \pm m^*$<br>min-max** | CV*** | $\bar{X} \pm m^*$<br>min-max** | CV*** | $\bar{X} \pm m^*$<br>min-max** | CV*** |
| Диаметр ствола, см     | $15,3 \pm 0,6$<br>10,8...32,5  | 36,4  | $10,7 \pm 0,3$<br>7,0...19,8   | 35,6  | $4,9 \pm 0,3$<br>3,5...11,8    | 24,9  |
| Высота ствола, м       | $6,6 \pm 0,2$<br>4,5...9,9     | 25,0  | $6,1 \pm 0,2$<br>2,0...12,0    | 31,3  | $2,7 \pm 0,1$<br>1,5...4,0     | 22,5  |
| Диаметр кроны, м       | $5,2 \pm 0,2$<br>3,3...7,7     | 27,2  | $4,2 \pm 0,1$<br>2,0...7,7     | 33,1  | $2,7 \pm 0,1$<br>1,3...3,4     | 20,7  |
| Протяженность кроны, м | $6,2 \pm 0,2$<br>4,2...9,6     | 26,3  | $4,0 \pm 0,2$<br>1,1...10,4    | 53,3  | $2,1 \pm 0,2$<br>1,3...3,6     | 39,2  |

Примечание: \* — среднее значение показателя с ошибкой; \*\* — размах абсолютных значений показателя; \*\*\* — коэффициент вариации, %.

Note: \* — the average value of the indicator with an error; \*\* — the magnitude of the absolute values of the indicator; \*\*\* — coefficient of variation, %.

На пробной площади № 1, заложенной по принципу кедрсада, подавляющее большинство деревьев находится в хорошем жизненном состоянии: стволы деревьев прямые, без повреждений, крона симметричная, хорошо развита, ее протяженность составляет почти 95% от общей высоты ствола. Деревья, имеющие какие-либо дефекты и отнесенные в категорию удовлетворительных, составляют менее 10% от их общего количества. К этой категории относятся и кедр с повреждениями антропогенной природы, пострадавшие от несанкционированных рубок в зимний период, а также от проводившихся здесь ранее регулируемых весенних палов для удаления сухой травы.

В загущенных культурах (ПП № 2), где между деревьями идет жесткая конкурентная борьба, доля кедров с признаками угнетения в два раза больше, чем на ПП № 1. Часть тонкомерных экземпляров уже выпала, 9% деревьев в настоящее время усыхает. Стволы в нижней части очищены от ветвей. Средняя протяженность живой части кроны составляет 65,5% от высоты ствола. Для этой площади характерна очень большая разница между деревьями по высоте — 10 м. Такая картина обычна для загущенных насаждений и объясняется жесткой конкуренцией за условия освещенности. Отдельные, физиологически хорошо развитые кедр, растущие по периферии участка, по высоте превосходят даже наиболее крупные деревья кедрсада и имеют развитый ассимиляционный аппарат.

В подпологовых культурах (ПП № 3) деревья существенно отстают в росте. Они почти в 2,5 раза ниже деревьев кедрсада и в 2,3 раза ниже кедров из загущенных культур. По диаметру ствола различия с кедрсадом еще более существенные — в 3,1 раза, с ПП № 2 — только в 2,2 раза. Кроны деревьев узкие, редкие. Здесь уже погибли или находятся в стадии усыхания более одной трети кедровых деревьев.

Лучшие стартовые условия определяют более высокие темпы роста деревьев на ПП № 1 по сравнению с другими вариантами культур. Все варианты достоверно отличаются друг от друга по показателю среднего многолетнего радиального прироста древесины ствола при  $p < 0,001$  (таблица 3).

Таблица 3

Table 3

**Средний прирост деревьев в толщину на пробных площадях**

**The average growth of trees in thickness on sample plots**

| Прирост, мм | Пробные площади |                |                |
|-------------|-----------------|----------------|----------------|
|             | ПП № 1          | ПП № 2         | ПП № 3         |
| $X \pm m^*$ | $3,4 \pm 0,07$  | $2,3 \pm 0,07$ | $1,1 \pm 0,03$ |
| min-max**   | 2,6...4,2       | 1,8...3,4      | 0,5...1,3      |
| CV***       | 12,5            | 15,4           | 16,7           |

Примечание: \* — среднее значение показателя с ошибкой; \*\* — размах абсолютных значений показателя; \*\*\* — коэффициент вариации, %.

Note: \* — the average value of the indicator with an error; \*\* — the magnitude of the absolute values of the indicator; \*\*\* — coefficient of variation, %.

Деревья на пробной площади № 1 на протяжении всей жизни имели более высокие годовичные радиальные приросты по сравнению с другими вариантами культур (рис. 2).

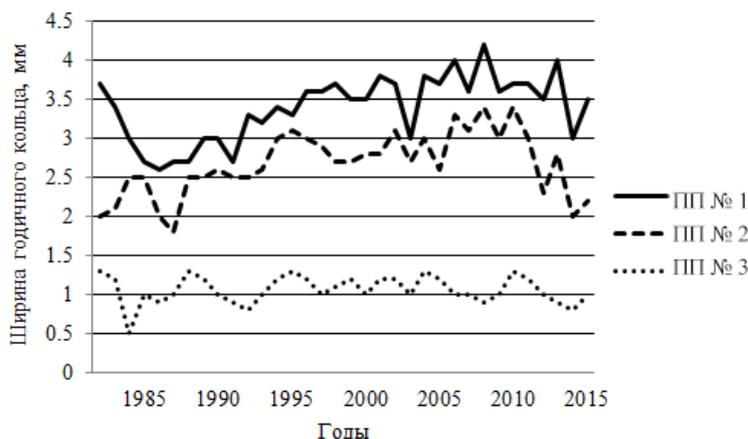


Рис. 2. Радиальный прирост деревьев кедра в разных вариантах культур

Fig. 2. Radial growth of cedar trees in different variants of cultures

Кедры на ПП № 2 стабильно отстают от них по этому показателю, хотя и не очень существенно. Можно предположить, что по мере развития насаждения и ужесточения конкуренции это отставание будет только расти. На ПП № 3 рост деревьев в значительной степени угнетен верхним древесным пологом из березы и густым кустарниковым подлеском. Однако нужно отметить, что в целом рост кедров в толщину здесь более стабилен, изменчивость величины годовичных приростов ниже. Возможно, верхние ярусы леса, сглаживая колебания погодных факторов, обеспечивают более постоянные условия среды обитания для кедров.

С ростом деревьев тесно связан показатель их продуктивности, т. е. способности производить органическое вещество. Продуктивность деревьев позволяет судить об их биосферной роли в связывании и депонировании атмосферного углерода в процессе фотосинтеза. Этот показатель был оценен нами через объем стволовой древесины, произведенной одним деревом в среднем в течение жизни, а также всем насаждением в целом в каждом из вариантов культур (таблица 4).

По массе стволовой древесины и количеству депонированного в ней углерода одно среднее дерево кедросада в 2,3 раза опережает показатель загущенных культур и в 7 раз — подпологовых. Однако в расчете на 1 га ситуация меняется в пользу культур на ПП № 2, которые за один и тот же период времени (в течение жизни — 36 лет) произвели в 4,4 раза большее количество стволовой древесины, чем кедросад, и в 71,4 раза больше, чем подпологовые культуры, за счет высокой плотности деревьев на единицу площади. Пропорционально этим показателям оценивается и вклад деревьев из разных вариантов культур в

регулирование ими газового состава атмосферы — связывание углекислого газа и выделение кислорода (рис. 3 и 4).

Таблица 4

Показатели продуктивности деревьев на пробных площадях

Table 4

Tree productivity indicators on sample plots

| Показатели*                           | Пробные площади |        |        |
|---------------------------------------|-----------------|--------|--------|
|                                       | ПП № 1          | ПП № 2 | ПП № 3 |
| Объем ствола 1 дерева, м <sup>3</sup> | 0,07            | 0,03   | 0,01   |
| Число деревьев на 1 га, шт.           | 970             | 10 000 | 420    |
| Запас насаждения, м <sup>3</sup> /га  | 67,9            | 300    | 4,2    |
| Масса 1 ствола, кг                    | 36,5            | 15,7   | 5,2    |
| Продуктивность насаждений, т/га       | 35,4            | 157    | 2,2    |
| Масса углерода 1 ствола, кг           | 18,3            | 7,9    | 2,6    |
| Масса углерода насаждений, т/га       | 17,7            | 78,5   | 1,1    |

Примечание: \* — масса древесины приводится в абсолютно сухом состоянии.

Note: \* — the mass of wood is in absolutely dry condition.

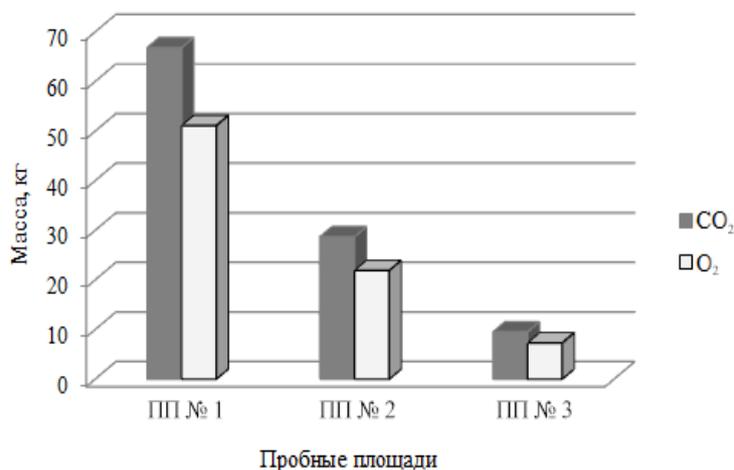


Рис. 3. Количество поглощенного углекислого газа и выделенного кислорода одним деревом кедра в течение жизни, кг

Fig. 3. The amount of absorbed carbon dioxide and oxygen released by a single cedar tree during life, kg

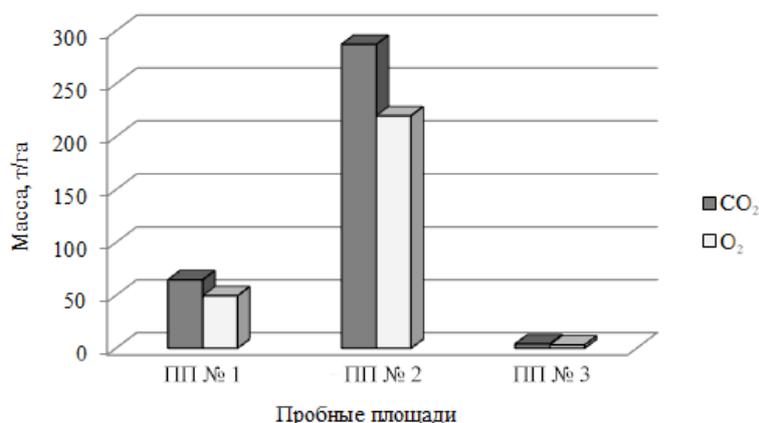


Рис. 4. Валовое количество поглощенного углекислого газа и выделенного кислорода деревьями кедра в расчете на 1 га в течение жизни, т

Fig. 4. Gross amount of absorbed carbon dioxide and oxygen released by cedar trees per hectare during life, t

В таблице 5 представлена стоимостная (экономическая) оценка углерод-депонирующей функции деревьев на пробных площадях. Несмотря на лучшие показатели одного среднего дерева кедросада, максимальное экономическое значение на данном этапе имеют культуры на ПП № 2. Удельная стоимостная оценка депонирования ими углекислого газа в расчете на 1 га за все время существования насаждения составила более 1,5 млн руб. по ценам 2015 г.

Таблица 5

Стоимостная оценка углерод-депонирующей функции деревьев на пробных площадях

Table 5

The valuation of the carbon-depositing function of trees in sample plots

| Пробные площади | Стоимость депонирования CO <sub>2</sub> |                                |                           |
|-----------------|---|--------------------------------|---------------------------|
|                 | Одним деревом в течение жизни, руб.     | Насаждением, в расчете на 1 га |                           |
|                 |   | В течение года, тыс. руб.      | В течение жизни, млн руб. |
| ПП № 1          | 40,9                                    | 1,103                          | 0,397                     |
| ПП № 2          | 17,6                                    | 48,921                         | 1,761                     |
| ПП № 3          | 5,8                                     | 0,685                          | 0,002                     |

Начало плодоношения и общая урожайность кедровников определяются степенью развития деревьев в них. В лесах таежной зоны, отличающихся высокой полнотой насаждений, кедр сибирский начинает давать первые урожаи семян в возрасте 50-70, а иногда и 100 лет. В культурах, где деревья изначально разрежены, благоприятные стартовые условия значительно ускоряют процесс их созревания и начало вступления

в генеративный период. Они начинают давать первый урожай ореха в 20-25 лет. Иногда отмечается и более раннее семеношение — в возрасте 14-15 лет [12].

Кедры на ПП № 1 и отдельные деревья на ПП № 2 дали первые шишки в возрасте 25-30 лет. В подпологовых культурах урожаев шишек до настоящего времени не наблюдалось. В год обследования на ПП № 1 шишки имели 52% деревьев, в загущенных культурах — только 5% кедров, находящихся в условиях оптимального освещения — по краю участка. Разница между участками по количеству шишек, сформированных одним средним семеносящим деревом, незначительна (рис. 5). Но в расчете на одно среднее дерево число шишек в кедрсаду в 11 раз больше, чем в загущенных посадках.

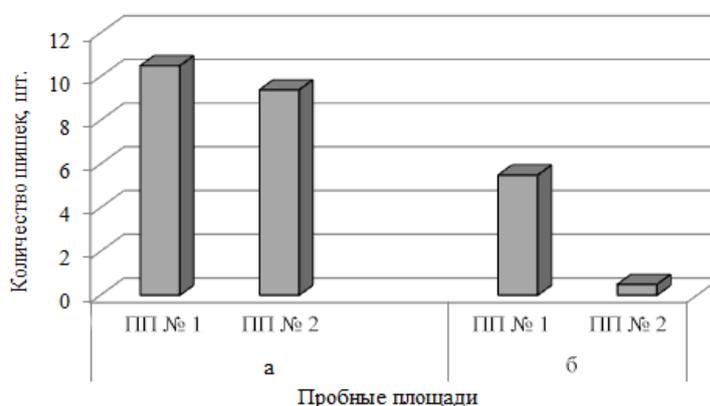


Рис. 5. Среднее количество шишек на одном семеносящем дереве (а) и на одном среднем дереве (б) на пробных площадях, шт.

Fig. 5. The average number of cones on one seed-bearing tree (a) and on one middle tree (б) on sample plots, pcs.

Средние морфометрические показатели шишек на ПП № 1 (длина — 57,4 мм, диаметр — 35,5 мм) несколько выше, чем на ПП № 2 (длина — 56,5 мм, диаметр — 34,8 мм), но различия статистически не подтверждаются.

### Заключение

Деревья кедр в культурах, созданных по принципу кедрсада, отличаются лучшей продуктивностью, дают более ранние урожаи шишек и обладают более высокой ассимиляционной эффективностью по сравнению с кедром из других изученных вариантов культур. В то же время продуктивность кедровников в расчете на 1 га максимальна в загущенных культурах, что объясняется большим количеством деревьев на единицу площади. Кедр, высаженный под пологом леса, значительно отстает от других вариантов в росте и развитии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В. А. Углерод в экосистемах лесов и болот России / В. А. Алексеев, Р. А. Бердси. Красноярск: Институт леса им. В. Н. Сукачева, 1994. 224 с.

2. Воронцов А. И. Охрана природы / А. И. Воронцов, Н. З. Харитонова. М.: Наука, 1977. 408 с.
3. Гашев С. Н. Статистический анализ для биологов / С. Н. Гашев // Пакет программ STATAN-1996. Тюмень: Тюменский государственный университет, 1998. 51 с.
4. Грошев Б. И. Лесотаксационный справочник / Б. И. Грошев, П. И. Мороз, И. П. Сеперович, С. Г. Сеницын. М.: Лесная промышленность, 1973. 208 с.
5. Ермоленко П. М. Влияние древесного и травяного ярусов на подрост кедр / П. М. Ермоленко // Лесное хозяйство. 1990. № 9. С. 25-28.
6. Захари Х. Стоимостная оценка углерододепонирующей функции экосистемных ресурсов городских лесов / Х. Захари // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2017. № 49. С. 62-69.
7. Захаров А. Б. Динамика растительных сообществ Нижегородской области. Расчет эффективности депонирования углерода насаждениями, подверженными воздействию промышленных загрязнений / А. Б. Захаров // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. № 17. С. 154-156.
8. Земляной А. И. О создании кедросадов на генетико-селекционной основе в агроландшафтах Западной Сибири / А. И. Земляной // ГЕО-Сибирь — 2010: сборник материалов VI Международного научного конгресса (19-29 апреля 2010 г., Россия, Новосибирск). Новосибирск: Сибирская государственная геодезическая академия, 2010. Том 3. № 2. С. 210-214.
9. Крылов Г. В. Кедр / Г. В. Крылов, Н. К. Таланцев, Н. Ф. Козакова. М.: Лесная промышленность, 1983. 216 с.
10. Лес России: энциклопедия / под общ. ред. А. И. Уткина, Г. В. Линдемана, В. И. Некрасова, А. В. Симолина. М.: Большая Российская энциклопедия, 1995. 446 с.
11. Лесная энциклопедия: в 2-х томах / гл. ред. Воробьев Г. И. М.: Советская энциклопедия, 1985. Том 1. 563 с.
12. Некрасова Т. П. Биологические основы семеношения кедр сибирского / Т. П. Некрасова. Новосибирск: Наука, 1972. 276 с.
13. Попов П. П. Некоторые итоги опытных работ по формированию кедросадов в Тюменской области / П. П. Попов, М. Н. Казанцева, С. П. Арефьев // Леса и лесное хозяйство в Западной Сибири. 1998. № 6. С. 71-78.
14. Попов П. П. Рост и развитие семенных деревьев при формировании кедросадов / П. П. Попов, М. Н. Казанцева, С. П. Арефьев // Лесное хозяйство. 2004. № 5. С. 34-35.
15. Попов П. П. Формирование насаждений *Pinus sibirica* путем изреживания смешанных молодняков / П. П. Попов, М. Н. Казанцева, С. П. Арефьев // Растительные ресурсы. 2005. Том 41. № 3. С. 25-32.
16. Спасибова М. М. Опыт создания кедросада в дендрарии Сибирской лесной опытной станции / М. М. Спасибова, М. Н. Казанцева // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2015. № 43. С. 143-146.
17. Титов Е. В. Платационное ореховодство кедр сибирского на генетико-селекционной основе / Е. В. Титов // Лесное хозяйство. 2015. № 3. С. 24-27.
18. Центральный банк Российской Федерации. URL: <http://www.cbr.ru> (дата обращения: 11.05.2018).
19. Чижов Б. Е. Кедровые леса Западно-Сибирской равнины, хозяйство в них / Б. Е. Чижов, И. А. Бех. Пушкино: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2014. 164 с.

Mariya N. KAZANTSEVA<sup>1</sup>

Margarita M. SPASIBOVA<sup>2</sup>

UDC 630.232

**GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SIBERIAN CEDAR (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) IN THE PLANTINGS OF THE ARBORETUM, SIBERIAN FOREST EXPERIMENT STATION**

<sup>1</sup> Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, Department of Ecology and Genetics, Institute of Biology, University of Tyumen; Leading Researcher, Institute of the Problems of Northern Development, Federal Research Center, Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
mnkazantseva@yandex.ru

<sup>2</sup> Master Student, Department of Ecology and Genetics, Institute of Biology, University of Tyumen  
vizeanastasiya@yandex.ru

**Abstract**

Siberian cedar or pine cedar Siberian (*Pinus sibirica* Du Tour) is one of the main forest-forming species of the Siberian taiga; forests with a predominance of this species occupy tens of millions of hectares in Russia. Siberian cedar is of great economic importance, as a supplier of valuable timber, as well as seeds (pine nuts) — an important food, feed and medicinal resource. In the best growth conditions, the ripe cedarwood forms a reserve of wood of 400-500 m<sup>3</sup>/ha and can yield cedar nuts 500-600 kg/ha. However, the majority of taiga cedar forests in Western Siberia, due to the high density of the stands, can not fully realize their potential biological productivity, and they are characterized by the instability of cedar nuts yields by years. Increase these indicators can be through silvicultural activities conducted in natural cedar young growth or by creating forest crops.

The article analyzes the features of growth and productivity of Siberian cedar in various variants of forest cultures created in the arboretum of the Siberian Forest Experimental

---

**Citation:** Kazantseva M. N., Spasibova M. M. 2018. "Growth and Productivity of Siberian Cedar (*Pinus sibirica* Du Tour) in the Plantings of the Arboretum, Siberian Forest Experiment Station". Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, vol. 4, no 3, pp. 94-107. DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-94-107

---

Station in Tyumen. The first variant of cultures was created according to the principle of “cedar garden”, with initially a rare arrangement of trees on the area. Two other variants simulate the processes of the natural formation of cedar forests. One of them is represented by dense cedar plantings, the other is by planting cedar under the canopy of a birch forest. The results show that the growth and productivity of cedar per one average tree are the best in the first option of forest crops. At the same time, the productivity of cedar crops per hectare is highest in thickened plantations, which is explained by the large number of trees per unit area. Cedar, planted under the canopy of the forest, lags far behind other options in growth and development.

### Keywords

Siberian cedar (*Pinus sibirica*), forest crops, growth, productivity.

DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-94-107

### REFERENCES

1. Alekseev V. A., Berdsi R. A. 1994. Uglерod v ekosistemakh lesov i болот Rossii [Carbon in the Ecosystems of Forests and Marshes in Russia]. Krasnoyarsk: Institut lesa im. V. N. Sukacheva.
2. Vorontsov A. I., Kharitonova N. Z. 1977. Okhrana prirody [Protection of Nature]. Moscow: Nauka.
3. Gashev S. N. 1998. Statisticheskii analiz dlya biologov (Paket program “STATAN-1996”) [Statistical Analysis for Biologists (“STATAN-1996” Program Package)]. Tyumen: University of Tyumen.
4. Groshev B. I., Moroz P. I., Seperovich I. P., Sinitsyn S. G. 1973. Lesotaksatsionnyi spravochnik [Forest Inventory Guide]. Moscow: Lesnaya promyshlennost’.
5. Ermolenko P. M. 1990. “Vliyaniye drevesnogo i travyanogo yarusov na podrost kedra” [Influence of Woody and Grassy Tiers on Regrowth of Cedar]. Lesnoe khozyaistvo, no 9, pp. 25-28.
6. Zakhari Kh. 2017. “Stoimostnaya otsenka uglerododeponiruyushchei funktsii ekosistemnykh resursov gorodskikh lesov” [Estimating the Cost of the Carbon-Depositing Function of the Ecosystem Resources of Urban Forests]. Aktual’nye problemy lesnogo kompleksa, no 49, pp. 62-69.
7. Zakharov A. B. 2007. “Dinamika rastitel’nykh soobshchestv Nizhegorodskoi oblasti. Raschet effektivnosti deponirovaniya ugleroda nasazhdeniyami, podverzhennymi vozdeistviyu promyshlennykh zagryaznenii” [Dynamics of Plant Communities in the Nizhny Novgorod Region. Calculating the Efficiency of Carbon Deposition by Plantations Exposed to Industrial Pollution]. Aktual’nye problemy lesnogo kompleksa, no 17, pp. 154-156.
8. Zemlyanoi A. I. 2010. “O sozdaniy kedrosadov na genetiko-selektionnoi osnove v agrolandschaftakh Zapadnoi Sibiri” [On the Creation of Cedar Gardens on a Genetic Selection Basis in Agrolandscapes of Western Siberia]. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Scientific Congress “GEO-Siberia — 2010”(19-29 April,

- Novosibirsk, Russia), vol. 3, no 2, pp. 210-214. Novosibirsk: Siberian State Geodetic Academy.
9. Krylov G. V., Talantsev N. K., Kozakova N. F. 1983. Kedr [Cedar]. Moscow: Lesnaya promyshlennost'.
  10. Utkin A. I., Lindeman G. V., Nekrasov V. I., Simolin A. V. (eds.). 1995. Les Rossii: entsiklopediya [The Woods of Russia: Encyclopedia]. Moscow: Bol'shaya Rossiiskaya entsiklopediya.
  11. Vorobyev G. I. (ed.). 1985. Lesnaya entsiklopediya [Forest Encyclopedia] in 2 vols. Vol. 1. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya.
  12. Nekrasova T. P. 1972. Biologicheskie osnovy semenosheniya kedra sibirskogo [Biological Bases of Siberian Cedar Seeding]. Novosibirsk: Nauka.
  13. Popov P. P., Kazantseva M. N., Arefyev S. P. 1998. "Nekotorye itogi opytnykh rabot po formirovaniyu kedrosadov v Tyumenskoi oblasti" [Some results of experimental work on the formation of cedar gardens in the Tyumen region]. *Les i lesnoe khozyaistvo v Zapadnoi Sibiri*, no 6, pp. 71-78.
  14. Popov P. P., Kazantseva M. N., Arefyev S. P. 2004. "Rost i razvitie semennykh derev'ev pri formirovanii kedrosadov" [Growth and Development of Seed Trees in the Formation of Cedar Gardens]. *Lesnoe khozyaistvo*, no 5, pp. 34-35.
  15. Popov P. P., Kazantseva M. N., Arefyev S. P. 2005. "Formirovanie nasazhdenii *Pinus sibirica* putem izrezhivaniya smeshannykh" [The Formation of Forests of *Pinus sibirica* by Thinning of Mixed Young Stands]. *Rastitel'nye resursy*, vol. 41, no 3, pp. 25-32.
  16. Spasibova M. M., Kazantseva M. N. 2015. "Opyt sozdaniya kedrosada v dendrarii Sibirskoi lesnoi opytnoi stantsii" [Experience in Creating a Cedar Garden in the Arboretum of the Siberian Forest Experimental Station]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, no 43, pp.143-146.
  17. Titov E. V. 2015. "Plantatsionnoe orekhovodstvo kedra sibirskogo na genetiko-seleksionnoi osnove" [Plantation Production of Siberian Cedar Nuts on Genetic and Breeding Basis]. *Lesnoe khozyaistvo*, no 3, pp. 24-27.
  18. Tsentral'nyi bank Rossiiskoi Federatsii. [The Central Bank of the Russian Federation]. Accessed on 11 May 2018. <http://www.cbr.ru>
  19. Chizhov B. E., Bekh I. A. 2014. Kedrovye lesa Zapadno-Sibirskoi ravniny, khozyaistvo v nikh [Cedar Forests of the West Siberian Plain, Economy in Them]. Pushkino: VNIILM.