

БОРИС ВЛАДИМИРОВИЧ РАЕВСКИЙ

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный  
сотрудник Института леса КарНЦ РАН

*raevski@drevlanka.ru*

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Изучены сохранность, устойчивость, рост и развитие ряда вариантов сосны скрученной и обыкновенной в испытательных культурах на юге Карелии. Показано, что сосна скрученная как экзот оказывается способной не только к успешной акклиматизации, но отчасти и натурализации в почвенно-климатических условиях подзоны средней тайги Карелии. В пределах исследованного возрастного периода (20 лет) усредненное по опыту преимущество сосны скрученной по производительности перед аборигенной сосновой составило 37,1 % при оценке по максимальному годичному приросту.

Ключевые слова: сосна скрученная, сосна обыкновенная, происхождения, рост, сохранность

Выбор сосны скрученной (*Pinus contorta*, *ssp. latifolia* S. Watson) в качестве объекта интродукции на Европейский Север России был обусловлен, прежде всего, положительным шведским опытом ее разведения и стремлением применить его при создании постоянной лесосырьевой базы целлюлозно-бумажной промышленности в европейско-уральской зоне бывшего СССР. Источниками семенного материала были старые финские культуры экзота в Карелии, а также шведские семенные коллекции, собранные непосредственно в пределах естественного ареала (Канада). В Карелии [4] за период с 1982 по 1996 год нами было заложено около 22 га опытных объектов с участием сосны скрученной. Учитывая опыт Скандинавии и результаты культивирования в нашей стране, сосна скрученная и сегодня рассматривается как весьма перспективный объект интродукции.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом изучения были смешанные испытательные культуры сосен скрученной и обыкновенной, созданные в Видлицком лесничестве Олонецкого лесхоза в 1988 году. Исследования были организованы с использованием стационарно-динамического метода [2]. Данный метод предусматривает периодическое (раз в 3–5 лет) изучение хода роста лесных культур на постоянных пробных площадях до возрастов количественной, технической и естественной спелости. Постоянные пробные площади были заложены таким образом, чтобы выявить влияние на устойчивость и продуктивность культур следующих факторов:

- биологические особенности видов (экзот – сосна скрученная; абориген – сосна обыкновенная);

- вид посадочного материала (1-летние тепличные сеянцы; 3-летние перешколенные саженцы);
- генетические особенности вариантов.

При исследовании древостоя на пробе определялось фактическое среднее расстояние между рядами, общее количество рядов, их протяженность, расстояние между растениями в ряду. На основании этих данных вычислялась фактическая исходная густота культур при посадке. В последующие годы сохранность культур определялась как отношение количества сохранившихся на момент исследования растений к общему числу высаженных. Уточнялся возраст культур: календарный (лесокультурный) – число вегетационных сезонов, прошедших с момента создания культур; биологический – лесокультурный возраст плюс возраст посадочного материала.

Диаметр стволов на высоте груди (1,3 м) замерялся с точностью до 1 мм. Деревья, имеющие высоту менее 1,3 м, учитывались отдельно. Одновременно делалось описание дерева. Глазомерно оценивалась стройность ствала по четырехбалльной шкале: 1 – прямой; 2 – слабоискривленный; 3 – сильноискривленный; 4 – кустовидный (осевой побег не выражен). Отдельно учитывались явно выраженные двойчатки, а также экземпляры, отставшие в росте и имеющие закрытую вершину для оценки величины потенциального отпада.

Повреждения в культурах фиксировались одновременно с замером диаметра. Отмечались деревья, наклоненные и поваленные под воздействием снеговой и ветровой нагрузки (снеговал, снеголом, ветровал, бурелом). Отдельно фиксировались повреждения, причиненные крупными млекопитающими (слом вершины, откусывание ветвей, обдир коры) и грызунами. Отмечались повреждения побегов и хвои вредителями и болезнями, неблагоприятными погодными факторами. Одновременно с замером диаметра ствала по наличию созревающих шишек велся учет плодоносящих деревьев и параметра плодоношения как качественного альтернативного признака. Термин «плодоношение» применительно к представителям рода сосна используется традиционно, поэтому далее по тексту употребляется без кавычек.

Для построения графика высот были измерены высоты у 100 (2 x 50 шт.) растений сосны обыкновенной и сосны скрученной отдельно по видам посадочного материала (саженцы и сеянцы). Замер высот осуществлялся высотометром ВН-1 с точностью  $\pm 20$  см. Объемы стволов определялись по таблицам Н. И. Казимирова и В. В. Кабанова [1]. Поскольку для сосны скрученной специальных таблиц не разработано, объемы ее стволов определялись по таблице для сосны обыкновенной.

Общая площадь участка культур составляет 13,3 га, в том числе площадь опыта – 5,9 га

(рис. 1). Ряды ориентированы по длинной стороне (433 м) в направлении юг – север. На опытной площади один гектар был заложен трехлетними перешколенными саженцами (1 т + 2), а остальная часть – однолетними тепличными сеянцами с открытой корневой системой. Посадочный материал выращивался в базисном питомнике Олонецкого лесхоза.

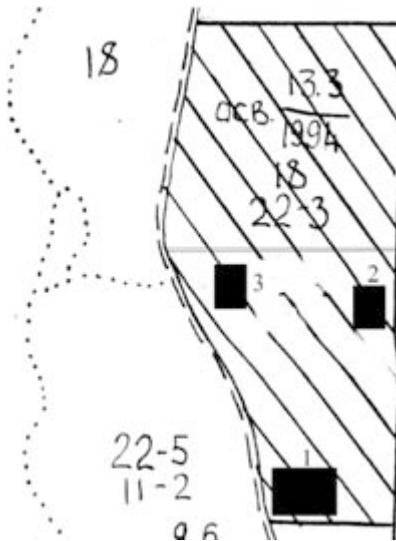


Рис. 1. Схема опытного участка в Видлицком лесничестве

В первые годы после закладки данных испытательных культур задачи исследований ограничивались сравнительным анализом успешности роста и сохранности отдельных вариантов сосны обыкновенной между собой и по отношению к контролю. Такой же подход был и в отношении сосны скрученной – сравнительный анализ роста вариантов в группах, далее – между группами и в целом по отношению к сосне обыкновенной. Такой метод группировки и анализа первичных данных сохранился и далее. Позже была сформулирована более общая задача изучения хода роста и развития данного культурфитоценоза путем организации наблюдений на постоянных пробных площадях. Первоначально (1997, 2002 гг.) проба № 1 площадью 1,0 га включила в себя все варианты обоих видов, заложенных трехлетними саженцами (1 т + 2). В 2006 году крайние два ряда, прилегающие к дороге, были исключены и в целом площадь пробы уменьшена до 0,5 га. Для характеристики культур, созданных тепличными однолетками, в 2002 году было заложено две пробы (№ 2 и 3) по 0,5 га. Таким образом, площадь сплошного перечета в 2006 году составила 1,5 га, или 25,4 % от общей площади опыта.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье представлены результаты очередного этапа начатых еще в 1988 году исследований хода роста происхождений сосны скрученной в данных испытательных культурах [4], [5]. В 1997 го-

ду на пробе № 1 сохранность сосны скрученной составила 72 %, сосны обыкновенной – 70 %. В 2002 и 2006 годах сохранность экзота равнялась соответственно 70,2 и 65,4 %, а у абориген-ной сосны – 67,4 и 61,4 %. На остальной площади (культуры созданы однолетними сеянцами) в 1997 году показатель сохранности у обоих видов составил 64 %. По данным учета 2002 года на пробах № 2 и 3 погибших растений отмечено не было, а в 2006 году учтен только один усохший экземпляр сосны обыкновенной. Поэтому в итоге общий показатель сохранности культур из сеян-цев остался на уровне 1997 года (64 %) и стал практически таким же, как и на пробе № 1.

В 2002 году при отбивке пробных площадей в натуре была уточнена общая площадь опыта и схема размещения посадочного материала. Испы-тательные культуры обычно закладываются по схеме 3 x 1 м с густотой не менее 3300 шт./га. Фак-тически же среднее расстояние между рядами на опытном участке составило 4,3 м вместо положен-ных 3,0 м. Поэтому исходная густота культур ока-зилась заниженной: по саженцам – в 1,8 раза (1852

шт./га), по сеянцам – в 2,2 раза (1513 шт./га). В на-стоящее время на участке, заложенном саженцами, сформировалось смешанное насаждение, имею-щее структуру древостоя 6С обык.4С скруч. по числу стволов и практически такую же структуру (5,6С обык.4,4С скруч.) по запасу. На остальной площа-ди (4,9 га) соотношение пород по числу стволов было практически равным – 5,2С скруч.4,8С обыкн. Структура древостоя по запасу выглядела немного иначе – 5,9С скруч.4,1С обыкн.

Посадочный материал выращивался из семян различных селекционных категорий (нормаль-ные и улучшенные). Шишки сосны обыкновен-ной собирались на прививочной ЛСП Олонецко-го лесхоза отдельно по клонам. Контролем к аборигенной сосне являлся вариант, выращен-ный из общего образца семян сосны обыкновен-ной с той же самой лесосеменной плантации. Формально такие семена считаются генетически улучшенными. Сосна скрученная имела как ме-стное «карельское» (Импилахти, Сортавала), так и непосредственно канадское происхождение (табл. 1).

Происхождение семенного материала или материнских деревьев клонов (сосна обыкновенная), представленных в опыте

Вариант	Провинция	Место происхождения (лесхоз)	Широта, град. с. ш.	Долгота, град.*	Высота над уров. моря, м	Климатип (подвид)
Сосна обыкновенная						
Чупа	Карелия	Лоухский	66°10'	33°00'	150	Ssp. <i>lapponica</i>
Ругозеро	---<>---<>---	Муезерский	64°05'	32°40'	150	Ssp. <i>lapponica</i>
Олонец	---<>---<>---	Олонецкий	61°00'	33°00'	100	Ssp. <i>sylvestris</i>
Контроль	---<>---<>---	Олонецкий	61°00'	33°00'	100	Ssp. <i>sylvestris</i>
Сосна скрученная						
Импилахти	Карелия	Питкярантский	61°40'	31°10'	100	Нет данных
Сортавала	---<>---<>---	Сортавальский	61°43'	30°45'	100	---<>---<>---
S23A8560230	Alberta	Hines Creek	56°10'	118°30'	825	Fort St. John
S23A8560231	Alberta	Saddle Hills	55°44'	119°40'	609	---<>---<>---
S23A8560229	Alberta	Cutbank	54°35'	119°00'	1066	---<>---<>---
S23A8560227	Alberta	Swan Hills	54°30'	115°30'	1066	Alberta
S23A8560228	Alberta	Marlbroedson	53°55'	116°50'	1036	---<>---<>---

\* – для Республики Карелия долгота восточная, для Канады – западная.

В данном случае под местными «карельскими» происхождениями или вариантами сосны скрученной понимались образцы семян, собранные в старых финских культурах в юго-западной части Республики Карелия (Северное Приладожье). Остальные варианты сосны скрученной – это образцы семян популяционного сбора (нормальные се-мена) из естественных насаждений ее природного ареала. Как следует из таблицы 1, клоны сосны обыкновенной с Олонецкой ЛСП имеют различ-ное географическое происхождение.

Все варианты экзота из Канады происходят из восточной части его ареала, из одной администра-тивной провинции Альберта, расположенной юж-нее на 7...5° по отношению к месту испытаний в Карелии (рис. 2). Как это часто бывает в отноше-нии старых интродукционных посадок, точное

происхождение семян, использованных для их создания, неизвестно. Однако в нашем случае уме-стно сослаться на мнение Вейссенберга [9], изу-чившего состояние старых посадок сосны скрученной в Южной Финляндии. В частности, он пи-сал следующее: «Большинство насаждений были созданы в конце 20-х, начале 30-х годов... Семен-ной материал, за двумя исключениями, происходил из достаточно ограниченного региона (49–52° с. ш. и 112–110° з. д.). Два вышеуказанных исключе-ния происходят из района с координатами 55–57° с. ш. и 119–117° з. д...» Таким образом, можно практически с абсолютной точностью утверждать, что все семь включенных в опыт вариантов сосны скрученной происходят из канадской провинции Альберта и представляют ее внутриконтиненталь-ный подвид *latifolia*.



Рис. 2. Фрагмент естественного ареала сосны скрученной [8].  
● – происхождения, представленные в опыте

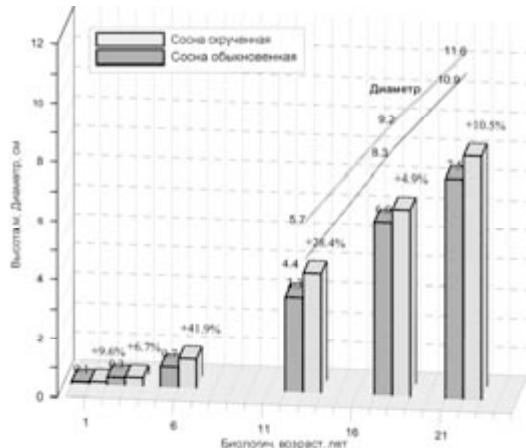


Рис. 3. Проба № 1. Ход роста сосен скрученной и обыкновенной в высоту и по диаметру

Анализ основных агроклиматических показателей соответствующих частей естественного и интродукционного ареалов (табл. 2) свидетельствует об их значительном сходстве, хотя в климате восточных предгорий Скалистых гор континентальные черты выражены более отчетливо. Разведение сосны скрученной в Карелии означает перенос ее в условия умеренно-континентального климата с элементами морского, для которого характерны обильные осадки, особенно в начале и конце зимнего периода, в виде тяжелого мокрого снега, что может создавать проблемы, связанные с биомеханической устойчивостью растений. Это подтверждается большим опытом разведения данного экзота в Швеции [6], [7].

Поскольку на участке, созданном саженцами (проба № 1), сосна скрученная была представлена только вариантом «Сортавала» в 4 повторностях (рядах), оптимальным представляется рассмотрение данных по росту культур в целом по видам (табл. 3, рис. 3).

Как уже отмечалось в предыдущих публикациях [4], [5], с первых лет жизни сосна скрученная

росла быстрее сосны обыкновенной. Некоторое преимущество экзота по диаметру у корневой шейки и высоте отмечалось уже на этапе однолетних тепличных сеянцев, а также на момент выкопки трехлетних саженцев из школьного отделения. Различия между видами на всех возрастных этапах были статистически достоверными, но не одинаковыми по величине. Как следует из рис. 3, наибольшая относительная разница по высоте между аборигенной сосной и экзотом имела место в 3-летних культурах (биологический возраст – 6 лет). Далее наметилась тенденция к ее уменьшению, и по результатам замеров 2002 года (биологический возраст – 18 лет) можно было ожидать, что в ближайшие 4–5 вегетационных сезонов аборигенная сосна догонит экзот. Однако этого не произошло, и в 2006 году (биологический возраст – 22 года) сосна скрученная по-прежнему статистически достоверно превосходила сосну обыкновенную по высоте и диаметру на 10,5 и 6,4 % соответственно.

Как следует из табл. 4 и 5, сбор данных на пробе проводился в 1997, 2002 и 2006 годах. Таким образом, анализируемый общий 9-летний промежуток можно разбить на 5- (1997–2002 гг.) и 4-летний (2002–2006 гг.) временные отрезки. Динамика основных таксационных показателей исследуемых сосен за 9-летний период убедительно свидетельствует об активном росте и дифференциации древостоев. Общий запас на участке за пятилетие увеличился в 3,8 раза, а за последующие 4 года – в 1,7 раза. Аналогичной была тенденция и в отношении среднего объема ствола. Причем если у сосны скрученной он вырос в 3,4 и 1,9 раза за указанные временные промежутки, то у сосны обыкновенной – в 4,6 и 1,9 раза соответственно. Дело в том, что в 1997 году разница по среднему объему ствола между видами была максимальной (61,1 % в пользу экзота). В 2002 и 2006 годах она сократилась до 18,5 и 16,5 % соответственно. Аборигенный вид явно начал догонять экзот. К возрасту культур 19 лет (биологический возраст – 22 года) на участке сформировалось смешанное насаждение, имеющее следующие характеристики: состав и структура – 6С обыкн.4С скруч.; относительная полнота – 0,67; запас – 69,2 м<sup>3</sup>/га; густота – 1460 ств./га; средние диаметр и высота – 11,2 см и 7,8 м. Вопросы величины текущего прироста и сравнительной продуктивности будут обсуждены ниже. По данным учета 2002 года доля особей с закрытой вершиной, то есть в той или иной мере угнетенных, у сосны обыкновенной оказалась почти в два раза больше, чем у сосны скрученной. С этим связывался и более высокий коэффициент вариации ее диаметра (см. табл. 3). Соответственно, был сделан прогноз об увеличении в ближайшие годы объема естественного отпада у аборигенного вида. Данные табл. 4 и 5 это подтверждают. В 2002 и 2006 годах отпад по числу стволов у сосны скрученной составил 2,5 и 6,7 %, а у сосны обыкновенной – 3,8 и 8,9 % соответственно.

Таблица 2

Агроклиматические показатели  
части естественного и интродукционного ареалов сосны скрученной

Показатели	Канада, провинция Альберта (50–56° с. ш., 112–120° з. д.)	Россия, Республика Карелия, Олонецкий р-н (61–62° с. ш., 30–33° в. д.)
Высота над уровнем моря, м	600–1220	50–100
Средняя температура, °С:		
годовая	2,0	2,4
января	-15	-10,3
июля	16	16,1
Годовые осадки, мм	760	584
Безморозный период, дни	75	111
Сумма температур $\geq 5^{\circ}$	1600	1893
Продолжительность вегетационного периода, дни	160	158
Индекс континентальности	40–50	36–42

Таблица 3

Основные биометрические  
характеристики сосен скрученной и обыкновенной на пробе № 1

Порода	Число наблюдений	Диаметр, см	Коэффиц. вариации диаметра, %	Достоверность различий, (T-test)*	Высота, м
1997 год					
Сосна скрученная	320	5,7 ± 0,10	30,0	10,15	4,1 ± 0,05
Сосна обыкновенная	501	4,4 ± 0,08	42,3	–	3,3 ± 0,04
2002 год					
Сосна скрученная	313	9,2 ± 0,10	27,9	4,51	6,4 ± 0,05
Сосна обыкновенная	482	8,3 ± 0,13	35,1	–	6,0 ± 0,05
2006 год					
Сосна скрученная	293	11,6 ± 0,20	25,8	2,69	8,3 ± 0,50
Сосна обыкновенная	439	10,9 ± 0,20	32,2	–	7,5 ± 0,40

\*T<sub>st</sub> = {2,0–2,6–3,3}

Таблица 4

Основные таксационные показатели  
сосны скрученной (проба № 1)

Показатели	Год		
	1997	2002	2006
Число стволов	640	624	582
Запас, м <sup>3</sup> /га	5,260	17,241	30,176
Средний объем ствола, м <sup>3</sup>	0,0082	0,0276	0,0518
Средний диаметр, см	5,7	9,2	11,6
Средняя высота, м	4,1	6,4	8,3
Относительная полнота	0,14	0,23	0,27
Стройность, балл	1,89	1,77	1,72
Отпад (число стволов / запас, м <sup>3</sup> /га)	–	16	42
	–	0,056	0,621

Как известно, кроме процесса естественного изреживания древостоя существует целый комплекс биотических и абиотических факторов, вносящих весомый вклад в наблюдаемую величину отпада (рис. 4). Во-первых, стоит отметить проблему устойчивости культур к ветровой и снеговой нагрузке. Как отмечают в своей обзорной работе Б. Елфинг и др. [6], сосна скрученная быстро растет с первых лет жизни, развивает мощную, тяжелую крону с длинной хвоей, при этом относительная доля фитомассы, приходящейся на ствол, у нее

Таблица 5  
Основные таксационные показатели  
сосны обыкновенной (проба № 1)

Показатели	1997 год	2002 год	2006 год
Число стволов	1002	964	878
Запас, м <sup>3</sup> /га	5,099	22,447	39,046
Средний объем ствола, м <sup>3</sup>	0,0051	0,0233	0,0445
Средний диаметр, см	4,4	8,3	10,9
Средняя высота, м	3,3	5,9	7,5
Относительная полнота	0,18	0,32	0,40
Стройность ствола, балл	1,78	1,79	1,70
Отпад (число стволов / запас, м <sup>3</sup> /га)	–	38	86
	–	0,142	0,806

меньше, чем у сосны обыкновенной. В этом – главная причина ее меньшей механической устойчивости по сравнению с аборигенной сосной. В условиях умеренного климата с элементами морского, который характерен для стран Северной Европы и Северо-Запада России, данная особенность начинает играть существенную роль. Если же к указанным биологическим особенностям добавляются специфические лесокультурные проблемы, связанные с низким качеством посадки, чрезмерной крупностью посадочного материала,

несимметричностью развития корневой системы, то со временем, по мере увеличения размеров и массы растений, их устойчивость к внешним нагрузкам снижается. Поскольку при отклонении стволика от вертикали деревца продолжают расти, происходит искривление ствола.

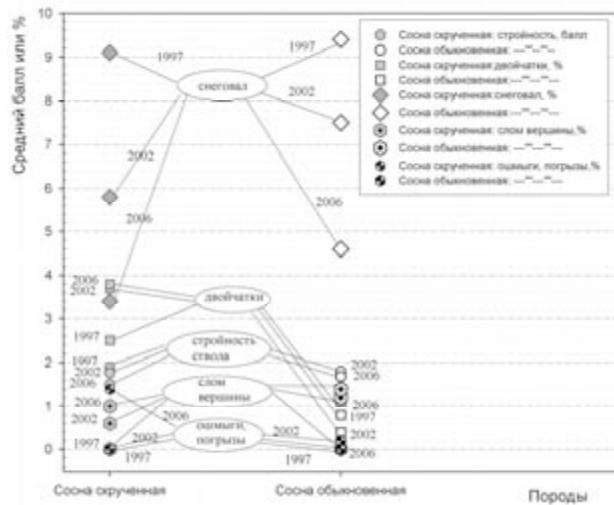


Рис. 4. Признаки, характеризующие устойчивость пород к комплексу повреждающих факторов

Причины, снизившие стройность ствола на нашем участке с саженцами, подробно обсуждались в одной из предыдущих публикаций [5]. Основная часть снеговальных растений была учтена еще в 1997 году. Позднее к ним добавились единичные стволы. Практически все они в 2002 году еще относились к категории растущих и начали активно переходить в отпад только к 2006 году. При вычислении показателя стройности ствола данная категория не учитывалась. В целом же на пробе № 1 по обобщенной оценке (1997–2006 гг.) стройности ствола и доле снеговальных особей сосны скрученной и обыкновенной различались несущественно – 1,72; 6,1 % и 1,75; 7,2 % соответственно.

Средняя (1997–2006 гг.) доля двойчаток заметно больше у сосны скрученной – 3,3 % против 0,8 % у сосны обыкновенной. У интродуцента двойчатки встречаются практически во всех ступенях толщины. Отдельно следует остановиться на характере повреждения саженцев крупными млекопитающими, преимущественно лосем. Встречались повреждения двух типов: характерный слом вершины и обгладывание (погрызы, обдир) коры со стволов (см. рис. 4). В целом частота этих повреждений была незначительной. У сосны обыкновенной в 2006 году чаще отмечен слом вершины (1,4 %), а у сосны скрученной – обдир коры (1,4 %). Наличие рядом с территорией опыта медвежьей берлоги привело к тому, что некоторые стволы были ободраны и наклонены медведем. В целом же доля поврежденных крупными млекопитающими деревьев у сосны обыкновенной составила 1,4 %, а у сосны скрученной – 2,4 % от числа всех живых стволов на пробе.

Для сосны скрученной характерно раннее вступление в репродуктивную фазу онтогенеза (примерно с пятилетнего возраста). В 1997 году плодоношение имели 42,5 % деревьев, в 2002 году – 60,3 %, а в 2006-м – 78,4 %. Для сосны обыкновенной этот показатель равнялся 8,6; 8,7 и 53,8 % соответственно. Для обоих видов было характерно, что по мере увеличения ступени толщины доля плодоносящих особей в ступени увеличивалась, достигая 80–100 % в господствующей части древостоя. Тем не менее различия между видами в интенсивности плодоношения были очевидны. Только в 2006 году кривая распределения доли плодоносящих деревьев по ступеням толщины (в % от общего числа деревьев элемента леса) у сосны обыкновенной стала похожей на таковую у сосны скрученной (рис. 5). Выявленные особенности биологии экзота создают весьма благоприятные предпосылки для формирования постоянных лесосеменных участков данной породы на базе опытных культур.

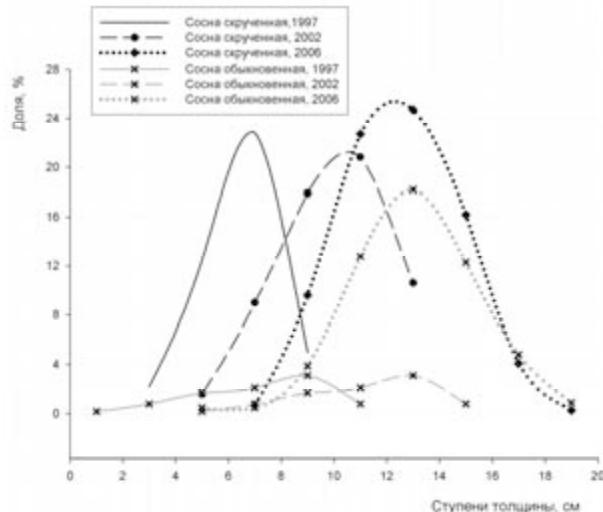


Рис. 5. Распределение плодоносящих деревьев по ступеням толщины, % от их общего числа по породам (проба № 1)

Обработка данных отдельно по пробам № 2 и 3 площадью по 0,5 га каждая показала, что исследуемые совокупности биологически и статистически однородны. Поэтому первичный материал был объединен в один массив данных, и все последующие выводы распространяются на весь участок культур (4,9 га), заложенный однолетними тепличными сеянцами с открытой корневой системой. Показатели роста и развития фрагмента культуры, созданного сеянцами, существенно отличались от соответствующих параметров фрагмента, заложенного саженцами, хотя следует отметить и ряд общих моментов (рис. 6, табл. 6). Так же, как и в случае с саженцами, анализ ростовых показателей 15-летних культур в 2002 году давал основания ожидать того, что в следующем пятилетии аборигенная сосна догонит интродуцируемый вид по основным биометрическим показателям. Однако этого не случилось,

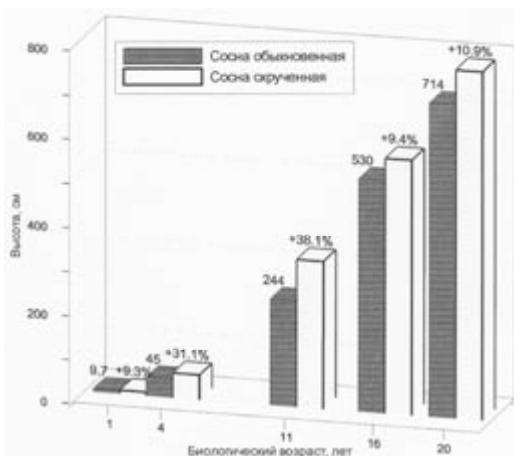


Рис. 6. Пробы № 2 и 3. Ход роста сосен скрученной и обыкновенной в высоту

Таблица 6

Основные таксационные показатели сосен скрученной и обыкновенной, пробы № 2 и 3

Показатели	Сосна скрученная	Сосна обыкновенная
Число стволов, шт.	592	547
Запас, м <sup>3</sup> /га	25,3	17,8
Плодоносящие особи, шт./%	474	232
Стройность, балл	1,22	1,28
Средний объем ствола, м <sup>3</sup>	0,04281	0,03248
Средний диаметр, см	10,5	9,3
Средняя высота, м	7,92	7,14
Относительная полнота	0,24	0,20

и в 2006 году сосна скрученная статистически достоверно превосходила сосну обыкновенную по диаметру на 12,9 %; высоте и среднему объему ствола – на 10,9 и 31,7 % соответственно. Как уже отмечалось выше, на данном участке сфор-

мировалось смешанное насаждение, имеющее следующие характеристики: состав и структура – 5,2С скруч. 4,8С обыкн. по числу стволов, по запасу – 5,9С скруч. 4,1С обыкн.; густота – 1139 шт./га; относительная полнота – 0,44; запас – 43,11 м<sup>3</sup>; средние диаметр и высота – 9,9 см и 7,5 м. Вопросы сравнительной продуктивности культур, заложенных сеянцами и саженцами, будут обсуждены ниже.

Как следует из табл. 7, исследованные варианты культур обеих сосен демонстрируют довольно ровные показатели роста по диаметру. Варианты, имеющие статистически достоверное отличие со средним по виду, отмечены в таблице жирным курсивом. У сосны обыкновенной это один отстающий вариант «Ругозеро», а у сосны скрученной один лидирующий – «S23A8560227». У сосны скрученной была выше доля двойчаток и снеговальных стволов, а у сосны обыкновенной – выше доля особей со сломанной вершиной. Оценка стройности ствола у обоих видов была высокой, причем сосна скрученная даже немного опережала аборигенный вид по данному показателю. При этом у сосны скрученной показатель стройности с увеличением диаметра менялся неизначительно, в то время как у сосны обыкновенной был отмечен выраженный тренд: с увеличением ступени толщины качество ствола заметноросло. И, конечно, одна из самых заметных особенностей экзота – раннее вступление растений в репродуктивную стадию развития. На пробе № 1 различие по плодоношению между видами еще менее заметно, а на пробах № 2 и 3 оно уже велико. В целом доля плодоносящих растений у аборигенной сосны примерно в два раза меньше, чем у экзота (см. табл. 6). Анализируя набор исследованных качественных признаков, необходимо отметить, что культуры в целом находятся в хорошем состоянии, имеющиеся повреждения незначительны (см. табл. 7).

Основные характеристики сосен скрученной и обыкновенной на пробах № 2 и 3.  
Биологический возраст – 20 лет

Вариант	№	Диаметр, см	Высота, м	Объем средн. дерева, м <sup>3</sup>	Стройность ствола, балл	Двой-чатки, %	Снего-вал, %	Слом вер-шины, %	Обдир коры, %	Запас, м <sup>3</sup> /га
Сосна обыкновенная										
24 Чупа	81	9,3	7,1	0,033	1,25	–	1,2	2,5	–	2,6
<b>Ругозеро</b>	<b>114</b>	<b>8,7</b>	<b>7,0</b>	<b>0,029</b>	<b>1,32</b>	<b>0,9</b>	–	<b>2,6</b>	<b>1,8</b>	<b>3,3</b>
2 Олонец	210	9,3	7,1	0,032	1,24	1,0	–	2,4	0,5	6,7
3 Олонец	65	9,8	7,2	0,038	1,31	3,1	–	4,6	–	2,5
Контроль	77	9,7	7,1	0,035	1,32	–	–	–	–	2,7
<b>Среднее (итого)</b>	<b>547</b>	<b>9,3</b>	<b>7,1</b>	<b>0,033</b>	<b>1,28</b>	<b>0,9</b>	<b>0,2</b>	<b>2,6</b>	<b>2,4</b>	<b>17,8</b>
Сосна скрученная										
Импилахти	219	10,2	7,8	0,041	1,25	0,9	5,5	0,9	1,4	8,9
Сортавала	73	10,6	7,9	0,046	1,24	4,1	11,0	1,4	11,0	3,4
S23A8560230	74	10,5	7,9	0,043	1,45	–	–	–	–	3,2
S23A8560231	57	10,6	8,0	0,042	1,23	–	–	3,5	3,5	2,4
S23A8560229	14	9,5	7,6	0,033	1,14	–	–	7,1	–	0,5
<b>S23A8560227</b>	<b>54</b>	<b>11,5</b>	<b>8,2</b>	<b>0,051</b>	<b>1,07</b>	–	–	–	–	<b>2,7</b>
S23A8560228	101	10,6	8,0	0,042	1,15	1,0	1,0	2,0	1,0	4,3
<b>Среднее (итого)</b>	<b>592</b>	<b>10,5</b>	<b>7,9</b>	<b>0,043</b>	<b>1,22</b>	<b>1,2</b>	<b>3,7</b>	<b>1,4</b>	<b>2,4</b>	<b>25,3</b>

Еще в 1997 году были отмечены высокое качество ствола, отсутствие снеговала и хороший рост культур, заложенных сеянцами. Было высказано предположение, что в скором времени участки культур, созданные сеянцами и саженцами, сравняются по биометрическим показателям. Кроме того, обработка данных за 2002 год показала, что разрыв между экзотом и аборигенной сосновой значительно сократился. Это давало повод ожидать, что к моменту следующего обследования сосна обыкновенная догонит сосну скрученную. Ни того, однако, ни другого пока не произошло (табл. 8).

Таблица 8

Динамика таксационных характеристик 18-летних культур сосны скрученной и сосны обыкновенной в зависимости от вида посадочного материала

Годы учета	Сосна обыкновенная			Сосна скрученная		
	Объем среднего дерева, м <sup>3</sup>	Запас на 1 га, м <sup>3</sup>	Среднепериодич. прирост, м <sup>3</sup> /га	Объем среднего дерева, м <sup>3</sup>	Запас на 1 га, м <sup>3</sup>	Среднепериодич. прирост, м <sup>3</sup> /га
Саженцы (1 т + 2)						
1997	0,005	8,5		0,0082	13,2	
2002	0,023	37,4	5,83	0,0276	43,1	6,02
2006	0,045	65,1	7,25	0,0518	75,4	8,47
Темп роста (2002–2006), %	91,0	74,0	24,4	87,7	75,0	40,7
Сеянцы (1 т)						
2002	0,018	21,0		0,0229	26,1	
2006	0,033	37,0	4,01	0,0428	48,7	5,66
Темп роста, %	85,7	76,6		86,9	86,6	
Сеянцы по отношению к саженцам, %						
2002	-24,9	-44,0	-44,7	-17,0	-39,4	-33,2
2006	-27,0	-43,1		-17,4	-35,4	

В табл. 8 дана сравнительная оценка продуктивности культур по породам и категориям посадочного материала. Текущий годичный (среднепериодический) прирост рассчитан по формуле: изменение запаса плюс отпад, деленное на число лет соответствующего периода. Если говорить о саженцах, то, как следует из табл. 8, темпы роста сосен обыкновенной и скрученной практически одинаковые, но текущий годичный прирост за последнее 4-летие у интродуцента был выше на 16,8 %. По сеянцам картина несколько иная. По темпам увеличения всех таксационных показателей экзот имеет стабильное преимущество, а по величине прироста разница между видами достигает 41,1 %. В целом по опытному участку превосходство интродуцента по приросту составило 37,1 %. Следует упомянуть, что оценка сосны скрученной как более продуктивной по объему стволовой древесины

породы (+36 % по сравнению с аборигенной сосновой) в работах Елфинга и др. [6], [7], [8] рассчитана именно по величине максимального среднепериодического прироста. Данные табл. 8 также свидетельствуют о сохранении во времени относительной разницы между сеянцами и саженцами. Иными словами, культуры, созданные перешколенными 3-летними саженцами, имеют более высокую сохранность, диаметр и высоту. Такого рода положительный эффект применения крупномерного посадочного материала хорошо известен. Однако по другим показателям картина не столь однозначна (табл. 9).

Таблица 9

Качество ствола и повреждаемость культур сосен скрученной и обыкновенной по видам посадочного материала

Вариант	Стройность ствола, балл	Двойчатки, %	Снеговал, %	Слом вершины, %	Обдир коры, %
Сосна обыкновенная					
Сеянцы	1,28	0,9	0,2	2,6	2,4
Саженцы	1,68	1,1	4,6	1,4	0

Сосна скрученная

Сеянцы	1,22	1,2	3,7	1,4	2,4
Саженцы	1,51	3,8	3,4	1,0	1,4

Культуры из сеянцев отличаются лучшим качеством ствола, но у них ниже сохранность. Известно, что более мелкий посадочный материал при прочих равных условиях предполагает большее количество уходов. В нашем случае они сильнее пострадали от лося. Очевидно, что использование крупномерного материала позволяет культурам быстрее выходить из зоны риска. Вопросы размерности посадочного материала, пропорциональности развития надземной и подземной частей дерева, густоты посадки для сосны скрученной весьма актуальны, так как в целом жесткость ствола и биомеханическая устойчивость у нее ниже, чем у сосны обыкновенной. Искривление же стволиков в молодом возрасте в дальнейшем повышает вероятность ветровала и снеговала и, в конце концов, оказывается на всех таксационных параметрах древостоя.

Применительно к искусственно лесовосстановлению в таежной зоне преодоление так называемого «фактора времени» подразумевает формирование различными методами и способами хвойных молодняков, обладающих ускоренным ростом. Описанные испытательные культуры сосны созданы в относительно благоприятных почвенно-климатических условиях средней подзоны тайги на юго-западе Карелии. Тип леса – черничный, почва – подзолистая супесчаная, подстилаемая суглинками в условиях моренного полого-волнистого рельефа. Руководствуясь рекомендациями ЛенНИИЛХ [3] и средней высотой древостоя как ведущим параметром, на момент исследования производительность культур оценена по I,5 классу бонитета. Следует отметить, что интенсив-

ный рост культур достигнут без применения удобрений и химического ухода, исключительно за счет правильного выбора лесокультурной площади в смысле соответствия ее эколого-биологическим свойствам высаживаемых пород, хорошей очистки лесосеки, обработки почвы дисковым орудием (ПДН-1), использования качественного посадочного материала и проведения своевременных уходов механическим способом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Испытательных культур сосны скрученной, где были бы представлены ее происхождения из естественного ареала, на Европейском Севере России насчитывается всего несколько десятков гектаров, поэтому ценность каждого длительно наблюдаемого полевого опыта с участием этой породы весьма велика. Нами были изучены сохранность, устойчивость, рост и развитие ряда вариантов сосен скрученной и обыкновенной в испытательных культурах, созданных в Видлицком лесничестве Олонецкого лесхоза в 1988 году.

Исследованиями на данном опытном участке выявлено, что прохождение экзота из провинции Альберта (Канада), несмотря на свое относительно южное происхождение (5...7° южнее места испытаний) и перенос в существенно менее континентальные климатические условия, показали хорошую сохранность, удовлетворительную устойчивость к комплексу биотических и абиотиче-

ских факторов среды, быстрый рост и ускоренный переход к генеративной стадии развития. Аналогичные выводы могут быть сделаны и в отношении карельских вариантов «Сортавала» и «Импилахти», которые являются семенным потомством 50-летних культур этого вида. Таким образом, сосна скрученная (*Pinus contorta ssp. latifolia S. Watson*) как интродуцируемая порода (экзот) оказывается способной не только к успешной акклиматизации, но отчасти и натурализации в почвенно-климатических условиях подзоны средней тайги Карелии. При совместном выращивании с аборигенной сосной обыкновенной она успешно встраивается в систему связей формирующегося культурфитоценоза и становится его органической частью. В пределах исследованного возрастного периода усредненное по опыту преимущество сосны скрученной по производительности перед аборигенной сосной составило 37,1 % при оценке по среднепериодическому приросту за последние 4 года. Создание смешанных культур повышает их общую устойчивость и снижает всевозможные риски при использовании интродуцентов. Есть основания считать, что использование сосны скрученной как пионерной скороспелой породы в смеси с аборигенной сосной обыкновенной в средней подзоне тайги Карелии было бы целесообразным при создании лесосырьевых плантаций с целью получения как балансовой, так и крупной пиловочной древесины.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесотаксационные таблицы / Сост. Н. И. Казимиров, В. В. Кабанов. Петрозаводск, 1976. С. 32.
2. Огневский В. В., Хироп А. А. Обследование и исследование лесных культур. М.: Лесная промышленность, 1964. 52 с.
3. Прогнозные таблицы хода роста плантационных культур. Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. 37 с.
4. Раевский Б. В., Мордась А. А. Рост и продуктивность испытательных культур сосны скрученной в Южной Карелии // Лесной журнал. 2000. № 5–6. С. 74–81.
5. Раевский Б. В., Мордась А. А. Ход роста культур сосны скрученной в подзоне средней тайги // Лесной журнал. 2005. № 1–2. С. 22–32.
6. Elfving B., Ericsson T., Rosvall O. The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden – a review // Forest Ecology and Management. 2001. Vol. 141. P. 15–29.
7. Elfving B., Norgen O. Volume yield superiority of lodgepole pine compared to Scots pine in Sweden // *Pinus contorta* from untamed forest to domesticated crop. Umea, 1992. P. 69–80.
8. Ericsson T. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden. Umea: Swed. Univer. of Agricult. Sciences, 1994. 33 p.
9. Weissenberg K. Seventy years experience of lodgepole pine in Finland // Proceedings of the IUFRO joint meeting of working parties. Canada: Vancouver, 1978. Vol. 2. 24 p.