DOI 10.21178/2079-6080.2016.2.42
УДК 630.5:630.271:630.232+582.475.4

Рост и развитие сосны скрученной (*Pinus contorta* Loud. var. *latifolia* S. Wats) в условиях северной тайги

© Н.А. Демидова, Т.М. Дуркина, Л.Г. Гоголева, С.А. Демиденко,
Ю.С. Быков, А.А. Пармонов

Growth and development of a lodgepole pine (*Pinus contorta* Loud. var. *latifolia* S. Wats) in a northern boreal forest

N.A. Demidova, T.M. Durkina, L.G. Gogoleva, S.A. Demidenko, Y.S. Bykov, A.A. Paramonov
(Federal Budget Institution “Northern Research Institute of Forestry”)

The research was conducted on plantations of exotic conifers species in the “Dendrological garden of the FBU SevNIILH named after V.N. Nilov” and nearby Bobrovo village in the Primorsky district of the Arkhangelsk Region. The aim of the work is the feasibility of the lodgepole pine (*Pinus contorta* Loud. var. *latifolia* S. Wats.) use for plantation cultivation in the boreal forests. The overall measurements of the diameters at breast height, the lodgepole pine trees height measurements and model trees cutting were carried out on the coniferous plantations. It was assigned that the lodgepole pine exceeds the scotch pine in current increment in diameter, volume and in range of mean volume increment. It is noted that the lodgepole pine’s trend to superiority over the Scotch pine remained after 18-20 years of cultivation, but the growth rate decreased.

The lodgepole pine is one of the most promising exotic species for fast growing wood. An interest in this tree species is caused by the fact that the lodgepole pine wood is a valuable raw material for a cellulose processes. The value of the study lies in the fact that for the first time the form factors and height form factors based on model trees of the lodgepole pine and a table of tree stem volumes in diameter and height were calculated (the difference with the values of the scotch pine tree volumes in the conditions of the European North of Russia is 6-7%).

In order to make decisions on the feasibility of the lodgepole pine use for cultivation on plantations at the European North of Russia, further observations of its growth and development should be implemented.

Key words: lodgepole pine, introduction, plantation cultivation, growth, inventory indices, stem volume table, boreal forests

Рост и развитие сосны скрученной (*Pinus contorta* Loud. var. *latifolia* S. Wats) в условиях северной тайги

Н.А. Демидова, Т.М. Дуркина, Л.Г. Гоголева, С.А. Демиденко, Ю.С. Быков, А.А. Парамонов

Исследования проводились на плантациях хвойных интродуцентов в дендрологическом саду ФБУ «СевНИИЛХ имени В.Н. Нилова» и в посёлке Боброво Приморского района Архангельской области. Цель работы — исследование целесообразности использования сосны скрученной (*Pinus contorta* Loud. var. *latifolia* S. Wats) для плантационного выращивания в бореальных условиях. На плантациях хвойных интродуцентов проводился сплошной перебор с замером диаметров на высоте груди, измерение высот и рубка модельных деревьев сосны скрученной для проведения анализа хода роста (для контроля бралась сосна обыкновенная). Установлено, что сосна скрученная превосходит в росте сосну обыкновенную по текущему приросту по диаметру, по объёму и по величине среднего прироста по объёму. Отмечено, что эти тенденции сохранились по истечении 18-20 лет, но показатели роста снизились.

Сосна скрученная является одной из перспективных пород-интродуцентов для ускоренного выращивания древесины, которая является ценным сырьём для получения целлюлозы как сульфитным, так и сульфатным способами. По результатам проведённых исследований впервые были рассчитаны видовые числа и видовые высоты по модельным деревьям сосны скрученной и составлена таблица объёмов стволов по диаметру и высоте (расхождение со значениями объёмов стволов сосны обыкновенной на Европейском Севере составляет 6-7%).

Для принятия решений о целесообразности использования этого вида сосны для плантационного выращивания на Европейском Севере России необходимы дополнительные наблюдения за ее ростом и развитием.

Ключевые слова: сосна скрученная, интродукция, плантационное выращивание, ход роста, таксационные показатели, таблицы объёмов ствола

Демидова Наталья Анатольевна — и. о. зам. директора по научной работе, канд. биол. наук.

Дуркина Татьяна Михайловна — науч. сотр.

Гоголева Людмила Георгиевна — науч. сотр.

Демиденко Сергей Алексеевич — и. о. ученого секретаря

Быков Юрий Сергеевич — младший науч. сотр.

Парамонов Андрей Алексеевич — лаборант-исследователь

Федеральное бюджетное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

163062, г. Архангельск, ул. Никитова, 13

E-mail: forestry@sevniilh-arh.ru

Введение

Сосна скрученная широколистная (широкохвойная) (*Pinus contorta* Loud. var. *latifolia* S. Wats) естественно произрастает в западной части Северной Америки: от Нью-Мексико на юге до Юкона в Северной Канаде. Анализ зарубежных исследований подтверждает целесообразность использования сосны скрученной для целей лесовосстановления на северо-западе европейского континента. Лесоводы Ирландии, Великобритании, Швеции отмечают, что эта порода является перспективной для ускоренного выращивания древесины, пригодной для целлюлозно-бумажной промышленности в странах с умеренным климатом.

Сосна скрученная была интродуцирована во многих странах мира, прежде всего, за высокую производительность по сравнению с аборигенными породами. В Новой Зеландии стали разводить сосну скрученную во второй половине 1800-х годов [28]. В 1900-х она была интродуцирована в Южной Америке [36], а также в ряде европейских стран. Насаждения сосны скрученной создавались в жестких климатических условиях, на неиспользуемых бедных почвах в Шотландии [30] и Ирландии [23], на неплодородных, сухих, песчаных участках в Дании [27] и в субальпийских или в холодных климатических условиях Новой Зеландии [31]. Многочисленные исследования, в основном в Швеции и Финляндии, подтверждают, что сосна скрученная превосходит аборигенную сосну по росту и производству биомассы [21, 20, 35, 37, 18]. Ruosalainen [34], анализируя результаты интродукционного испытания различных древесных видов в финской Лапландии на северной границе лесов, отмечает, что *Pinus contorta* var. *latifolia* S. Wats. имеет наилучшую степень выживаемости и рост в этих условиях по сравнению даже с местной сосной обыкновенной. Поэтому он рекомендует использовать сосну скрученную в наиболее суровых климатических условиях.

Широкомасштабная интродукция сосны скрученной в Швеции началась в 1970-х годах

по инициативе лесных компаний. В начале 1990-х насчитывалось около 400 тысяч гектаров сосны скрученной, на сегодняшний день создано около 600 тыс. га плантаций, что составляет около 4% продуктивных лесных угодий [19]. Разработаны рекомендации по лесосеменному районированию сосны скрученной. Было определено, что лучшие результаты дают семена, полученные из внутренней части Британской Колумбии и с Юкона и оптимальная их переброска в Швеции составляет 2-5° на север [25, 24, 29]. Для удовлетворения потребности в семенах некоторые компании, начиная с 1972 года, создали лесосеменные участки, площадь которых к 1987 г. достигла 140 га из расчета потребности в семенах для целей лесовосстановления в среднем на 50 тыс. га в год [33]. В настоящее время максимальная разрешенная ежегодная площадь с использованием сосны скрученной при лесовосстановлении в Швеции составляет 14 тыс. га.

Б.В. Раевский и А.А. Мордась [11], изучая ход роста культур сосны скрученной в подзоне средней тайги, заметили, что выбор подходящих происхождений экзота практически всегда имеет решающее значение, что предполагает тщательное исследование внутривидовой изменчивости интродуцента в географических культурах.

Сосна скрученная независимо от условий местопроизрастания способна увеличить продуктивность насаждения на 36% по сравнению с аборигенной сосной [17]. По результатам изучения хода роста плантаций этой породы разного возраста шведскими учеными была составлена обобщенная модель продуктивности по отношению к сосне обыкновенной [18].

Отечественный опыт посадок сосны скрученной показал, что перспективным регионом для ее выращивания является северо-запад России: Архангельская, Вологодская [14], Ленинградская и Новгородская области [1, 7], республики Коми [15, 22] и Карелия [12, 13]. Именно здесь она превосходит мест-

ные породы по производительности.

Широкому внедрению в плантационное выращивание североамериканской сосны скрученной должен предшествовать ряд этапов интродукционной работы [4], среди которых можно назвать следующие:

- отбор лучших по фенотипу растений на опытных плантациях;

- создание в регионе собственной семенной базы *Pinus contorta* var. *latifolia* для обеспечения широкого внедрения этой породы в культуру.

Начиная с 1979 года, в опытном порядке ФБУ «СевНИИЛХ» было создано около 50 га плантаций сосны скрученной в различных регионах Европейского Севера (Архангельская и Вологодская области, Республика Коми). По результатам испытания сосна скрученная отличается быстрым ростом в молодом возрасте, формирует к 40–50 годам 250–300 м³/га малосмолистой древесины, пригодной как для сульфатной так и для сульфитной варки целлюлозы и может быть использована для плантационного выращивания балансовой древесины на Европейском Севере России [8, 9].

Как было определено ранними исследованиями в Фенноскандии, при выращивании в одинаковых условиях сосна скрученная по качеству древесины не уступает сосне обыкновенной. Однако, согласно Persson, сосна скрученная имеет лучшую форму ствола, ее древесина менее плотная, с большей пропорцией ядровой части [32], а также менее подвержена искривлению и растрескиванию во время сезонного хранения. Целлюлоза из нее имеет большую разрывную длину и более гибкие волокна. Естественная очистка ствола от сучьев по сравнению с сосной обыкновенной происходит медленнее, что значительно отличается эти два вида сосен [16, 26].

Л.Е. Крыжановская, Т.М. Дуркина и др. (2011) провели изучение анатомических свойств древесины сосны скрученной. По макроскопическим показателям и плотности древесина сосны скрученной в 30-летнем возрасте незначительно отличается от сосны обыкновенной [5]. В 25-летних опытных культурах базисная плотность древесины сосны скрученной находилась в пределах 379–385 кг/м³, а сосны обыкновенной — 393–406 кг/м³. По данным Б.В. Раевского, древесина сосны скрученной в насаждениях Карелии характеризовалась довольно высокой плотностью (467 кг/м³). По данным О.И. Полубояринова и Р.Б. Федорова [10], древесина сосны, используемая в целлюлозно-бумажной промышленности, с базисной плотностью в пределах 354–411 кг/м³, относится к балансам I категории. Таким образом, результаты исследований в Архангельске и Карелии подтверждают, что по плотности древесина сосны скрученной соответствует техническим требованиям, предъявляемым к балансовой древесине высокого качества.

Цели и задачи исследования

Исследования проводились с целью определения целесообразности использования (*Pinus contorta* Loud. var. *latifolia* S. Wats) для плантационного выращивания, для чего изучались рост и продуктивность этой породы.

Объекты и методы исследования

Полевые работы выполнялись в дендрологическом саду ФБУ «СевНИИЛХ имени В.Н. Нилова» на плантациях хвойных интродуцентов (ПХИ-83, ПХИ-82-84, ПХИ-85), а также на территории б. Бобровского питомника (ПХИ-1-88). Описание объектов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика плантаций сосны скрученной

Объект	Местонахождение	Год закладки	Возраст, лет	Площадь, га	Порода	Схема посадки, м	Густота посадки шт./га	Количество, шт.			Приживаемость в год посадки, %	Сохранность, %
								при посадке	по учету 2015 г.	в год посадки, %		
ПХИ 82-84	Приморский р-н, территория дендрологического сада	1982-	37	0,48	С.С.*	2,1×2,0	2350	756	525	99,0	72,9	69,4
		1984						40	33	100	87,5	82,5
ПХИ 83	Приморский р-н, территория дендрологического сада (осушенное сф. болото)	1983	37	1,12	С.С.*	2,0×2,0	2500	1976	1279	97,0	67,3	64,7
					С.О.**			29	15	51,7	58,6	51,7
ПХИ 85	Приморский р-н, территория дендрологического сада	1985	33	0,05	С.С.*	2,0×2,0	2500	141	68	95,0	48,9	48,2***
					С.О.**							
ПХИ 1-88	Приморский р-н, Архангельское лесничество, территория бывшего Бобровского питомника	1988	30	2,7	С.С.*	2,5×2,5	1600	2707	2375	95,9	95,9	87,7
					С.О.**							

Примечание. С.С.* – сосна скрученная;

С.О.** – сосна обыкновенная;

*** – В мае 2000 года ПХИ-85 сильно пострадала от снегопада

Изучение роста и продуктивности сосны скрученной проводилось по общепринятой методике: сплошной пересчет с замером высоты и диаметра на 1,3 м. Для замера диаметра ствола использовалась мерная вилка «Mantax Precision 11-100-1032» с ценой деления 1 мм, для замера высоты — мерный шест «MODEL-202 12 m» и дальномер лазерный «Vertex Laser VL 400». Определение запасов проводилось с использованием стандартных формул и таблиц [6]. В связи с отсутствием нормативных материалов для сосны скрученной в условиях Севера Европейской части России были использованы таблицы для сосны обыкновенной.

Рост деревьев определялся с учетом условий произрастания и биологических особенностей породы, которые отражаются на изменении диаметра, высоты и объема ствола. Исследование хода роста включало полевые и камеральные работы [2].

На основании результатов исследований отбирались средние по таксационным показателям деревья в соответствии с целями и задачами исследований.

У каждого срубленного дерева измерялись высота ствола, расстояние до первого живого и до первого мертвого сучка, протяженность кроны, годичный прирост в высоту. Каждое модельное дерево разбивалось на 10 секций длиной 0,1Н (0,1 высоты дерева). На границах секций спиливались кружки. Кроме того кружки спиливались на высотах 0,1 и 1,3 м. На верхней стороне кружков отмечали направление сторон света (С-Ю и В-З), номер модели и высоту среза от шейки корня.

Камеральные работы заключались в подсчете годичных слоев. На спиле у шейки корня по каждому радиусу подсчитывались годичные слои от центра к периферии, с отметкой карандашом полных пятилетий. На всех остальных спилах годичные слои учитывались от периферии к центру, при этом сначала отмечалось неполное пятилетие. Число годичных слоев по радиусу на спиле у шейки корня примерно соответствует возра-

сту дерева. Затем на спилах измерялись взаимно перпендикулярные диаметры по каждому периоду возраста и высчитывалось среднее значение диаметра. По числу годичных слоев устанавливалась высота по пятилетиям.

Следующая стадия работ заключалась в определении объема ствола для каждого учетного периода. По срединным диаметрам всех отрезков находили площади сечений. Зная общую высоту, объем ствола определяли как сумму объемов одинаковых длин секций и размера вершины. Длина вершинки для каждого периода — это разность между высотой дерева и общей длиной одномерных отрубков, а размер ее основания определялся интерполяцией ближайших сечений ствола.

По полученным цифровым данным были вычислены все необходимые таксационные показатели ствола: q_2 , $\int$ и их изменение с возрастом, текущий и средний приросты $d_{1,3}$ и $g_{1,3}$, проценты текущего прироста Pv , выход сортиментов в разные периоды жизни дерева.

Заключительный этап анализа древесного ствола заключался в построении графиков хода роста [3].

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 показан ход роста сосны скрученной и сосны обыкновенной по диаметру по плантациям.

На графике видно, что сосна обыкновенная на плантации ПХИ-83 значительно отстает в росте по диаметру от сосны скрученной, а на плантации ПХИ-82-84 рост ее начинает снижаться только после 20 лет. Наиболее высокие показатели роста сосны скрученной по диаметру — на плантации ПХИ-85, наиболее низкие — на плантации ПХИ-83. Более интенсивный прирост по диаметру наблюдается до 15 лет, далее интенсивность роста снижается. Низкий прирост на плантации ПХИ-83 как сосны обыкновенной, так и сосны скрученной связан с произрастанием в менее благоприятных условиях на осушенном сфагновом болоте.

Рис. 1. Ход роста сосны скрученной и сосны обыкновенной по диаметру на разных объектах

На рисунке 2 показан ход роста сосны скрученной и сосны обыкновенной по высоте на разных плантациях.

Рис. 2. Ход роста сосны скрученной и сосны обыкновенной по высоте на разных объектах

На рисунке 3 показан ход роста сосны скрученной и сосны обыкновенной по объёму по плантациям.

Рис. 3. Ход роста сосны скрученной и сосны обыкновенной по объёму на разных объектах

Исходя из графиков, наиболее высокие показатели роста по высоте сосна скрученная имеет на плантациях ПХИ-85 и ПХИ-1-88, на плантации ПХИ-82-84 сосна обыкновенная обгоняет её в росте, а на ПХИ-83 заметно отстает от сосны скрученной. Показатели роста в высоту predetermined местом произрастания и происхождением семян.

Наиболее интенсивный рост по объёму – у сосны скрученной на плантации ПХИ-85 и ПХИ-1-88, наиболее низкий – и у сосны скру-

ченной и у сосны обыкновенной на плантации ПХИ-83 (осушенное болото), а на плантации ПХИ-82-84 сосна скрученная превосходит в росте по объёму сосну обыкновенную.

На рисунке 4 представлена зависимость объёмов стволов сосны скрученной от диаметра. Зависимость объёмов стволов от диаметров характеризуется уравнением связи: $V = 0,00051 + 0,001179 \cdot D + 0,000459 \cdot D^2$, где V – объём ствола, м³, D – диаметр на высоте груди, см.

Рис. 4. Зависимость объёмов стволов сосны скрученной от диаметра

Используя график зависимости объема ствола от диаметра, можно снять значения объема для любого диаметра и в дальнейшем эти данные использовать при опреде-

лении запаса.

На рисунках 5 и 6 приведена образующая ствола в коре и без коры сосны скрученной и сосны обыкновенной по плантациям.

Рис. 5. Образующие ствола в коре сосны скрученной и сосны обыкновенной на разных объектах

Рис. 6. Образующие ствола без коры сосны скрученной и сосны обыкновенной на разных объектах

На графике видно, что в пределах одной и той же породы числа сбег принимают различные значения в зависимости от условий роста.

В таблице 2 приведены сравнительные данные моделей сосны скрученной и сосны обыкновенной на плантации ПХИ-83.

Таблица 2

Сравнительные данные модельных деревьев на плантации ПХИ-83

Показатели	Сосна скрученная	Сосна обыкновенная	Соотношение показателей по породам С.с./С.об.
Возраст, лет	35	35	
Высота, м	13,5	12,4	1,1
Протяженность кроны: м	4,3	5,7	
%	32	46	
Объем ствола, в м ³ : в коре	0,0883	0,0498	1,8
без коры	0,0835	0,0454	
Объем коры, %	5,4	8,8	
Средний прирост по объему, м ³ /год:			
в коре	0,0025	0,0014	1,8
без коры	0,0024	0,0013	
Текущий прирост:			
по высоте, см	47	40	1,2
по диаметру, см	0,26	0,18	1,4

Анализ данных по плантации ПХИ-83 показал, что сосна скрученная, не уступая в росте сосне обыкновенной, обгоняет ее по величине текущего прироста: по высоте — в 1,2 раза, по диаметру — в 1,4 раза, по объему и по величине среднего прироста по объему — в

1,8 раза. Объем коры у сосны скрученной составил 5,4%, у сосны обыкновенной — 8,8%.

В таблице 3 приведены сравнительные данные моделей сосны скрученной и сосны обыкновенной на плантации ПХИ-82-84.

Таблица 3

Сравнительные данные модельных деревьев на плантации ПХИ-82-84

Показатели	Сосна скрученная	Сосна обыкновенная	Соотношение показателей по породам С.с./С.об.
Возраст, лет	33	33	
Высота, м	13,6	15	
Протяженность кроны: м	7,0	6,3	
%	42	42	
Объем ствола, м ³ : в коре	0,2228	0,1932	1,2
без коры	0,2082	0,1786	
Объем коры, %	6,6	7,6	
Средний прирост по объему, м ³ /год:			
в коре	0,0068	0,0059	1,2
без коры	0,0063	0,0054	
Текущий прирост: по высоте, см	45	56	1,4
по диаметру, см	0,37	0,27	

Анализируя данные таблицы, можно сказать, что сосна скрученная на плантации ПХИ-82-84 уступает в росте по высоте в 1,1 раза (была взята только одна модель сосны обыкновенной), превосходит по показателю текущего прироста по диаметру в 1,4 раза, по объему ствола и величине среднего прироста по объему — в 1,2 раза. Объем коры у сосны скрученной — 6,6%, у сосны обыкновенной — 7,6%.

Более ранние исследования роста сосны скрученной на ПХИ-85 (в условиях поймы) показали, что в возрасте 15 лет сосна скрученная обгоняла сосну обыкновенную по величине текущего прироста: по высоте в 1,5 раза, по диаметру — в 2 раза; а по объему ствола и величине среднего прироста по объему — в 2,3 раза. Объем коры у сосны скрученной составил 7,9%, а у сосны обыкновенной 12,3%.

Выводы

По результатам изучения хода роста на всех плантациях интродуцент превосходит в росте аборигенную породу практически по всем таксационным показателям, за исключением роста по высоте на плантации ПХИ-82-84. Следует отметить, что по истечении 18-

20 лет тенденция к превосходству сосны скрученной сохранилась, но показатели снизились.

В связи с отсутствием нормативных материалов для сосны скрученной в условиях Севера Европейской части России были использованы таблицы для сосны обыкновенной. В процессе работы впервые были рассчитаны видовые числа и видовые высоты по модельным деревьям и составлена таблица объемов стволов по диаметру и высоте. Расхождение значений объемов стволов этой породы по диаметру и высоте в сравнении со значениями объемов стволов сосны обыкновенной Европейского Севера составляет 6-7%.

Сосна скрученная является одним из перспективных интродуцентов для ускоренного выращивания древесного сырья. Интерес к этой породе вызван и тем, что древесина сосны скрученной является ценным сырьем для получения целлюлозы как сульфитным, так и сульфатным способами.

Для принятия решений о целесообразности использования сосны скрученной для плантационного выращивания на Европейском Севере России необходимы дополнительные наблюдения за ее ростом и развитием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, В.М. Интродукция сосны скрученной в условиях Ленинградской области / В.М. Алексеев, А.В. Жигунов, А.С. Бондаренко, Д.С. Бурцев // Лесной журнал. — 2014. — № 3. — С. 24-33.
2. Гусев, И.И. Таксация древесного ствола срубленного и растущего дерева: учебное пособие / И.И. Гусев. — Архангельск: РИО АЛТИ, 1992. — 80 с.
3. Гусев, И.И. Лесная таксация: Учебное пособие к проведению полевой практики / И.И. Гусев, В.И. Калинин. — Л.: ЛТА, 1998. — 61 с.
4. Демидова, Н.А. Интродукционное районирование европейского Северо-Востока России / Н.А. Демидова, В.Н. Нилов // Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки». — НИУ «БелГУ», 2012. — № 9 (128), вып. 19. — С. 36-44.
5. Крыжановская, Л.Е. Анатомические свойства древесины сосны скрученной / Л.Е. Крыжановская, Т.М. Дуркина, А.Ю. Захаров, А.В. Дворяшин // Сборник трудов ФГУ «СевНИИЛХ» по итогам научно-исследовательских работ за 2005-2009 гг. — Архангельск, 2011. — С. 43-50.
6. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации: нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской обла-

- стей и Республики Коми / Федер. агентство лесного хоз-ва, ФБУ «СевНИИЛХ»; сост. Г.С. Войнов, Н.П. Чупров, С.В. Ярославцев, С.В. Торхов, А.П. Шушарин. — Архангельск: ОАО ИПП Правда Севера, 2012. — С. 84-85, 104, 179.
7. Маркова, И.А. Лесокультурные испытания перспективных пород-интродуцентов на северо-западе России / И.А. Маркова, А.В. Жигунов // Известия. — СПбЛТА, 1999. — Вып. 165. — С. 20-28.
 8. Нилов, В.Н. О качестве древесины североамериканской сосны скрученной на Европейском Севере / В.Н. Нилов, М.А. Павлова, Б.Л. Стафеев // Лесной журнал. — 1987. — № 3. — С. 56-60.
 9. Нилов, В.Н. Сосна скрученная в плантационных посадках Архангельской области. Лесоводство, лесоразведение, лесные пользования / В.Н. Нилов, Б.Л. Стафеев // Экспресс-информация. — М.: ЦБНТИ, 1987. — Вып. 13. — С. 12-21.
 10. Полубояринов, О.И. Обоснование выбора древесных пород при выращивании древесины как сырья для целлюлозно-бумажной промышленности / О.И. Полубояринов, Р.Б. Федоров // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. — Л.: ЛТА, 1990. — С. 63-67.
 11. Раевский, Б.В. Ход роста культур сосны скрученной в подзоне средней тайги / Б.В. Раевский, А.А. Мордась // Лесной журнал. — 2005. — № 1-2. — С. 22-32.
 12. Раевский, Б.В. Некоторые результаты интродукционных испытаний сосны скрученной в южной Карелии / Б.В. Раевский // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. — 2009. — № 7(101). — С. 51-59.
 13. Раевский, Б.В. Ход роста смешанных культур сосны скрученной и сосны обыкновенной в южной Карелии / Б.В. Раевский // Известия Коми НЦ Уральского отделения РАН. — 2010. — № 1. — С. 31-38.
 14. Стафеев, Б.Л. Северо-американская сосна скрученная — перспективная порода для интродукционного испытания в Архангельской области / Б.Л. Стафеев // Вопросы интродукции хозяйственно ценных древесных пород на Европейский Север. — Архангельск, 1989. — С. 35-43.
 15. Федорков, А.Л. Экспериментальные культуры сосны скрученной в республике Коми / А.Л. Федорков, А.А. Туркин // Лесоведение. — № 1. — 2010. — С. 70-74.
 16. Andersson, E. *Pinus contorta*. The properties of trees and wood / E. Andersson // Report No. 186, Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Science. — Uppsala, 1987. — 82 pp.
 17. Elfving, B. Volume yield superiority of lodgepole pine compared to Scots pine in Sweden / B. Elfving, O. Norgen // *Pinus contorta* from untamed forest to domesticated crop. — Umea, 1993. — P. 69-80.
 18. Elfving, B. The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden / B. Elfving, T. Ericsson, O. Rosvall // A review. Forest Ecology and Management. — 2001. — № 141. — P. 15-20.
 19. Engelmark, O. Contortatall i Sverige, ett storskaligt ekologiskt experiment / O. Engelmark. — SLU, Fakta Skog, 2011. — P. 9.
 20. Ericsson, T. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden — results and prospects based on early evaluations.: Dissertation. Swedish University of Agricultural Science. Faculty of Forestry. Dep. Of Forest Genetics and Plant Physiology / T. Ericsson. — Umea, 1994. — 325 p.
 21. Ericsson, T. Provenance qualities of the *Pinus contorta* breeding base in Sweden, Uppsala: Forestry Research Institute of Sweden Rep / T. Ericsson. — No. 4. — 1993. — 33 pp.
 22. Fedorkov, A. Variation in shoot elongation patterns in *Pinus contorta* and *Pinus sylvestris* in north-west Russia / A. Fedorkov // Scandinavian Journal of Forest research. — 2010. — № 25. — P. 208-212.
 23. Gallagher, G.J. Lodgepole pine in the Republic of Ireland. II. Yield and management of coastal lodgepole pine / G.J. Gallagher, T.J. Lynch, B. Fitzsimmons // For. Ecol. Manage. — 1987. — № 22. — P. 185-203.

24. Hagner, S. SCA, sprovedance experiments with lodgepole pine in north Sweden / S. Hagner. — In: Lindgren, D. (Ed.), 1993. — P. 146-161.
25. Hagner, S. On the prospects of cultivating *Pinus contorta* in north Sweden / S. Hagner, S. Fahlroth // Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift. — 1974. — № 4. — P. 477-528.
26. Lahde, E. Older lodgepole pine stands in southern Finland / E. Lahde, J. Nieminen, K. Etholen, P. Suolahti. — Folia Forestalia, 533, Finnish Forest Research Institute, Helsinki, 1982. — 38 pp.
27. Larsen, J.B. Older provenance trials with *Pinus contorta* in Denmark / J.B. Larsen // In: *Pinus contorta* as an Exotic Species, Proceedings of the IUFRO meeting 1980 on *Pinus contorta* provenances in Norway and Sweden. Research notes 30, Department of Forest Genetics, Swedish University of Agricultural Science. — Garpenberg, 1980. — P. 45-58.
28. Ledgard, N. The spread of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) in New Zealand / N. Ledgard // Forest Ecology and Management. — 2001. — № 141. — P. 43-57.
29. Lindgren, K. Forflyttningsrekommendationer för provenienser av contortatall i Sverige Recommendations for the transfer of lodgepole pine provenances into Sweden / K. Lindgren, D. Lindgren, O. Rosvall // Arbetsrapport, nr 27, Inst. för skoglig genetik och vaxtfysiologi, SLU. — 1988. Umeå. — 43 pp.
30. Lines, R. Experiments on lodgepole pine seed origins in Britain / R. Lines // Technical Paper 10, Forestry Commission. — Edinburgh, 1996. — 141 pp.
31. Miller, J.T. Introduced forest trees in New Zealand; recognition, role, and seed source. *Pinus contorta* Loudon — contorta pine / J.T. Miller, C.E. Ecroyd // New Zealand Forest Research Institute Bulletin. — 1987. — № 124, Part 2. — 11 pp.
32. Persson, A. Wood properties of *Pinus contorta*. *Pinus contorta* from untamed forest to domesticated crop / A. Persson. — Umeå, 1992. — P. 38-49.
33. Rosvall, O. The Swedish *Pinus contorta* tree improvement and seed production program / O. Rosvall // In: *Pinus contorta* as an Exotic Species, Proceedings of the IUFRO meeting 1980 on *Pinus contorta* provenance in Norway and Sweden. Research notes 30, Department of Forest Genetics, Swedish University of Agricultural Science. — Garpenberg, 1980. — P. 329-344.
34. Ruotsalainen, S. Tree Species Experiments at the Northern Timberline Region in Finland / S. Ruotsalainen // Eurasian J. For. Res. — 2006. — 51-60 pp.
35. Ruotsalainen, S. *Pinus contorta* provenances in northern Finland / S. Ruotsalainen, P. Velling // *Pinus contorta*: From untamed forest to domesticated crop. — Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, 1993. — P. 122-136.
36. Simberloff, D. Spread and impact of introduced conifers in South America: lessons from other southern hemisphere regions / D. Simberloff // Austral Ecology. — 2010. — № 35. — P. 489-504.
37. Varmola, M. Survival and early development of lodgepole pine / M. Varmola, H. Salminen, R. Rikala, M. Kerkela // Scandinavian Journal of Forest Research. — 2000. — № 15. — P. 410-423.

REFERENCES

1. Alekseev, V.M. Introduktsiya sosny skruchennoj v usloviyakh Leningradskoj oblasti / V.M. Alekseev, A.V. Zhigunov, A.S. Bondarenko, D.S. Burtsev // Lesnoj zhurnal. — 2014. — №3. — S. 24-33.
2. Gusev, I.I. Taksatsiya drevesnogo stvola srublennogo i rastushhego dereva: uchebnoe posobie / I.I. Gusev. — Arkhangel'sk: RIO ALTI, 1992. — 80 s.

3. Gusev, I.I. Lesnaya taksatsiya: Uchebnoe posobie k provedeniyu polevoj praktiki / I.I. Gusev, V.I. Kalinin. — L.: LTA, 1998. — 61 s.
4. Demidova, N.A. Introduktsionnoe rajonirovanie evropejskogo Severo-vostoka Rossii / N.A. Demidova, V.N. Nilov // Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya «Estestvennye nauki». — NIU «BelGU», 2012. — № 9 (128), выпуск 19. — S. 36-44.
5. Kryzhanovskaya, L.E. Anatomicheskie svojstva drevesiny sosny skruchennoj / L.E. Kryzhanovskaya, T.M. Durkina, A.YU. Zakharov, A.V. Dvoryashin // Sbornik trudov FGU «SevNIILKH» po itogam nauchno-issledovatel'skikh rabot za 2005-2009 gg. — Arkhangel'sk, 2011. — S. 43-50.
6. Lesotaksatsionnyj spravochnykh po severo-vostoku evropejskoj chasti Rossijskoj federatsii: normativnye materialy dlya Nenetskogo avtonomnogo okruga, Arkhangel'skoj, Vologodskoj oblasti i Respubliki Komi / Feder. agentstvo lesnogo khoz-va, FBU «SevNIILKH»; sost. G.S. Vojnov, N.P. CHuprov, S.V. YAroslavtsev, S.V. Torkhov, A.P. SHusharin. — Arkhangel'sk: OAO IPP Pravda Severa, 2012. — S. 84-85, 104, 179.
7. Markova, I.A. Lesokul'turnye ispytaniya perspektivnykh porod-introdutsentov na Severo-zapade Rossii / I.A. Markova, A.V. ZHigunov // Izvestiya. — SPbLTA, 1999. — Vyp. 165. — S. 20-28.
8. Nilov, V.N. O kachestve drevesiny severoamerikanskoj sosny skruchennoj na Evropejskom Severe / V.N. Nilov, M.A. Pavlova, B.L. Stafeev // Lesnoj zhurnal. — 1987. — № 3. — S. 56-60.
9. Nilov, V.N. Sosna skruchennaya v plantatsionnykh posadkakh Arkhangel'skoj oblasti. Lesovodstvo, lesorazvedenie, lesnye pol'zovaniya / V.N. Nilov, B.L. Stafeev // EHkspress-informatsiya. — M.: TSBNTI, 1987. — Vyp. 13. — S. 12-21.
10. Poluboyarinov, O.I. Obosnovanie vybora drevesnykh porod pri vyrashhivanii drevesiny kak syr'ya dlya tsellyulozno-bumazhnoj promyshlennosti / O.I. Poluboyarinov, R.B. Fedorov // Lesovodstvo, lesnye kul'tury i pochvovedenie. — L.: LTA, 1990. — S. 63-67.
11. Raevskij, B.V. KHod rosta kul'tur sosny skruchennoj v podzone srednej tajgi / B.V. Raevskij, A.A. Mordas' // Lesnoj zhurnal. — 2005. — № 1-2. — S. 22-32.
12. Raevskij, B.V. Nekotorye rezul'taty introduktsionnykh ispytaniy sosny skruchennoj v yuzhnoj Karelii / B.V. Raevskij // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. — 2009. — № 7(101). — S. 51-59.
13. Raevskij, B.V. KHod rosta smeshannykh kul'tur sosny skruchennoj i sosny obyknovennoj v yuzhnoj Karelii / B.V. Raevskij // Izvestiya Komi NTS Ural'skogo otdeleniya RAN. — 2010. — № 1. — S. 31-38.
14. Stafeev, B.L. Severo-amerikanskaya sosna skruchennaya — perspektivnaya poroda dlya introduktsionnogo ispytaniya v Arkhangel'skoj oblasti / B.L. Stafeev // Voprosy introduktsii khozyajstvenno tsennykh drevesnykh porod na Evropejskij Sever. — Arkhangel'sk, 1989. — S. 35-43.
15. Fedorkov, A.L. EHksperimental'nye kul'tury sosny skruchennoj v respublike Komi / A.L. Fedorkov, A.A. Turkin // Lesovedenie. — № 1. — 2010. — S. 70-74.
16. Andersson, E. *Pinus contorta*. The properties of trees and wood / E. Andersson // Report No. 186, Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Science. — Uppsala, 1987. — 82 pp.
17. Elfving, B. Volume yield superiority of lodgepole pine compared to Scots pine in Sweden / B. Elfving, O. Norgen // *Pinus contorta* from untamed forest to domesticated crop. — Umea, 1993. — P. 69-80.
18. Elfving, B. The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden / B. Elfving, T. Ericsson, O. Rosvall // A review. Forest Ecology and Management. — 2001. — № 141. — P. 15-20.
19. Engelmark, O. Contortatall i Sverige, ett storskaligt ekologiskt experiment / O. Engelmark. — SLU, Fakta Skog, 2011. — P. 9.
20. Ericsson, T. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden — results and prospects based on early evaluations.: Dissertation. Swedish University of Agricultural Science. Faculty of Forestry. Dep. Of Forest Genetics and Plant Physiology / T. Ericsson. — Umea, 1994. — 325 p.

21. Ericsson, T. Provenance qualities of the *Pinus contorta* breeding base in Sweden, Uppsala: Forestry Research Institute of Sweden Rep / T. Ericsson. — No. 4. — 1993. — 33 pp.
22. Fedorkov, A. Variation in shoot elongation patterns in *Pinus contorta* and *Pinus sylvestris* in north-west Russia / A. Fedorkov // Scandinavian Journal of Forest research. — 2010. — № 25. — P. 208-212.
23. Gallagher, G.J. Lodgepole pine in the Republic of Ireland. II. Yield and management of coastal lodgepole pine / G.J. Gallagher, T.J. Lynch, B. Fitzsimmons // For. Ecol. Manage. — 1987. — № 22. — P. 185-203.
24. Hagner, S. SCA, sprovedance experiments with lodgepole pine in north Sweden / S. Hagner. — In: Lindgren, D. (Ed.), 1993. — P. 146-161.
25. Hagner, S. On the prospects of cultivating *Pinus contorta* in north Sweden / S. Hagner, S. Fahlroth // Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift. — 1974. — № 4. — P. 477-528.
26. Lahde, E. Older lodgepole pine stands in southern Finland / E. Lahde, J. Nieminen, K. Etholen, P. Suolahti. — Folia Forestalia. — 533, Finnish Forest Research Institute, Helsinki, 1982. — 38 pp.
27. Larsen, J.B. Older provenance trials with *Pinus contorta* in Denmark / J.B. Larsen // In: *Pinus contorta* as an Exotic Species, Proceedings of the IUFRO meeting 1980 on *Pinus contorta* provenances in Norway and Sweden. Research notes 30, Department of Forest Genetics, Swedish University of Agricultural Science. — Garpenberg, 1980. — P. 45-58.
28. Ledgard, N. The spread of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) in New Zealand / N. Ledgard // Forest Ecology and Management. — 2001. — № 141. — P. 43-57.
29. Lindgren, K. Forflyttningsrekommendationer för provenienser av contortatall i Sverige (Recommendations for the transfer of lodgepole pine provenances into Sweden / K. Lindgren, D. Lindgren, O. Rosvall // Arbetsrapport, nr 27, Inst. för skoglig genetik och vaxtfysiologi, SLU. — 1988. Umeå. — 43 pp.
30. Lines, R. Experiments on lodgepole pine seed origins in Britain / R. Lines // Technical Paper 10, Forestry Commission. — Edinburgh, 1996. — 141 pp.
31. Miller, J.T. Introduced forest trees in New Zealand; recognition, role, and seed source. *Pinus contorta* Louden - contorta pine / J.T. Miller, C.E. Ecroyd // New Zealand Forest Research Institute Bulletin. — 1987. — № 124, Part 2. — 11 pp.
32. Persson, A. Wood properties of *Pinus contorta*. *Pinus contorta* from untamed forest to domesticated crop / A. Persson. — Umeå, 1992. — P. 38-49.
33. Rosvall, O. The Swedish *Pinus contorta* tree improvement and seed production program / O. Rosvall // In: *Pinus contorta* as an Exotic Species, Proceedings of the IUFRO meeting 1980 on *Pinus contorta* provenance in Norway and Sweden. Research notes 30, Department of Forest Genetics, Swedish University of Agricultural Science. — Garpenberg, 1980. — P. 329- 344.
34. Ruotsalainen, S. Tree Species Experiments at the Northern Timberline Region in Finland / S. Ruotsalainen // Eurasian J. For. Res. — 2006. — 51-60 pp.
35. Ruotsalainen, S. *Pinus contorta* provenances in northern Finland / S. Ruotsalainen, P. Velling // *Pinus contorta*: From untamed forest to domesticated crop. — Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, 1993. — P. 122-136.
36. Simberloff, D. Spread and impact of introduced conifers in South America: lessons from other southern hemisphere regions / D. Simberloff // Austral Ecology. — 2010. — № 35. — P. 489-504.
37. Varmola, M. Survival and early development of lodgepole pine / M. Varmola, H. Salminen, R. Rikala, M. Kerkela // Scandinavian Journal of Forest Research. — 2000. — № 15. — P. 410-423.

Статья поступила в редакцию 4.05.2016.