

## ДИНАМИКА СЕМЕНОНОШЕНИЯ СИБИРСКОЙ И ЕВРОПЕЙСКОЙ ЕЛЕЙ В КУЛЬТУРАХ НАЧАЛА ВТОРОГО КЛАССА ВОЗРАСТА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ\*

Г. Г. Терехов, Е. М. Андреева, С. К. Стеценко, Н. Н. Теринов

ФГБУН Ботанический сад УрО РАН  
Российская Федерация, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а  
E-mail: terekhov\_g\_g@mail.ru

**Аннотация.** Цель работы – изучение динамики семяношения и урожайности шишек ели разной видовой принадлежности в культурах начала второго класса возраста. Объектами исследований являлись 19–31-летние культуры елей сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в трех типах леса в южнотаежных лесах Среднего Урала. Через 12 лет после сплошной вырубki естественного возобновления и изреживания главной породы наибольший прирост ствола обоих видов елей отмечен в ельнике разнотравно-зеленомошниковом, наименьший – в ельнике-сосняке ягодниковом. Во всех типах леса объем кроны ели европейской был больше ели сибирской. После прочистки увеличение доли семеноносящих деревьев обоих видов елей отмечено с третьего года, а урожайность шишек возрастала с увеличением размера верхней части кроны. В год максимального числа семеноносящих деревьев их доля с баллами урожайности шишек 4, 5, 6 (вместе) у ели сибирской составила в Е р.-зм. 41 %, в ельнике-сосняке травяном – 61 и Е-С яг. – 63 %; у ели европейской, соответственно, 45, 43 и 45 %. На урожайность шишек существенное влияние оказывают погодные условия, длительная засуха в летние месяцы снижает число деревьев с генеративными органами и урожайность шишек. В одной шишке ели сибирской было 84–223 штук, ели европейской – 116–273 штук семян, из них доля здоровых у первой ели – 46–62 % от всех семян, у второй – 39–58 %. Общая масса здоровых семян обоих видов елей в 30-летних культурах за 2015 г. составила 4,0–6,5 кг/га. Культуры сибирской и европейской елей по высоте соответствуют I, II классам бонитета, здесь возможна организация постоянной лесосеменной базы с целью заготовки шишек (семян). Для каждого типа леса предложен конкретный метод рубок ухода.

**Ключевые слова:** культуры ели сибирской и европейской, объем кроны, семеноносящие деревья, шишки, семена.

*Conifers of the boreal area.* 2025, Vol. XLIII, No. 5, P. 52–59

## SEED PRODUCTION DYNAMICS OF SIBERIAN AND EUROPEAN SPRUCE IN FOREST CULTURES OF THE SECOND AGE CLASS BEGINNING IN THE MIDDLE URALS

G. G. Terekhov, E. M. Andreeva, S. K. Stetsenko, N. N. Terinov

Institute Botanic Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences  
202a, 8 March str., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation  
E-mail: terekhov\_g\_g@mail.ru

**Annotation.** The aim of the work is to study the dynamics of seed production and cone yield of the different species of spruce in the forest cultures of the second age class beginning. The objects of the research were 19–31-year-old cultures of Siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.) and European spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in three forest types in the southern taiga forests of the Middle Urals. Twelve years after the cutting of the all natural regeneration trees and thinning of the forest cultures, the greatest trunk growth in both species of spruce was noted in the forest type of spruce mixed grasses with green mosses and the smallest in the forest type of spruce-pine-berry. In all forest types the European spruce crown volume was larger than the Siberian spruce has. After clearing an increase of the fruit-bearing spruce trees proportion of both types was noted from the third year, and the cones yield increased with an increase in the size of the crown upper part.

In the year of the maximum number of fruit-bearing trees, their share with cones yield scores of 4.5.6 (together) in the forest type of spruce mixed grasses with green mosses was 41 % for Siberian spruce, 61 % in the forest type of spruce-pine grass, it was 63 % in the forest type of spruce-pine-berry; for European spruce, 45, 43 and 45 %, respectively.

The cone yield is significantly affected by weather conditions; prolonged drought in the summer months reduces the number of trees with generative organs and the cone yield. One Siberian spruce cone contained 84–223 seeds, while

\* Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН Ботанический сад УрО РАН по теме № 123112700125-1.

one European spruce cone contained 116–273 seeds. The share of healthy seeds from them in the first spruce was 46–62 % of all seeds, and in the second, 39–58 %. The total weight of healthy seeds of both spruce species in 30-year-old crops in 2015 was 4.0–6.5 kg/ha. Forest cultures of Siberian and European spruce have height which corresponds to I and II quality classes. It is possible to organize a permanent forest seed base here for the purpose of harvesting cones (seeds). A specific method of thinning for each forest type is proposed.

**Keywords:** Siberian and European spruce forest cultures, crown volume, fruit-bearing trees, cones, seeds.

## ВВЕДЕНИЕ

Еловые леса на Евразийском континенте, занимаемая в бореальной зоне непрерывную обширную территорию, имеют высокое экологическое и хозяйственно-экономическое значение [1–3]. Площадь их в России не менее 25 млн га [4], на территории Пермской и Свердловской областей – более 7 млн га. Многолетняя эксплуатация этих лесов сплошными рубками способствовала смене коренных темнохвойных пород на малоценные мягколиственные. Для преодоления этой тенденции за последние 60 лет создано более 1 млн га культур ели. За этот период на сплошных вырубках, с 5-летним сроком примыкания лесосек, образовались огромные участки высоко полнотных искусственных еловых насаждений, достигающие 300–500 га. Это, по сути, одновозрастные единые массивы, внутри которых на отдельных участках возможна организация постоянной лесосеменной базы.

Наибольшее распространение в уральском регионе имеет ель сибирская. Ее гибриды с елью европейской в Свердловской области встречаются лишь в юго-западной окраине области [2; 3; 5; 6]. До настоящего времени нами не обнаружено сведений о создании культур ели европейской промышленного назначения на вырубках лесной зоны Свердловской области, хотя общая площадь культур ели здесь около 400 тыс. га.

Авторами в один год заложены три участка (площадью от 2,6 до 4,7 га) культур ели европейской и ели сибирской на одних и тех же вырубках в трёх типах леса в подзоне южно-таежных лесов Среднего Урала. Формирование обоих видов елей происходит при одинаковом режиме выращивания. Изучение динамики семеношения елей сибирской и европейской в культурах второго класса возраста на этих участках проводится впервые и является целью представленной работы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами длительных (13-летних) исследований являлись опытно-производственные участки (ОПУ) культур елей сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и европейской (*Picea abies* (L.) Karst.), созданные на вырубках в трех типах леса: ОПУ-1 в ельнике разнотравно-зеленомошниковом (Е р.-зм.); ОПУ-2 – ельнике-сосняке травяном (Е-С тр.); ОПУ-3 – ельнике-сосняке ягодниковом (Е-С яг.). Способ закладки культур на всех ОПУ – полосный, на каждой полосе (секции) по 4 ряда каждого вида ели, повторность полос 2-кратная. Посадка культур проведена (1986 г.) 4-летними сеянцами, выращенными на питомнике Билимбаевского лесхоза. Семена ели сибирской – местного сбора, ели европейской – из Можгинского лесхоза (Удмуртия). Созданы ОПУ на территории Починковского участкового лесничества Невьянского лесничества,

расположенного в низкогорных лесах подзоны южной тайги Свердловской области [7].

Лесоводственные уходы на всех ОПУ проводили осенью в один год. Осветление выполнено в 9-летних культурах узкокоридорным способом вдоль рядов, прочистка – в 19-летних культурах (2004 г.). На всех секциях вырубали все естественных деревья, затем на двух секциях (одна с елью сибирской, другая с елью европейской) равномерно изреживали ели в рядах. Промежутки между кронами оставшихся елей от 1 до 2 м. На каждом ОПУ образованы по 4 секции: 1 – ель сибирская без изреживания деревьев в рядах; 2 – ель сибирская с изреживанием; 3 – ель европейская без изреживания деревьев в рядах и 4 – ель европейская с изреживанием в рядах.

Морфометрические показатели каждого дерева обоих видов елей на всех секциях изучены осенью 2004 и 2016 гг., а учет урожайности шишек на каждом дереве всех секций проводили ежегодно с 2004 по 2016 гг. Имеющиеся шкалы определения урожайности шишек на деревьях хвойных пород [8], дают сведения об относительной величине урожайности шишек для взрослых насаждений, которые, в наших исследованиях не совсем подходят. Из-за небольшого размера кроны молодых деревьев ели, а также для подсчета количества репродуктивных органов (штук) у каждого дерева и абсолютной величины шишек у всех елей на каждой секции (затем на 1 га) нами принята бальная шкала, использованная в работе Н. А. Рыбаковой, М. В. Рубцова [9]. Согласно ей балл 1 соответствует наличию от 1 до 10 штук шишек/дерево; балл 2 – 11–50 шт.; балл 3 – 51–100; балл 4 – 101–150 шт. и так далее с интервалом через 50 шт. Шишки (от 300 до 500 шт.) каждого вида отбирали не менее, чем с 20 деревьев на каждой секции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Состав древостоя на всех секциях каждого ОПУ был 10Е, полнота на секциях с изреживанием – 0,5, без изреживания – 0,7. За 12-летний период после рубки на каждом участке появились пневая поросль и корневые отпрыски, развитие их носило фрагментарный характер. Высота лиственных пород значительно ниже средней высоты елей, а общая площадь проекции крон не превышала 25 % территории междурядий [10]. Деревья обоих видов елей в рядах на каждой секции имели разную высоту, нами они разделены на два яруса. К первому ярусу на секциях 1 и 3 отнесены деревья елей обоих видов, которые были выше соседних в ряду, а их вершина с 3-летним и более приростом не затенялась в течение светового дня. На секциях 2 и 4 к первому ярусу отнесены деревья, превышавшие соседние деревья ели в ряду по высоте на 20 % и более, и, не имевшие затенение кроны, ко второму ярусу – с высотой на 20 %

меньше соседних деревьев и с затенением кроны деревьями первого яруса или с соседних рядов.

Средние морфометрические показатели елей перед началом и в конце наблюдений приведены в табл. 1. На секциях 2 и 4 деревья первого яруса обоих видов елей подвержены большей инсоляции, у них отмечены высокие приросты ствола по высоте и диаметру, а приросты у деревьев второго яруса были незначительными. Культуры елей европейской и сибирской по средней высоте на секциях с изреживанием в Е р.-зм. соответствуют I классу бонитета, в Е-С тр. и Е-С яг. – II. Протяженность кроны относительно высоты ствола у ели сибирской в Е р.-зм. составила 81,5 %, ели европейской – 85,3 %; в Е-С тр., соответственно, 58,3 и 60,8 % и в Е-С яг. – 60,5 и 61,8 %. При хорошей освещенности кроны елей на секциях с изреживанием ее величина значительно увеличилась не только вверх по стволу, но и в горизонтальной проекции.

Крона многих деревьев второго яруса на секциях 2 и 4 в течение светового дня затенялась в разной степени кронами елей первого яруса в ряду и из соседних рядов, что негативно отразилось на приростах как ствола, так и центральных побегов ветвей. В результате протяженность ее по стволу и проекция были меньше на 14–19 %, чем у деревьев первого яруса. На секциях 1 и 3 отдельные деревья обоих видов елей, растущие рядом с «окнами» в ряду, по высоте и диа-

метру ствола не отличались от деревьев елей первого яруса на секциях 2 и 4.

Средний объем кроны у обоих видов елей в 31-летних культурах на секциях 2 и 4 был больше по сравнению с секциями 1 и 3 (рис.1), особенно, в Е р.-зм. Объем кроны ели европейской на секции 3 между типами леса имел незначительное различие, у ели сибирской оно достигало 1,5–2-кратной величины. Во всех типах леса объем кроны ели европейской больше ели сибирской на 12–15 %.

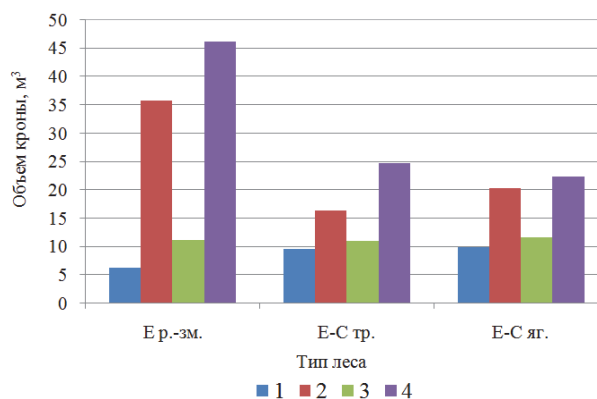


Рис. 1. Объем кроны в 31-летних культурах елей сибирской (секции 1 и 2) и европейской (секции 3 и 4) по типам леса

Таблица 1

Средние показатели деревьев елей в 19-летних (в числителе) и 31-летних (в знаменателе) культурах

| №<br>секции                         | Ствол     |             | Крона       |              |                               |
|-------------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|-------------------------------|
|                                     | высота, м | диаметр, см | проекция, м |              | протяженность<br>по стволу, м |
|                                     |           |             | вдоль ряда  | поперек ряда |                               |
| Ельник разнотравно-зеленомошниковый |           |             |             |              |                               |
| 1                                   | 7,9±0,53  | 6,1±0,48    | 1,5 ±0,11   | 1,8±0,16     | 3,4±0,19                      |
|                                     | 14,3±0,59 | 12,6±0,81   | 1,8±0,16    | 2,5±0,17     | 8,2±0,23                      |
| 2                                   | 7,8±0,59  | 7,6±0,53    | 1,9±0,17    | 2,2±0,14     | 6,7±0,24                      |
|                                     | 14,8±0,64 | 13,7±0,86   | 3,2±0,11    | 3,4±0,12     | 12,1±0,31                     |
| 3                                   | 7,6±0,54  | 6,4±0,57    | 1,3±0,16    | 1,7 ±0,17    | 5,1±0,22                      |
|                                     | 17,8±0,89 | 10,9±0,76   | 1,4±0,18    | 2,8±0,15     | 11,8±0,30                     |
| 4                                   | 8,7±0,67  | 6,7±0,52    | 1,9±0,16    | 2,2±0,16     | 5,5±0,26                      |
|                                     | 16,9±0,89 | 14,4±0,88   | 3,3±0,21    | 3,7±0,34     | 14,4±0,49                     |
| Ельник-сосняк травяной              |           |             |             |              |                               |
| 1                                   | 6,5±0,12  | 6,7±0,21    | 1,6±0,15    | 1,9±0,19     | 4,3±0,27                      |
|                                     | 12,3±0,51 | 11,9±0,31   | 1,9±0,11    | 2,7±0,14     | 8,1±0,33                      |
| 2                                   | 6,8±0,11  | 6,9±0,22    | 1,9±0,17    | 2,2±0,18     | 4,7±0,18                      |
|                                     | 13,4±0,32 | 13,7±0,36   | 2,6±0,10    | 3,1±0,19     | 10,8±0,31                     |
| 3                                   | 6,0±0,29  | 6,1±0,38    | 1,7±0,19    | 2,1±0,21     | 4,1±0,22                      |
|                                     | 12,5±0,60 | 12,2±0,29   | 2,1±0,11    | 3,3±0,12     | 9,8±0,23                      |
| 4                                   | 6,2±0,24  | 6,5±0,42    | 1,8±0,29    | 2,2±0,22     | 2,2±0,18                      |
|                                     | 14,3±0,37 | 14,9±0,63   | 3,1±0,12    | 3,5±0,13     | 11,7±0,30                     |
| Ельник-сосняк ягодниковый           |           |             |             |              |                               |
| 1                                   | 7,2±0,34  | 6,9±0,24    | 1,4±0,12    | 1,6±0,11     | 3,9±0,38                      |
|                                     | 10,0±0,71 | 10,5±0,58   | 2,1±0,15    | 3,1±0,18     | 5,6±0,29                      |
| 2                                   | 7,6±0,36  | 7,4±0,29    | 1,4±0,11    | 1,8±0,13     | 4,8±0,32                      |
|                                     | 12,9±0,37 | 14,2±0,73   | 2,6±0,43    | 3,7±0,47     | 9,6±0,43                      |
| 3                                   | 7,4±0,34  | 6,8±0,24    | 1,5±0,14    | 1,9±0,08     | 4,3±0,21                      |
|                                     | 11,7±0,51 | 11,2±0,33   | 2,2±0,11    | 3,2±0,17     | 8,1±0,44                      |
| 4                                   | 7,9±0,36  | 7,9±0,29    | 1,6±0,19    | 2,1±0,13     | 4,2±0,18                      |
|                                     | 13,9±0,29 | 14,9±0,45   | 2,6±0,10    | 3,7±0,15     | 9,4±0,42                      |

Распределение деревьев елей обоих видов по ярусам в 31-летних культурах приведено в табл. 2. Через 12 лет после прочистки на секциях с изреживанием от 6 до 13 % деревьев второго яруса ели сибирской достигли первого яруса, у ели европейской – 7–11 %. За счет этого доля деревьев первого яруса здесь возросла до 81–87 % от общего числа деревьев, ели европейской – 87–88 %. На секциях без изреживания доля деревьев первого яруса ели сибирской сохранилась на уровне 13–17 %, ели европейской – 16–18 % от общего количества живых деревьев.

Знание репродуктивной деятельности и генотипической структуры тех или иных видов древесных растений в конкретных условиях среды позволяет полнее оценить степень их адаптации и конкурентной способности [8; 11]. Генеративные органы (1–3 экземпляра на 1 дерево) у ели сибирской впервые отмечены у единичных деревьев в 9-летних культурах (биологический возраст – 14 лет) в Е р.-зм. [12] с хорошей освещенностью всей кроны. Через год-два одиночные шишки появились у ели европейской. В начале второго десятилетия культур шишки отмечены у обоих видов елей и в других типах леса. Но естественные древесные породы, превысив высоту большинства деревьев елей, стали затенять их верхнюю часть кроны. Лишь небольшая часть деревьев обоих видов елей к концу первого класса возраста культур оставалась в первом ярусе с открытой вершиной, где у них периодически появлялись генеративные органы.

В первые 2 года после прочистки доля семеноносящих деревьев первого яруса обоих видов елей на секциях 2 и 4 не превышала 6 % от общего количества, а число шишек – от 3 до 91 штук. Заметное увеличение числа семеноносящих деревьев (17–27 %) здесь отмечено на третий и четвертый год после прочистки, балл урожайности 3 (51–100 шт. шишек/дерево), иногда 4 (101–150) и, даже, 5 (151–200). Урожайность шишек стала возрастать с увеличением размера верхней части кроны деревьев елей. Чем выше дерево и больше объем его кроны, тем больше шишек, а располагались они – от вершины до середины кроны. Подобное явление отмечалось в естественных насаждениях другими исследователями [3; 9; 13]. За 12-летний период наблюдений на секциях 2 и 4 некоторые деревья первого яруса имели репродуктивные органы

по 3–6 раз. Семеношение с баллом 3 (50–100 шт. шишек/дерево) и выше у 88 % одних и тех же деревьев ели сибирской отмечено дважды и у 70 % ели европейской; трижды, соответственно, у 41 и 36 % и 4-хкратно – у 14 и 13 %.

Чередование изреженных и не изреженных рядов способствовало улучшению экологических условий на всех секциях для деревьев второго яруса. Появление репродуктивных органов у елей второго яруса на секциях 2 и 4 отмечено лишь на 3 год у единичных деревьев с хорошим освещением верхней половины кроны и высокими приростами, при этом, количество шишек небольшое (баллы 1–2). Через 5 лет после прочистки доля этих деревьев с шишками увеличилась до 28 %, а урожайность шишек возросла в среднем до 59 шт. на 1 дерево. За весь период наблюдений на секциях с изреживанием 69–88 % деревьев второго яруса ели сибирской и 70–79 % ели европейской имели генеративные органы. При этом отмечена урожайность шишек с баллом от 1 до 3.

Репродуктивные органы на секциях 1 и 3 у деревьев елей первого яруса появлялись регулярно, расположение их отмечено лишь в верхней части кроны, но общее количество шишек было в 2–7 раз меньше, чем у деревьев первого яруса на секциях 2 и 4. Динамика семеношения на секциях 1 и 3 обоих видов елей отличалась в дальнейшем от деревьев первого яруса на секциях с изреживанием.

О влиянии погодных условий на урожайность хвойных пород указывали многие исследователи [14–16]. Ель имеет поверхностную корневую систему, по сравнению с сосной, лиственницей и другими лесообразующими породами, она более чувствительна к резким погодным колебаниям, особенно в горных условиях на солнечных склонах. Средняя температура воздуха с мая по август за период с 2007 по 2011 гг., превышала среднюю многолетнюю (особенно в 2009 и 2010 гг.), а количество осадков в этот период было ниже нормы на 30–70 %, в результате влажность воздуха была намного ниже нормы. Кроме того, все ОПУ расположены в низкогорных лесах, здесь в мае и первой половине июня в воздухе часто отмечаются утренние заморозки с температурой от 0 °С до –1 °С и ниже, что также отрицательно влияло на качество пыльцы елей в период ее лёта.

**Таблица 2**  
**Распределение деревьев елей в 31-летних культурах по ярусам**

| Вид ели;<br>№ секции             | Всего деревьев |     | В том числе деревьев |      |               |      |
|----------------------------------|----------------|-----|----------------------|------|---------------|------|
|                                  |                |     | первого яруса        |      | второго яруса |      |
|                                  | шт./га.        | %   | шт./га               | %    | шт./га        | %    |
| ОПУ-3. Ельник–сосняк ягодниковый |                |     |                      |      |               |      |
| Е сиб.; 1                        | 3608           | 100 | 483                  | 13,4 | 3125          | 86,6 |
| Е сиб.; 2                        | 988            | 100 | 858                  | 86,8 | 130           | 13,2 |
| Е евр.; 3                        | 3322           | 100 | 615                  | 18,5 | 2707          | 81,5 |
| Е евр.; 4                        | 1043           | 100 | 891                  | 85,4 | 152           | 14,6 |
| ОПУ-2. Ельник–сосняк травяной    |                |     |                      |      |               |      |
| Е сиб.; 1                        | 2395           | 100 | 412                  | 17,2 | 1983          | 82,8 |
| Е сиб.; 2                        | 1107           | 100 | 899                  | 81,2 | 208           | 18,8 |
| Е-евр.; 3                        | 2525           | 100 | 391                  | 15,5 | 2134          | 84,5 |
| Е-евр.; 4                        | 873            | 100 | 770                  | 88,2 | 103           | 11,8 |

Многолетние наблюдения за погодными условиями показывают, что периодичность урожайности шишек у ели определяется погодными условиями двух лет подряд (год закладки генеративных почек и год распространения пыльцы) [14]. Из-за неблагоприятных погодных условий подряд с 2007 до 2011 гг. у деревьев обоих видов елей в период с 2009 по 2012 гг. отмечался самый низкий уровень семяношения (рис. 2, 3), однако в типе леса Е р.-зм. (почвы свежие, периодически влажные) количество деревьев и шишек на них ежегодно было чуть больше, чем в двух других исследованных типах леса. Погодные условия летних месяцев (июнь, июль, август) последующих трех лет (2012, 2013 и 2014) не отличались резкими отклонениями относительно средней температуры воздуха, а осадки превышали средние многолетние показатели. Также следует отметить, что в период лёта пыльцы ели (май-начало июня) в эти годы заморозков отмечено мало, а выпадавшие жидкие осадки были непродолжительными, поэтому количество деревьев с генеративными органами обоих видов елей во всех типах леса в 2013 г. и, особенно, в 2015 г. резко увеличилось.

Наибольшее количество семяношащих деревьев первого яруса обоих видов елей за период наблюдений (рис. 2, 3), отмечено в 2007, 2013 и 2015 гг. Но

максимальное количество деревьев обоих видов елей (70 % и более) и обильный урожай шишек на них были дважды: в 2013 г. (средний балл 4) и в 2015 г. (балл 5). В эти годы у ели сибирской максимальное число семяношащих деревьев отмечено в Е-С тр., у ели европейской в Е р.-зм. Через год после обильного урожая шишек доля семяношащих деревьев первого яруса обоих видов елей на секциях с изреживанием уменьшилась в 2 и более раза. Шишки отмечены в основном у деревьев, на которых они отсутствовали в предшествующем году либо их было незначительное количество. На отсутствие обильных урожаев шишек два года подряд в естественных насаждениях ели указывают многие исследователи [8; 14; 17–19]. Четкой периодичности семяношения искусственных еловых насаждений не выявлено, что отмечали также ранее в естественных насаждениях другие исследователи [14; 17–20].

Распределение деревьев сибирской и европейской елей по баллам урожайности шишек на секциях с изреживанием в 2015 г. приведено в табл. 3. Урожайность шишек всюду была обильной, число семяношащих деревьев у каждого вида превышало 2/3 от их общего количества. Максимальное количество деревьев ели сибирской с шишками отмечено на ОПУ-2, ели европейской – на ОПУ-1.

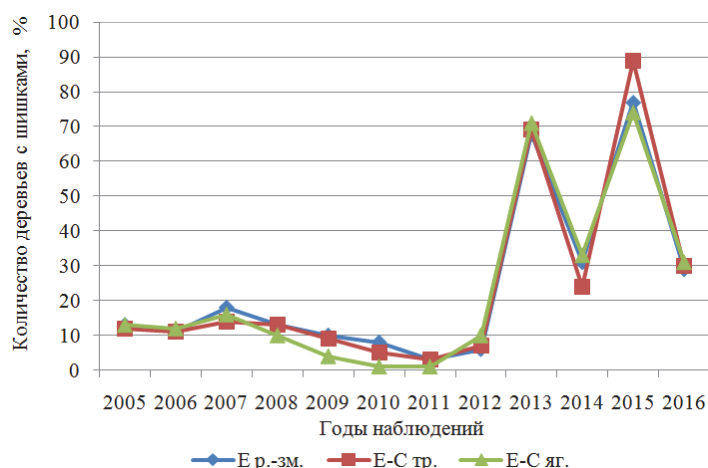


Рис. 2. Динамика семяношения деревьев ели сибирской на секциях с изреживанием по типам леса за 2005–2016 гг.

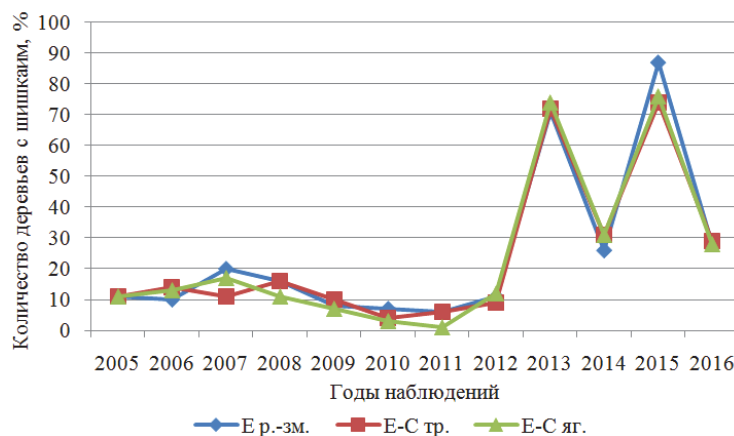


Рис. 3. Динамика семяношения деревьев ели европейской на секциях с изреживанием по типам леса за 2005–2016 гг.



Однако урожайность шишек ели сибирской с баллами 4,5,6 (вместе) на ОПУ-1 (почвы свежие, периодически влажные) составила у 41 % деревьев, на ОПУ-2 и ОПУ-3 (почвы свежие и устойчиво свежие) – 61 и 63 %; ели европейской, соответственно, у 45, 43 и 45 % деревьев. В 2015 г. средняя урожайность шишек ели европейской по ОПУ колебалась от 103 до 124 штук на одно дерево, ели сибирской – 101–144 штук. Исходя из общего количества деревьев с генеративными органами, в культурах начала второго класса возраста, произрастающих в разных типах леса, какой-либо закономерности урожайности шишек пока установить не удалось.

Общее количество шишек, образовавшихся в 2015 г. у елей сибирской и европейской на секциях 2 и 4, приведено на рис. 4 (подсчет абсолютного числа шишек на деревьях проводили по средним значениям для каждого балла: 1 – 5 шишек; 2 – 30; 3 – 75; 4 – 125; 5 – 175, 6 – 225 и т. д.). Численность шишек у ели европейской в типе леса Е р.-зм. была больше на 25 %, чем ели сибирской, в других типах леса, наоборот, их было больше у ели сибирской на 33 и 30 %. На секциях 1 и 3 урожайность шишек у деревьев первого яруса обоих видов елей оценена баллами 2 и 3, и лишь у небольшого числа деревьев (9–13 %) баллами 4 и 5.

Отбор шишек в начале сентября для получения данных о количественном и качественном составе семян постоянно свидетельствовал о повреждении их вредителями-конофагами, часто не менее половины

их оказывалось с разным числом выходных отверстий. Шишки ели европейской повреждались интенсивнее, чем ели сибирской. Количество семян в шишках ежегодно различалось, у ели сибирской их было всего от 84 до 223 штук, из них здоровых (полнозернистых) – 79–103 штук (46–62 % от всех семян), у ели европейской, соответственно, от 116 до 273 шт., из них здоровых – 67–107 шт. (39–58 %). В шишках, кроме здоровых семян, всегда имелись пустые, поврежденные и неполноразвитые (щуплые) с низкой энергией прорастания. Между степенью повреждения шишек и выходом семян имеется тесная связь, чем больше выходных отверстий, тем меньше здоровых семян. Это указывает на то, что определять урожайность семян в какой-либо год по количеству репродуктивных органов, не совсем корректно.

На участке 30-летних культур в Е р.-зм. в 2015 г. сформировалось на 1 га (в среднем) 636 тыс. штук здоровых семян ели сибирской и 923 тыс. шт./га ели европейской; в Е-С тр., соответственно, 587 и 368 тыс. шт. семян; в Е-С яг. – 492 и 464 тыс. шт. семян. Общая масса здоровых семян на этих участках только за один год составила огромную величину (от 4,0 до 6,5 кг/га). При слабой и средней урожайности шишек в составе древесного опада к весне следующего года сохраняется от 0,1 до 1,2 кг/га здоровых семян: [12], остальные потребляются дикой зоофауной. Считаем, что при высокой урожайности семян их сохранность будет значительно больше.

Таблица 3

Распределение деревьев елей с репродуктивными органами в 30-летних культурах на секциях с изреживанием по баллам урожайности

| ОПУ;<br>секция                                   | Баллы урожайности шишек |        |        |        |        |        | Всего деревьев<br>с шишками,<br>шт./га – %* |
|--|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
|  | 1                       | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |   |
| Количество* деревьев (шт./га / %) ели сибирской  |                         |        |        |        |        |        |   |
| ОПУ-1; 2   | 249/14                  | 249/14 | 143/8  | 266/15 | 318/18 | 143/8  | 1368–77                                     |
| ОПУ-2; 2   | 39/4                    | 89/9   | 148/15 | 227/23 | 247/25 | 129/13 | 879–89                                      |
| ОПУ-3; 2   | 56/5                    | 33/3   | 78/7   | 265/24 | 243/22 | 188/17 | 863–78                                      |
| Количество деревьев (шт./га / %) ели европейской |                         |        |        |        |        |        |   |
| ОПУ-1; 4   | 154/8                   | 248/13 | 401/21 | 363/19 | 363/19 | 134/7  | 1663–87                                     |
| ОПУ-2; 4   | 26/3                    | 96/11  | 165/19 | 148/17 | 148/17 | 81/9   | 664–76                                      |
| ОПУ-3; 4   | 21/2                    | 104/10 | 208/20 | 198/19 | 157/15 | 115/11 | 803–77                                      |

Примечание. \* – количество (%) деревьев с генеративными органами от общего их числа на каждой секции.

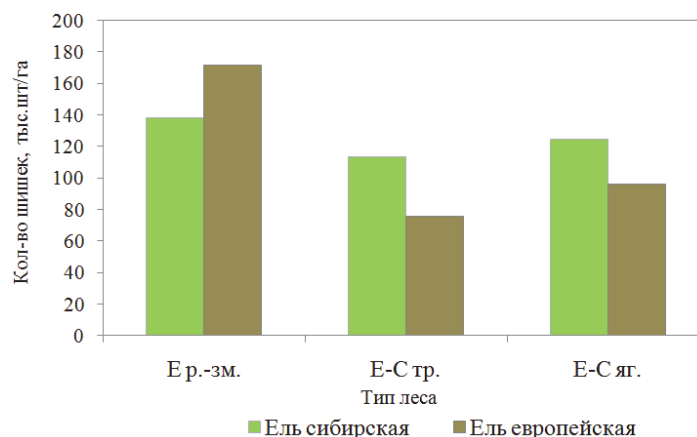


Рис. 4. Количество шишек у елей сибирской и европейской на секциях с изреживанием в 2015 г.

Таким образом, сплошная вырубка естественного возобновления и изреживание главной породы увеличили не только размеры ствола и кроны обоих видов елей, но и повысили степень семеношения. Считаем, что на всех исследованных ОПУ возможна организация постоянной лесосеменной базы с целью заготовки семян двух видов елей. Учитывая предложения ряда исследователей [21], это можно осуществить малыми затратами с помощью лесоводственных приемов. Для этого необходимо провести следующие мероприятия: 1) в типах леса Е-С тр. и Е-С яг. на секциях 1 и 3 вначале равномерно изредить все деревья второго яруса елей сибирской и европейской, не достигшие половины высоты деревьев первого яруса, сохранив промежутки между кронами оставшихся деревьев 2–3 м, а возобновившиеся деревья спилить заподлицо с поверхностью почвы; 2) в типе леса Е р.-зм. (почвы свежие, периодически влажные, где возможен ветровал ели) на секциях 1 и 3 вначале изредить все деревья елей, сохранив промежутки между кронами оставшихся деревьев 1,5–2,5 м, а из лиственных спилить лишь деревья, мешающие росту оставшихся елей и проезду техники; 3) на секциях 2 и 4 в типах леса Е-С тр. и Е-С яг. изредить деревья второго и первого, сохраняя промежутки между кронами – 3–5 м, а естественное возобновление удалить сплошь; 4) на секциях 2 и 4 в типе леса Е р.-зм. провести равномерное изреживание елей, сохраняя промежутки между кронами 1,5–2,5 м, а из лиственных удалить лишь деревья, мешающие росту оставшихся елей и проезду техники.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сплошная вырубка естественного возобновления и изреживание ели в рядах увеличили не только размеры ствола и кроны елей, но и повысили степень семеношения их. Наибольшие морфометрические показатели деревьев обоих видов елей отмечены в Е р.-зм., наименьшие в Е-С яг. Объем кроны ели европейской в 31-летних культурах был больше на 12–15 %, чем ели сибирской. Заметное увеличение числа семеноносящих деревьев елей сибирской и европейской первого яруса на секциях с изреживанием отмечено с третьего года, а деревьев второго яруса – на 6 год. Урожайность шишек возросла с увеличением размера верхней части кроны деревьев. На секциях без изреживания репродуктивные органы отмечались только у деревьев елей первого яруса, а общее количество шишек было в 2–7 раз меньше, чем у деревьев первого яруса на секциях с изреживанием.

Существенное влияние на урожайность шишек оказывают погодные условия, длительная засуха в летние месяцы снижает число деревьев с генеративными органами и урожайность шишек. За 12-летний период наблюдений наибольшее количество семеноносящих деревьев первого яруса обоих видов елей отмечено дважды – 2013 и 2015 гг. В год максимального числа семеноносящих деревьев (2015) их доля с баллами урожайности шишек 4,5,6 (вместе) у ели сибирской составила в Е р.-зм. 41 %, Е-С тр. – 61 и Е-С яг. – 63 %; у ели европейской по типам леса, соответственно, 45, 43 и 45 %. Регулярно не менее половины

шишек повреждалось насекомыми-конофагами. Число семян в каждой шишке менялось, у ели сибирской их было 84–223 штук, ели европейской – 116–273 штук, доля здоровых семян у первой ели – 46–62 % от всех семян, у второй – 39–58 %, поэтому определять урожайность семян в какой-либо год по количеству шишек, не совсем корректно. Общая масса здоровых семян на ОПУ 30-летних культур только за один год (2015) составила от 4,0 до 6,5 кг/га.

Культуры сибирской и европейской елей по высоте соответствуют I, II классам бонитета, здесь возможна организация постоянной лесосеменной базы. Для этого в каждом типе леса предложен конкретный вид рубок ухода.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Горчаковский П. Л. История развития растительности Урала. Свердловск, 1953. 142 с.
2. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М. : Наука, 1975. 176 с.
3. Попов П. П. Изменчивость елей европейской и сибирской по основному диагностическому признаку // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Омск, 2016, № 3. С. 49–53.
4. Харитонович Ф. Н. Биология и экология древесных пород. М. : Лесная пром-сть, 1968. 304 с.
5. Мамаев С. А., Некрасов М. С. Изменчивость шишек ели в лесах Среднего Урала // Труды Института ЭРиЖ АН СССР. Свердловск, 1968. Вып. 60. С. 55–70.
6. Морозов Г. П. Фенотипическая структура популяций ели обыкновенной и сибирской // Лесоведение, 1976. № 5. С. 22–26.
7. Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы леса Свердловской области: Практическое руководство. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
8. Молчанов А. А. География плодonoшения главных древесных пород СССР. М. : Наука, 1967. 104 с.
9. Рыбакова Н. А., Рубцов М. В. Семеношение ели под пологом южно-таежных березняков // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. 2014. № 1. С. 73–79.
10. Терехов Г. Г., Андреева Е. М., Стеценко С. К. Динамика и структура возобновления лиственных пород после прочистки в культурах ели сибирской на Среднем Урале // Лесохозяйственная информация. 2022. № 3. С. 18–28. DOI 10.24419/LHI.2304-3083. 2022.3.02
11. Ирошников А. И. Плодonoшение и качество семян хвойных пород в северных и горных районах Сибири // Плодonoшение лесных пород Сибири. Новосибирск : Наука, 1982. С. 98–117.
12. Луганский Н. А., Терехов Г. Г. Влияние микрокотопов лесокультурного участка на естественное восстановление ели сибирской // Вестник МГУЛ. Лесной Вестник. 2007. № 8. С. 40–45.
13. Рыбакова Н. А. Динамика семеношения восстановительной сукцессии ели обыкновенной (*Picea abies* Ledeb.) в южной тайге // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия Лес. Экология. Природопользование. 2022. Вып. 1 (53). С. 20–30. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2022.1.20>

14. Некрасова Т. П. Влияние осадков на плодоношение хвойных пород // Материалы научной конференции по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. Красноярск, 1975. С. 24–31.

15. Юдин И. А., Юдина О. А., Наквасина Е. Н. Репродуктивные особенности ели обыкновенной в географических культурах Архангельской области // Известия ВУЗ. Лесной журнал. 2015. № 3. С. 19–28.

16. Bastide J. G. A., Vredenburg C. L. H. The influence of weather conditions on the seed production of some forest trees in the Netherblans // Medd. Bosbouwproefstations de Dorschkamp Wageningen. 1970. 102. P. 1–2.

17. Некрасова Т. П. О потерях урожая у хвойных пород // Лесоведение, 1974. № 4. С. 3–8.

18. Andersson E. Cone and Seed Studies in Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) // Studies Vor. Sues. 1965. Vol. 1. 214 p.

19. Chalupka W., Giertych M. Seed years in *Picea abies* (L.) Karst // Arbor Kornicke. 1973. T. 18. S. 183–186.

20. Барабин А. И., Федотов В. В. 50-летний опыт по заготовкам семян хвойных в Архангельской области // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2012. Т. 1, № 1. С. 3–5.

21. Чудецкий А. И., Багаев С. С. Оценка потенциала еловых насаждений для создания лесных плантаций лесоводственными методами в южно-таежном районе европейской части России // Известия ВУЗ. Лесной журнал. 2019. № 2. С. 22–31. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.22

## REFERENCES

1. Gorchakovskij P. L. Istoriya razvitiya rastitelnosti Urala. Sverdlovsk, 1953. 142 s.

2. Pravdin L. F. El evropejskaya i el sibirskaya v SSSR. M. : Nauka, 1975. 176 s.

3. Popov P. P. Izmenchivost elej evropejskoj i sibirskoj po osnovnomu diagnosticheskomu priznaku // Sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Omsk, 2016, № 3. S. 49–53.

4. Haritonovich F. N. Biologiya i ekologiya drevesnyh porod. M. : Lesnaya promyshlennost, 1968. 304 s.

5. Mamaev S. A., Nekrasov M. S. Izmenchivost shishek eli v lesah Srednego Urala // Trudy Instituta ERiZh AN SSSR. Sverdlovsk, 1968. Vyp. 60. S. 55–70.

6. Morozov G. P. Fenotipicheskaya struktura populyacij eli obyknovennoj i sibirskoj // Lesovedenie, 1976. № 5. S. 22–26.

7. Kolesnikov B. P., Zubareva R. S., Smolonogov E. P. Lesorastitelnye usloviya i tipy lesa Sverdlovskoj oblasti: Prakticheskoe rukovodstvo. Sverdlovsk : UNC AN SSSR, 1973. 176 s.

8. Molchanov A. A. Geografiya plodonosheniya glavnejshih drevesnyh porod SSSR. M. : Nauka, 1967. 104 s.

9. Rybakova N. A., Rubcov M. V. Semenoshenie eli pod pologom yuzhno-taezhnyh bereznyakov // Vestnik MGUL. Lesnoj vestnik. 2014. № 1. S. 73–79.

10. Terehov G. G., Andreeva E. M., Stecenko S. K. Dinamika i struktura vozobnovleniya listvennyh porod posle prochistki v kulturah eli sibirskoj na Srednem Urale // Lesohozyajstvennaya informaciya. 2022. № 3. S. 18–28. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.02

11. Iroshnikov A. I. Plodonoshenie i kachestvo semyan hvojnyh porod v severnyh i gornyh rajonah Sibiri // Plodonoshenie lesnyh porod Sibiri. Novosibirsk : Nauka, 1982. S. 98–117.

12. Luganskij N. A., Terehov G. G. Vliyanie mikroekotopov lesokulturnogo uchastka na estestvennoe vosstanovlenie eli sibirskoj // Vestnik MGUL. Lesnoj Vestnik. 2007. № 8. S. 40–45.

13. Rybakova N. A. Dinamika semenosheniya vosstanovitelnoj sukcesii eli obyknovennoj (*Picea abies* Ledeb.) v yuzhnoj tajge // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Seriya Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. 2022. Vyp. 1 (53). S. 20–30. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2022.1.20>

14. Nekrasova T. P. Vliyanie osadkov na plodonoshenie hvojnyh porod // Materialy nauchnoj konferencii po izucheniyu lesov Sibiri i Dalnego Vostoka. Krasnoyarsk, 1975. S. 24–31.

15. Yudin I. A., Yudina O. A., Nakvasina E. N. Reprodukтивныe osobennosti eli obyknovennoj v geograficheskikh kulturah Arhangelskoj oblasti // Izvestiya VUZ. Lesnoj zhurnal., 2015. № 3. S. 19–28.

16. Bastide J. G. A., Vredenburg C. L. H. The influence of weather conditions on the seed production of some forest trees in the Netherblans // Medd. Bosbouwproefstations de Dorschkamp Wageningen. 1970. 102. P. 1–2.

17. Nekrasova T. P. O poteryah urozhaya u hvojnyh porod // Lesovedenie, 1974. № 4. S. 3–8.

18. Andersson E. Cone and Seed Studies in Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) // Studies Vor. Sues. 1965. Vol. 1. 214 p.

19. Chalupka W., Giertych M. Seed years in *Picea abies* (L.) Karst // Arbor Kornicke. 1973. T. 18. S. 183–186.

20. Barabin A. I., Fedotov V. V. 50-letnij opyt po zagotovkam semyan hvojnyh v Arhangelskoj oblasti // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukcija drevesnyh rastenij. 2012. T. 1, № 1. S. 3–5.

21. Chudeckij A. I., Bagaev S. S. Ocenka potenciala elovyh nasazhdenij dlya sozdaniya lesnyh plantacij lesovodstvennymi metodami v yuzhno-taezhnom rajone evropejskoj chasti Rossii // Izvestiya VUZ. Lesnoj zhurnal. 2019. № 2. S. 22–31. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.22

© Терехов Г. Г., Андреева Е. М., Стеценко С. К., Теринов Н. Н., 2025