

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КУЛЬТУР СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ *PINUS CONTORTA* VAR. *LATIFOLIA* РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРИОБСКИХ БОРОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л.И. Бородинцева^{1✉}, В.В. Тараканов¹, А.Л. Федорков²,
Т.В. Брайт-Гончарова^{3,4}

¹Западно-Сибирское отделение Института леса Сибирского Отделения Российской академии наук — филиал ФГБНУ Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ЗСО ИЛ СО РАН — филиал ФИЦ КНЦ СО РАН), Россия, 630082, г. Новосибирск, ул. Жуковского, д. 100/1

²Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), Россия, 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28

³Филиал ФБУ «Российский центр защиты леса» — «Центр защиты леса Новосибирской области», Россия, 630112, г. Новосибирск, ул. Гоголя, д. 221

⁴ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» (НГАУ), Россия, 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, д. 160

altay-lss@yandex.ru

Оценена динамика роста и семенной продуктивности 10-летних культур сосны скрученной широколистной (*Pinus contorta* var. *latifolia*) различных экотипов, выращиваемых в период 2014–2024 гг. на территории Озерского лесничества Алтайского края (лесостепь Западной Сибири). Установлено, что исследуемый интродуцент, выращенный из семян, заготовленных на шведских плантациях сосны скрученной различного географического происхождения, может успешно произрастать в лесостепной зоне Алтайского края. Лучшими по росту на начальном этапе онтогенеза оказались экотипы Larslund, Rumhult и Österby более южного происхождения. При этом они пока отстают от местной сосны обыкновенной, выращенной из улучшенных семян, но в последние годы имеют годовые приросты по высоте на уровне высших классов бонитета. Выявлено, что в новых для нее лесорастительных условиях, сосна скрученная раньше, чем местная сосна, вступает в период плодоношения и имеет нормально развитые генеративные органы, но выход семян из шишек, которые умеренно повреждаются насекомыми конобионтами, вследствие небольшого возраста культур является пониженным.

Ключевые слова: интродукция, сосна скрученная широкохвойная, лесостепь Западной Сибири, динамика роста и семенения

Ссылка для цитирования: Бородинцева Л.И., Тараканов В.В., Федорков А.Л., Брайт-Гончарова Т.В. Дифференциация культур сосны скрученной *Pinus contorta* var. *latifolia* различного происхождения в условиях Приобских боров Алтайского края // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 5. С. 48–61. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-5-48-61

Североамериканская сосна скрученная *Pinus contorta* Douglas ex Loudon является своеобразным географическим аналогом евразийской сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. [1]. Она широко распространена на западном побережье Северной Америки, произрастая в широком спектре местообитаний — от суходолов до болот и поднимаясь в Скалистые горы до высоты 3,5 тыс. м н. у. м. [2]. Основное внимание лесоводов и селекционеров привлекает разновидность сосны (подвид) — сосна скрученная широкохвойная *Pinus contorta* var. *latifolia*

Engelm. В Северной Америке на богатых дренированных почвах она достигает высоты 40 м [3]. Ее древесина по своим свойствам близка к таковой сосны обыкновенной, но менее смолистая, поэтому она также представляет интерес для производства целлюлозы [1, 4, 5]. Наряду с этим сосна скрученная характеризуется относительно ранним вступлением в генеративную фазу развития [6, 7]. Многие естественные насаждения этой породы имеют пирогенную природу, произрастая на горячих, а ее семена в «поздних» шишках способны длительное время сохранять всхожесть и обеспечивать обсеменение территории после лесного пожара [8, 9]. На состояние и развитие

насаждений сосны скрученной большое влияние оказывают возбудители болезней и насекомые-вредители. В частности, в литературе активно обсуждается проблема устойчивости *Pinus contorta* к жуку семейства короедов (*Dendroctonus ponderosae* Hopkins) [10, 11]. Евразийским аналогом этого вредителя хвойных пород является большой еловый лубоед (*Dendroctonus micans* Kugel.) [12]. В США и Канаде сосна скрученная широкохвойная включена в селекционные программы [13–15].

Несмотря на эколого-морфологическое сходство сосны скрученной широкохвойной с сосной обыкновенной, они не скрещиваются между собой. Данное обстоятельство, описанные выше достоинства, а также преимущество в скорости роста сосны скрученной широкохвойной по сравнению с сосной обыкновенной в Скандинавских странах обусловили ее системную интродукцию, включение в селекционные программы и создание плантаций на обширных территориях Северной и Центральной Европы, особенно в Швеции, Великобритании, Финляндии [3, 16–20]. Интродукция этого вида в Европе продолжается около 100 лет. В частности, в Швеции культурами сосны скрученной широколистной занято около 600 тыс. га. В этой стране селекционерами созданы лесосеменные плантации [19], которые используются как для производства собственных семян и дальнейшей селекции, так и для создания экспериментальных культур в других странах, включая Россию.

В СССР культуры сосны скрученной в ограниченном количестве создавались с 1920-х годов в Карелии, Ленинградской области, Прибалтийских республиках, а также в других регионах европейской части РФ, вплоть до лесостепи. Основываясь на имеющихся фрагментарных данных, о перспективности интродукции и необходимости дальнейшего изучения сосны скрученной (сосны Муррея) писали многие лесоводы [21–24]. Системные исследования этого ценного экзота начались в России с 1980–1990-х годов [25–31]. Опытные культуры этого вида на основе семян, заготовленных в Швеции на шести лесосеменных плантациях различного географического происхождения, были заложены в Республике Коми [32–38]. Здесь сосна скрученная обогнала сосну обыкновенную по высоте на 7...15 %, диаметру ствола — на 4...13 %, объему ствола — на 12...31 % [33, 36, 37].

На территории Вологодской области было заложено более 14 га культур сосны скрученной. В возрасте 20 лет средний диаметр и высота ствола составили 12,2 см и 9,2 м соответ-

ственно, средний объем хлыста — 0,075 м³. Насаждение сосны скрученной отнесено к I классу бонитета [39].

В Ленинградской области культуры сосны скрученной созданы полусибирским потомством пяти различных плюсовых деревьев естественного ареала произрастания (провинция Альберта, Канада). В возрасте культур 22 года наибольшую высоту — 13,2 м имело потомство северного происхождения из района Гордондейл (Gordondale). Самыми крупными шишками отличается потомство из пункта Эдсон (Edson) [30].

Экспериментальные плантации сосны скрученной в Архангельской области заложены семенами из 31 географического пункта территории Юкон (северо-запад Канады) и из провинции Британская Колумбия (запад Канады). В возрасте 35 лет деревья имели годичный прирост 45...47 см по высоте и 0,26...0,37 см по диаметру, превосходя сосну обыкновенную местного происхождения в 1,3–1,5 раза. Средние многолетние значения длины и ширины шишек варьировали в пределах 4,2...5,1 см и от 2,2...2,7 см соответственно [31, 40].

Успешность ступенчатой интродукции этой ценной породы в условиях таежной зоны Архангельской области изложена в монографии [41]. Качество целлюлозного сырья, полученного из сосны скрученной, выращенной на северо-западе России оценено в работах [4, 5].

Обобщение результатов интродукции сосны скрученной на Северо-Западе и в других регионах европейской части России привело к заключению о перспективности выращивания северных экотипов этой породы в таежной зоне в целях ускоренного (по сравнению с местной сосной обыкновенной) получения пиломатериалов, а также производства целлюлозного сырья.

Цель работы

Цель работы — изучение возможности интродукции различных экотипов сосны скрученной широкохвойной в условия западно-сибирской лесостепи, в которых они прежде не испытывались. В настоящем сообщении обсуждаются данные по динамике роста и особенностям генеративного процесса культур за 10-летний период их развития.

Материалы и методы

Объектами исследования служили экспериментальные культуры сосны скрученной, произрастающие на площади около 0,5 га и созданные в 2014 г. однолетними сеянцами

Т а б л и ц а 1

**Происхождение и объем посадок экотипов сосны скрученной [33]
и сосны обыкновенной (контрольный вариант)**

**Origin and planting volume of lodgepole pine [33]
and Scots pine ecotypes (control variant)**

Название и номер экотипа / лесосеменной плантации	Географические координаты плантаций, град.		Год закладки	Местонахождение насаждений, в которых были отобраны материнские деревья для создания лесосеменных плантаций	Количество высаженных растений, шт.
	с. ш.	в. д.			
Närlinge: 711	60°03'	17°01'	1987	Мэйо, Кармакс, Фрэнсис Лэйк, Вайтхос	156
Oppala: 712	60°46'	16°56'	1983	Кармакс, Вайтхос, Вэтсон Лэйк	180
Skörserum: 713	58°00'	16°31'	1984	Вайтхос, Вэтсон Лэйк, Форт Нельсон	181
Larslund: 714	58°46'	16°30'	1982	Вэтсон Лэйк, Форт Нельсон, Форт Сент Джон, Принц Георг	194
Rumhult: 715	57°41'	16°18'	1981	Форт Сент Джон, Принц Георг	196
Österby: 716	58°08'	16°15'	1981	Принц Георг, Вильям Лэйк, Камлупс, Коламбия Ривер, Вест Альберта	179
Контрольный вариант: <i>Pinus sylvestris</i> , Озерки	53°40'	83°44'	1978–1990	Россия, Алтайский край, Верхне-Обский лесосеменной район №69 [43]	214
Итого:	—	—	—	—	1300

с закрытой корневой системой в Озерском лесничестве Алтайского края. Окружающие питомник сосновые насаждения растут по I–II классам бонитета, почвы супесчаные, тип условий произрастания В₂, среднее количество осадков около 450 мм/год [42].

Для закладки опытных культур интродукента использованы партии семян с шести лесосеменных плантаций (ЛСП) в Швеции, а для контрольного варианта — семена с ЛСП плюсовых деревьев сосны обыкновенной в Озерском лесничестве Алтайского края (табл. 1). Семена интродукента предоставлены доктором А.Л. Федорковым. Всего было высажено 1300 сеянцев, размещенных в 52 рядах.

Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой проводили в теплице конструкции шведско-финской фирмы АО «ВСС», расположенной в селекционно-семеноводческом центре Краевого автономного учреждения «Алтай-лес» (Алтайский край, Первомайский район, с. Светлое). Посев семян осуществлялся в кассеты «Плантек 81Ф» в два срока: 29 апреля и 12 мая 2013 г. [43].

Посадка сеянцев интродукента, выращенных из партий семян различного происхождения, которые для краткости будем называть экотипами, осуществлялась по схеме рандомизированного размещения 3–4-рядных делянок, сгруппированных в три повторности/блока. Контрольный вариант (местная сосна) высаживался на одно-рядных делянках, по три делянки на блок схемы. Размещение деревьев при по-

садке 4×1 м (2500 шт./га). Оценка сохранности, высоты и диаметра ствола проводилась по всем деревьям, учет количества шишек и микростробил — как по всем деревьям, так и методом случайной выборки 10 модельных деревьев в 2014, 2015, 2021, 2022 и 2023 гг. В 2022 г. на всех деревьях каждого климатипа осуществляли измерения годовичных приростов и числа мутовок. В каждом экотипе для селекционных исследований было отобрано по 10...20 деревьев, лучших по росту (высоте ствола), количеству мужских колосков (потенциальная пыльцевая продуктивность) и шишек (потенциальная семенная продуктивность). В настоящей статье использованы данные сплошных перечетов и массовых сборов генеративных органов со всех плодоносящих деревьев исследуемых экотипов.

В лабораторных условиях общепринятыми методами для каждой пробы шишек оценивали размеры шишек и семян (длину, ширину), количество и массу семян, число и выход полнотермных семян из шишек. Объем выборки для измерения шишек составлял 30 шт. на смешанные образцы каждого экотипа. Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel общепринятыми методами.

Авторы не имели возможности ежегодно осуществлять все виды перечисленных исследований. Тем не менее, полученные результаты позволяют в общих чертах охарактеризовать динамику роста и генеративные процессы интродукента в первые 10 лет его роста в условиях Приобского бора Алтайского края.

Результаты и обсуждение

За период исследований 2014–2024 гг. культуры сосны скрученной в лесостепи Западной Сибири успешно прижились и развиваются без внешних патологий, несмотря на существенное отличие условий произрастания по сравнению с лесорастительными условиями как на родине интродуктанта, так и в условиях интродукции в Европе и на Северо-Западе России.

Сохранность культур на протяжении исследуемого периода постепенно снижалась от 95 % в конце первого периода вегетации (2014 г.) до уровня около 45 % в 2024 г. (рис. 1). В западной, несколько пониженной, части площади после 2016 г., средняя сохранность по участку составляла около 70 %, однако значительная часть посадок в зимние периоды 2017–2019 гг. была повреждена мышами. Причем местная сосна была повреждена в большей степени, чем интродукцент. По данным последнего учета, наивысшей сохранностью — около 52,5 % отличается самое южное происхождение № 716 Österby, самой низкой, на уровне 34...37 %, — № 715 Rumhult, № 713 Skörserum и местная сосна (см. рис. 1). Местная сосна уступает по сохранности большинству происхождений интродуктанта, за исключением № 713 и № 715.

Динамика роста по наиболее важному для селекции признаку — высоте ствола, которая в популяциях интродуктанта и местной сосны характеризуется более высокой наследуемостью, чем диаметр и объем ствола [17, 18, 42], довольно типична для начального периода онтогенеза (рис. 2). В целом к возрасту 9 лет высота культур сосны скрученной достигает значений около 2,2...2,6 м. При этом и по высоте, и по диаметру ствола четко прослеживаются различия между отстающими в росте экотипами «северной» группы и лидирующими экотипами «южной» группы (табл. 2). В этом плане наши результаты отличаются от результатов испытания этих же экотипов интродуктанта в зоне европейской тайги, в которой по скорости роста доминируют северные происхождения [33, 36, 37]. Однако несмотря на то, что сосна скрученная имеет в среднем два прироста за вегетационный период, она отстает по росту от местного вида, имеющего высоту 2,8 м (см. рис. 2, табл. 2). У обоих видов коэффициенты вариации высоты ствола примерно в 1,5 раза ниже соответствующих значений диаметра ствола, что близко к литературным данным и объясняется большей экологической лабильностью второго признака [42].

Ретроспективный анализ динамики роста по высоте показывает, что годовые приросты

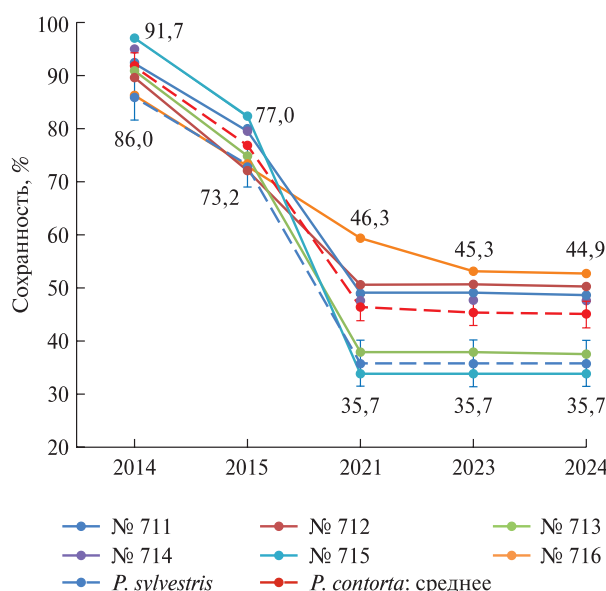


Рис. 1. Сохранность экспериментальных культур различных экотипов интродуктанта и сосны обыкновенной в период 2014–2024 гг. Планки погрешностей — ошибки средних значений

Fig. 1. Survival of experimental plantings of various introduced species and Scots pine ecotypes in the period 2014–2024. Error bars represent average errors

Т а б л и ц а 2

Средние значения и коэффициенты вариации высоты и диаметра ствола экотипов сосны скрученной и сосны обыкновенной в 2022 г.

Mean values and coefficients of variation for trunk height and diameter of Shore pine pine and Scots pine ecotypes in 2022

Номер экотипа / лесосеменной плантации	Высота ствола, м		Диаметр ствола, см	
	$x \pm m$	$CV, \%$	$x \pm m$	$CV, \%$
<i>P. contorta</i>				
711	$2,2 \pm 0,06$	23,2	$2,6 \pm 0,13$	41,3
712	$2,2 \pm 0,05$	22,2	$2,6 \pm 0,10$	35,4
713	$2,2 \pm 0,08$	27,9	$2,7 \pm 0,16$	48,4
714	$2,6 \pm 0,06$	23,6	$3,4 \pm 0,13$	35,5
715	$2,5 \pm 0,07$	23,5	$3,4 \pm 0,15$	36,4
716	$2,6 \pm 0,06$	24,7	$3,4 \pm 0,13$	39,8
<i>P. sylvestris</i>				
Озерки	$2,8 \pm 0,08$	26,0	$3,8 \pm 0,18$	40,9

Примечание. $x \pm m$ — среднее значение; CV — коэффициент вариации.

местного вида сосны после посадки постепенно увеличивались приблизительно от 10 до 62 см (табл. 3). Интродукцент за 8 лет роста

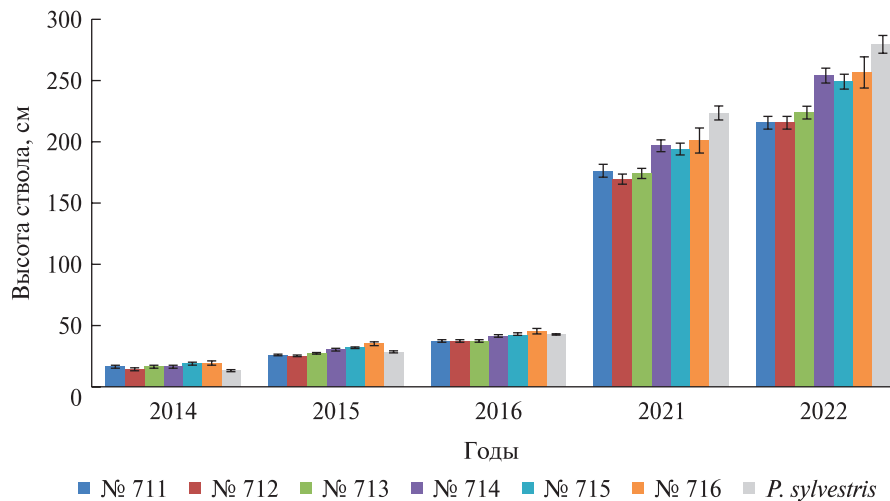


Рис. 2. Высота ствола экспериментальных культур различных экотипов интродуцента и сосны обыкновенной в период 2014–2024 гг. Планками погрешностей обозначены ошибки средних значений

Fig. 2. Trunk height of experimental plantings of various ecotypes of the introduced species and Scots pine in the period 2014–2024. Error bars indicate the errors of the mean values

Т а б л и ц а 3

Приросты осевого побега (длины междоузлий) различных экотипов сосны скрученной и сосны обыкновенной в 2022 гг., см

Axial shoot growth (internode length) of various ecotypes of Shore pine and Scots pine in 2022, cm

Порядковый номер прироста (по счету от вершины)	711	712	713	714	715	716	<i>P. sylvestris</i>
1	30,1 ± 2,05	31,9 ± 1,70	38,3 ± 2,37	42,3 ± 1,72	41,5 ± 2,25	41,8 ± 1,53	61,9 ± 1,89
2	23,7 ± 1,42	22,2 ± 1,04	22,5 ± 1,36	25,2 ± 1,17	22,3 ± 1,22	23,8 ± 1,08	–
1 + 2	53,8	54,1	60,8	67,5	63,8	65,6	61,9

в открытом грунте имел по 15...18 приростов осевого побега, т. е. по два (редко три) прироста в год. При этом в северной группе экотипов № 711–№ 713 на последний год учета суммарный годичный прирост (сумма приростов № 1 и № 2 в табл. 3) составил 53...61 см, в то время как в южной — 64...68 см. Аналогичный прирост местной сосны составил 61,9 см. Из этого следует, что со временем некоторые из южных экотипов могут догнать или даже перегнать по высоте местную сосну.

Между высотой ствола и числом приростов деревьев *P. contorta* обнаружена прямая положительная зависимость, что согласуется с результатами исследований в других регионах [16]. Например, у экотипа № 716 коэффициент корреляции Пирсона между этими признаками равен 0,521 ($N = 105, P < 0,001$).

Что касается урожая зрелых шишек и мужских колосков, то местная сосна пока не плодоносит, а у интродуцента первые шишки завязались в 2021 г. (в 8 лет); мужское цветение впервые зафиксировано на год позже (в 9 лет) (табл. 4). За период 2021–2024 гг. доля плодоносящих деревьев увеличилась с 9...41 до 61...95 %, а число шишек на дереве возросло с 1–2 до 6...15 шишек на дереве. Доля деревьев с наличием мужских колосков возросла в период 2022–2024 гг. с 23...47 до 36...73 %. Число мужских колосков увеличилось менее значительно — с 5...14 до 6...15 шт. на одном дереве. С учетом годичной динамики урожая шишек различных климатипов в среднем сопоставимы, а урожай мужских колосков несколько выше у южных происхождений № 714–№ 716. В контрольном варианте местной сосны единичные недоразвитые мужские колоски

Т а б л и ц а 4

Урожай зрелых шишек и мужских колосков сосны скрученной в 2021–2024 гг.
Yield of mature cones and male spikelets of Shore pine pine in 2021–2024

Номер экотипа / лесосеменной плантации	Количество зрелых шишек, шт./дер.				Количество мужских колосков, шт./дер.		
	2021	2022	2023	2024	2022	2023	2024
711	1,4 ± 0,33	7,3 ± 0,85	4,3 ± 0,55	11,4 ± 1,40	6,8 ± 2,39	3,1 ± 1,22	11,4 ± 1,40
712	1,5 ± 0,33	8,1 ± 0,95	7,3 ± 1,04	14,8 ± 1,70	4,6 ± 1,71	2,1 ± 1,30	14,8 ± 1,70
713	1,5 ± 0,37	8,5 ± 1,89	5,0 ± 1,06	11,5 ± 1,84	5,2 ± 1,90	6,5 ± 2,66	11,5 ± 1,84
714	1,5 ± 0,30	10,8 ± 1,12	6,8 ± 1,12	12,5 ± 1,46	13,9 ± 2,66	12,6 ± 2,48	12,5 ± 1,46
715	1,4 ± 0,41	10,5 ± 1,65	5,8 ± 0,95	11,2 ± 1,35	8,2 ± 1,85	14,2 ± 2,66	11,2 ± 1,35
716	0,7 ± 0,40	5,8 ± 1,06	3,5 ± 0,65	5,48 ± 0,90	13,2 ± 3,14	21,7 ± 3,57	5,48 ± 0,90

Т а б л и ц а 5

Показатели изменчивости длины и ширины шишек экотипов сосны скрученной
Cone length and width variability indicators for Shore pine ecotypes

Номер экотипа / лесосеменной плантации	Длина, см				Ширина, см				Индекс формы
	$x \pm m$	min	max	$CV, \%$	$x \pm m$	min	max	$CV, \%$	$x \pm m$
2022 г.									
711	$3,9 \pm 0,07$	2,8	5,0	13,0	$2,1 \pm 0,04$	1,5	2,8	13,3	$0,5 \pm 0,01$
712	$4,0 \pm 0,07$	2,8	5,6	14,4	$2,2 \pm 0,05$	1,5	3,3	17,6	$0,6 \pm 0,01$
713	$3,8 \pm 0,08$	3,0	4,8	12,1	$2,3 \pm 0,04$	1,9	2,8	9,7	$0,6 \pm 0,01$
714	$4,0 \pm 0,07$	3,0	5,3	12,4	$2,4 \pm 0,05$	1,7	3,4	16,1	$0,6 \pm 0,01$
715	$3,8 \pm 0,07$	2,5	4,6	13,7	$2,2 \pm 0,05$	1,5	3,0	15,5	$0,6 \pm 0,01$
716	$3,5 \pm 0,08$	2,2	4,6	16,6	$2,1 \pm 0,04$	1,5	3,1	14,3	$0,6 \pm 0,01$
Среднее значение	$3,83 \pm 0,076$	—	—	—	$2,22 \pm 0,048$	—	—	—	$0,58 \pm 0,017$
2023 г.									
711	$3,7 \pm 0,07$	2,6	4,9	14,1	$2,0 \pm 0,03$	1,6	2,7	13,0	$0,6 \pm 0,01$
712	$3,7 \pm 0,06$	2,4	4,6	14,1	$2,0 \pm 0,04$	1,5	2,8	15,5	$0,5 \pm 0,01$
713	$3,4 \pm 0,06$	2,4	4,0	10,7	$2,1 \pm 0,05$	1,5	2,9	14,9	$0,6 \pm 0,01$
714	$3,7 \pm 0,08$	2,3	5,2	16,4	$2,1 \pm 0,05$	1,4	3,1	18,7	$0,6 \pm 0,01$
715	$3,5 \pm 0,05$	2,6	4,3	11,8	$2,1 \pm 0,04$	1,5	2,8	12,0	$0,6 \pm 0,01$
716	$3,3 \pm 0,08$	2,3	4,7	17,0	$2,1 \pm 0,05$	1,5	3,0	16,2	$0,7 \pm 0,01$
Среднее значение	$3,55 \pm 0,072$	—	—	—	$2,07 \pm 0,021$	—	—	—	$0,60 \pm 0,026$
Примечание. $x \pm m$ — среднее значение; CV — коэффициент вариации.									

впервые зарегистрированы в 2024 г., зрелые шишки отсутствуют.

Цветение (пыление) сосны скрученной начинается одновременно с прилегающими лесосеменными объектами сосны обыкновенной. В 2022 г. оно началось 22 мая, в 2023 г. — 3 июня, в 2024 г. — 24 мая. Сосна скрученная, имеющая крупные мужские шишки и большие микроспорангии, пылит дольше сосны обыкновенной.

Зрелые женские шишки сосны скрученной мельче, чем у сосны обыкновенной, особенно по длине, и не столь существенно отличаются по экотипам, за исключением интенсивно растущего экотипа № 716 с более короткими шишками (табл. 5). На ЛСП местной сосны по среднемноголетним данным длина и ширина шишек составляют 4,59 и 2,25 см соответственно [46]. Средние длина и ширина шишек интродуктора варьируют по годам и состав-

ляют в первые годы семеношения 3,55...3,83 и 2,07...2,22 см соответственно (см. табл. 5). Это несколько меньше, чем на Северо-Западе России [31, 40]. Индекс формы шишек (отношение ширины к длине) сосны скрученной несколько выше, чем сосны обыкновенной — около 0,6 и 0,5 соответственно. Значения коэффициентов вариации находятся в пределах, характерных для этих признаков.

Средний выход полнозерных семян из шишек *P. contorta* пока невелик и находится в пределах 0,3...0,5 % (у сосны обыкновенной по среднегодовым данным — 0,9 %). Масса 1000 семян варьирует по экотипам в пределах 4,0...4,9 г (у сосны обыкновенной — 6,4...8,0 г).

Шишки интродуцента, как и местной сосны, повреждаются шишковой смолевкой *Pissodes validirostris* Gyll. и огневкой *Dioryctria abietella* Schiff., для которых в условиях ЛСП сосны обыкновенной формируются благоприятные условия для развития [46, 47]. По данным обследования последних урожаев, средняя частота повреждения шишек смолевкой варьирует по годам в диапазоне 2,8...4,5 % их общего числа, огневкой — 1,6...9,0 % (табл. 6). Доля поврежденных шишек в урожайном 2024 г. выше, чем в менее урожайном 2023 г. При этом меньшей устойчивостью к огневке отличались южные экотипы (особенно экотип № 715), частота поврежденных шишек у которых в 2024 г. составила 6...21 % против 2...5 % у северных.

Судя по данным за первые 10 лет испытаний, сосну скрученную можно успешно выращивать в условиях Приобских боров Алтая. При этом следует иметь в виду, что на Северо-Западе России, также как и в Скандинавских странах, при сравнении сосны скрученной с местной сосной обыкновенной преимущество в росте и сохранности имеют происхождения/экотипы из северной части ареала. По данным наших экспериментов, сопоставимых по перечню испытываемых происхождений, густоте посадки и возрасту с данными исследований [32–37], при произрастании в лесостепной зоне Алтайского края, во-первых, сосна скрученная, по крайней мере до возраста 10 лет, отстает от местной сосны, во-вторых, лучшим ростом у интродуцента отличаются более южные, а не северные происхождения этого вида. Вероятно, это связано с большей континентальностью климата и большей суммой активных температур на юге Западной Сибири, что создает лучшие условия для роста более южным происхождениям *P. contorta*. Например, средняя продолжительность вегетационного периода, сумма активных температур выше +5 °С, годовая сумма осадков и гидротермический коэффициент в Верхне-

Т а б л и ц а 6

Повреждаемость шишек различных экотипов интродуцента конобионтами
Conobiont damage to cones of various ecotypes of the introduced species

Номер экотипа / лесосеменной плантации	Число шишек				
	Общее, шт.	поврежденных			
		смолевкой		огневкой	
		шт.	%	шт.	%
2023 г.					
711	135	0	0,0	0	0,0
712	296	5	1,7	2	0,7
713	99	1	1,0	0	0,0
714	251	12	4,8	3	1,2
715	109	0	0,0	6	5,5
716	144	11	7,6	6	4,2
Итого	1034	29	2,8	17	1,6
2024 г.					
711	273	21	7,7	6	2,2
712	416	13	3,1	16	3,8
713	315	10	3,2	17	5,4
714	570	21	3,7	72	12,6
715	340	25	7,4	70	20,6
716	299	10	3,3	19	6,4
Итого	2213	100	4,5	200	9,0

Печорском лесосеменном районе 4б и Прислаирском лесосеменном районе 69а составляют соответственно 132 и 159 сут., 1570 и 2240 °С, 495 и 420 мм, 1,9 и 1,0 соответственно [44]. При этом в таежной зоне Республики Коми сосна скрученная северного происхождения, имея в 10 лет высоту ствола 3,3...3,4 м, растет по II классу бонитета [48]. Южные происхождения интродуцента, лидирующие по росту в лесостепи Западной Сибири, за восемь вегетационных периодов достигают высоты 2,5...2,6 м и их годичный прирост, в последние годы превышающий 60 см, соответствует I–Ia классам бонитета. Расчеты показывают, что при соблюдении этой тенденции происхождения № 714–№ 716 обгонят местную сосну в опытных посадках уже в ближайшие 20 лет.

Важно также учитывать, что в связи с использованием в качестве контрольного варианта сосны обыкновенной, выращенной из улучшенных семян, рост лучших происхождений интродуцента даже на уровне контроля будет означать некоторое увеличение продуктивности культур этого вида по сравнению с местными насаждениями нормальной селекционной категории.

Наши исследования подтверждают, что число приростов осевого побега положительно связано с высотой ствола [16], поэтому возможно, что отобранные по интенсивности роста деревья будут иметь больше скелетных ветвей и древесина их будет более сучковатой. Это может снизить качество пиломатериалов. Для подтверждения такого предположения необходимо получить данные о толщине и числе ветвей в мутовках, а также об очищаемости ствола от сучьев. Этими данными мы пока не располагаем.

В условиях интродукции сосна скрученная *P. contorta* сохраняет способность более раннего вступления в период цветения и семеношения по сравнению с местной сосной, а ее шишки имеют нормальные размеры и не испытывают сильных повреждений от насекомых-конобионтов. Это делает ее перспективной для ранних селекционно-генетических манипуляций. Наряду с этим, представляет интерес совместимость испытываемых видов при прививке местной сосны на интродуцент для оценки возможности стимуляции генеративных процессов местного вида подвоем.

Полученные данные в связи с небольшим периодом наблюдений позволяют сделать предварительные выводы, которые будут уточняться по мере взросления деревьев в опытных культурах.

Выводы

1. Сосна скрученная широколистная (*Pinus contorta* var. *latifolia*) может успешно выращиваться в лесостепной зоне Алтайского края.

2. В отличие от результатов, полученных в условиях Северо-Запада России, в условиях Приобских боров Алтая лидируют по росту не северные, а более южные экотипы/происхождения этой породы.

3. В возрасте до 10 лет испытываемый интродуцент отстает по скорости роста от местного вида сосны обыкновенной, выращенной из улучшенных семян. Но лучшие экотипы с. скрученной в последние годы имеют годовые приросты по высоте на уровне I–Ia классов бонитета.

4. Как и в исследованиях сосны скрученной в других регионах России, в лесостепи Западной Сибири она по сравнению с местной сосной отличается более ранним вступлением в период продуцирования пыльцы и семян. Генеративные органы имеют нормальные размеры, характерные для этого вида. Однако в связи с небольшим возрастом культур выход полнозерных семян пока незначителен.

5. Шишки сосны скрученной, как и местной сосны, умеренно повреждаются насекомыми-конобионтами — шишковой смолевкой *Pissodes validirostris* и шишковой огневкой *Dioryctria abietella*.

Работа выполнена при поддержке базового проекта НИОКТР ФИЦ КНЦ СО РАН FWES-2024-0028/124012900557-0 «Биоразнообразие лесов Сибири: эколого-динамический, генетико-селекционный, физико-химический и ресурсно-технический аспекты».

Благодарности

Авторы благодарят руководство Управления лесами Алтайского края в лице С.Д. Самсоненко, В.А. Черных и А.Н. Стрелковского, директора Алтайского лесного селекционно-семеноводческого центра В.В. Бубеницкого, начальника отдела лесных отношений по Озерскому лесничеству С.А. Андрушко, мастера Озерского питомника А.М. Беседовского, ст. науч. сотр. ЗСО ИЛ СО РАН — филиал ФИЦ КНЦ СО РАН Ю.Н. Ильичева, а также студентов Новосибирского ГАУ, принявших участие в посадке. Особо признательны С.Н. Горошкевичу, который обратил наше внимание на ценные свойства и возможность интродукции исследуемого экзота в Западную Сибирь.

Список литературы

- [1] Раевский Б.В. Селекция и семеноводство сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны скрученной (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm) на северо-западе таежной зоны России: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Петрозаводск, 2015. 322 с.
- [2] Koch P. Lodgepole pine in North America // Forest Products Society, 1996, t. 1, 343 p.
- [3] Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Гоголева Л.Г., Быков Ю.С., Парамонов А.А. Результаты 35-летнего испытания сосны скрученной на европейском севере России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2018. № 225. С. 90–105.
- [4] Казаков Я.В., Бабич Н.А. Структурно-морфологические свойства волокон сосны скрученной, выращенной в условиях интродукционного стресса // Хвойные бореальной зоны, 2023. № 41(6). С. 521–529.
- [5] Казаков Я.В., Бабич Н.А., Крушевская Н.А. Изменение структурно-морфологических свойств сульфатной целлюлозы из древесины интродуцированной сосны скрученной при размоле // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 5. С. 153–165. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-153-165
- [6] Owens J.N. The reproductive biology of lodgepole pine. British Columbia: FGC extension note, 2006, no. 07, 66 p.

- [7] Turner M.G., Turner D.M., Romme W.H., Tinker D.B. Cone production in young post-fire *Pinus contorta* stands in Greater Yellowstone (USA) // *Forest Ecology and Management*, 2007, no. 242, pp. 119–126.
- [8] Lotan J.E., Perry M.C., Perry D.A. Ecology and regeneration of lodgepole pine. US Department of Agriculture, Forest Service, 1983, no. 606–607, 51 p.
- [9] Lotan J., Brown J., Neuenschwander L. Role of fire in lodgepole pine forests // *Lodgepole pine: the species and its management*. Cooperative Extension Service, Washington State University, Pullman, 1985, pp. 133–152.
- [10] Shore T.L., Safranyik L., Hawkes B.C., Taylor S.W. Effects of the mountain pine beetle on lodgepole pine stand structure and dynamics. The mountain pine beetle: a synthesis of biology, management and impacts on lodgepole pine // *Can. For. Serv.*, Victoria, 2006, pp. 94–114.
- [11] Axelsson J.N., Alfaro R.I., Hawkes B.C. Influence of fire and mountain pine beetle on the dynamics of lodgepole pine stands in British Columbia, Canada // *Forest Ecology and Management*, 2009, t. 257, no. 9, pp. 1874–1882.
- [12] Коломиец Н.Г., Богданова Д.А. Большой еловый лубоед (дендроктон) в сосновых лесах Сибири. Новосибирск: Наука, 1999. 112 с.
- [13] MacLachlan I.R., Andreas H., Pia S., Sally N.A. Selective breeding of lodgepole pine increases growth and maintains climatic adaptation // *Forest Ecology and Management*, 2017, t. 391, pp. 404–416.
- [14] Chang Wei-Yew, Gaston C., Cool J., Thomas B.R. A financial analysis of using improved planting stock of white spruce and lodgepole pine in Alberta, Canada: genomic selection versus traditional breeding // *Forestry: An International J. of Forest Research*, 2019, t. 92, no 3, pp. 297–310.
<https://doi.org/10.1093/forestry/cpz011>.
- [15] Ukrainetz N.K., Mansfield S.D. Prediction accuracy of single-step BLUP for growth and wood quality traits in the lodgepole pine breeding program in British Columbia // *Tree Genetics & Genomes*, 2020, t. 16, pp. 1–13.
- [16] Fries A., Lindgren D. Performance of plus tree progenies of *Pinus contorta* originating north of latitude 55° N in a Swedish trial at 64° N. // *Canadian J. of Forest Research*, 1986, no 16(3), pp. 427–437.
<https://doi.org/10.1139/x86-079>.
- [17] Ericsson T., Danell Ö., Andersson B. Genetic variation of *Pinus contorta* var. *latifolia* breeding material in Sweden // *Canadian J. of Forest Research*, 1994, t. 24, no 4, pp. 723–729.
- [18] 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. Umea, 1994, 325 p. P. 64.
- [19] Elfving B., Ericsson T., Rosvall O. The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden — a review // *Forest ecology and management*, 2001, t. 141, no. 1–2, pp. 15–29.
- [20] Ola E., Sjöberg K., Andersson B., Rosvall Ol., Ågren G.I., Baker W.L., Barklund P., Björkman C., Despain D.G., Elfving B., Ennos R.A., Karlman M., Knecht M.F., Knight D.H., Ledgard N.J., Lindelöw Å., Nilsson C., Peterken G.F., Sörlin S., Sykes M.T. Ecological effects and management aspects of an exotic tree species: the case of lodgepole pine in Sweden // *Forest Ecology and Management*, 2001, t. 141, no. 1–2, pp. 3–13.
[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00498-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00498-9).
- [21] Гиргидов Д.Я. Сосна Муррея. Интродукция древесных пород на Северо-Западе СССР. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1955. С. 22–24.
- [22] Гиргидов Д.Я. Сосна Муррея и дуб красный в северо-западных районах СССР // *Лесное хозяйство*, 1952. № 7. С. 8–13.
- [23] Салиныс С.Х. Сосна Муррея и ее культуры в Латвийской ССР. Исследования о природе древесных пород. Рига: Изд-во АН Латвийской ССР, 1964. С. 83–100.
- [24] Мелехов И.С. Интродукция хвойных в лесном хозяйстве // *Лесоведение*, 1984. № 6. С. 72–78.
- [25] Нилов В.Н., Стафеев Б.Л. Сосна скрученная в плантационных посадках Архангельской области. Лесоводство, лесоразведение, лесные пользования // *Экспресс-информ.* М.: Изд-во ЦБНТИ, 1987. С. 12–21.
- [26] Мордась А.А., Раевский Б.В. Всхожесть семян и рост сосны скрученной в Карелии // *Лесоведение*, 1992. № 1. С. 89–94.
- [27] Раевский Б.В. Культуры сосны скрученной в Карелии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 1992. 25 с.
- [28] Кищенко И.Т. Урожайность шишек и жизнеспособность семян у некоторых представителей семейства *Pinaceae* при интродукции в Карелии // *Растительные ресурсы*, 1999. № 2. С. 32–37.
- [29] Марков И.А., Жигунов А.В. Лесокультурные испытания перспективных пород-интродуцентов на Северо-Западе России // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 1999. Вып. 165. С. 20–28.
- [30] Алексеев В.М., Жигунов А.В., Бондаренко А.С., Бурцев Д.С. Интродукция сосны скрученной в условиях Ленинградской области // *ИзВУЗ Лесной журнал*, 2014. № 3 (339). С. 24–33.
- [31] Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Гоголева Л.Г. Семеношение сосны скрученной широкохвойной (*Pinus contorta* Dougl. Ex Loud. var. *Latifolia* Engelm. Ex Wats) в Архангельской области // *Лесохозяйственная информация*, 2017. № 2. С. 65–77.
- [32] Fedorkov A. Variation in shoot elongation patterns in *Pinus contorta* and *Pinus sylvestris* in north-west Russia // *Scandinavian J. of Forest research*, 2010, no. 25, pp. 208–212.
- [33] Федорков А.Л. Изменчивость адаптивных признаков хвойных в условиях стресса на Севере Европы: дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.08. Москва, 2011. 239 с.
- [34] Плюснина С.Н., Федорков А.Л., Гуляев Р.Г. Структура хвои сосны скрученной *Pinus contorta* Dougl. и сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. в экспериментальных культурах // *Лесной вестник / Forestry Bulletin*, 2024. Т. 28. № 1. С. 46–55.
DOI: 10.18698/2542-1468-2024-1-46-55
- [35] Гутий Л.Н., Федорков А.Л. Состояние и рост экспериментальных культур сосны скрученной в Республике Коми // *Лесоведение*, 2016. № 4. С. 265–269.
- [36] Федорков А.Л., Гутий Л.Н. Состояние экспериментальных культур сосны скрученной в Республике Коми // *Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН*, 2017. № 2 (200). С. 25–31.
- [37] Fedorkov A., Gutiy L. Performance of lodgepole pine and Scots pine in field trials located in north-west Russia // *Silva Fennica*, 2017, t. 51, no. 1.

- [38] Пристова Т.А., Федорков А.Л. Элементный состав *Pinus contorta* Dougl. и *Pinus sylvestris* L. в экспериментальных культурах Сыктывкарского лесничества Республики Коми // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2023. № 245. С. 55–70.
- [39] Грязькин А.В., Грибов С.Е., Корчагов С.А., Чан Ч.Т., Ву В.Х., Данг В.Х. Приживаемость и сохранность лесных культур на фоне успешного естественного возобновления сосны и ели // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф., Вологда, 01 декабря 2020 г. Вологда: Изд-во Вологодского государственного университета, 2020. С. 26–29.
- [40] Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Гоголева Л.Г., Демиденко С.А., Быков Ю.С., Парамонова А.А. Рост и развитие сосны скрученной (*Pinus contorta* Loud. var. *Latifolia* S. Wats) в условиях северной тайги // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, 2016. № 2. С. 45–59.
- [41] Андропова М.М., Бабич Н.А., Хамитов Р.С. Ступенчатая интродукция древесных растений на севере Русской равнины. Архангельск: Изд-во САФУ, 2021. 412 с.
- [42] Тараканов В.В., Демиденко В.П., Ишутин Я.Н., Бушков Н.Т. Селекционное семеноводство сосны обыкновенной в Сибири. Новосибирск: Наука, 2001. 230 с.
- [43] Тараканов В.В., Федорков А.Л., Кузьмина Т.В., Авдошина А.Н. Всхожесть семян и рост сеянцев североамериканского вида *Pinus contorta* Dougl. в Южной Сибири // Растительный мир Северной Азии: проблемы изучения и сохранения биоразнообразия: Материалы всерос. конф. Новосибирск, 1–3 октября 2013 г. Новосибирск: Изд-во ЦСБС СО РАН, 2013. С. 133–135.
- [44] Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М.: Лесная пром-сть, 1982. 368 с.
- [45] Тараканов В.В., Кальченко Л.И. Фенетический анализ клоновых и естественных популяций сосны в Алтайском крае. Новосибирск: Гео, 2015. 107 с.
- [46] Тараканов В.В., Дубовик Д.С., Роговцев Р.В., Зацепина К.Г., Бугаков А.В., Гончарова Т.В. Состояние и перспективы развития генетико-селекционного комплекса хвойных пород в Сибири (на примере Новосибирской области) // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2019. № 3 (43). С. 5–24. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.3.5
- [47] Гончарова Т.В., Тараканов В.В., Бородинцева Л.И., Ноздренко Я.В. Влияние насекомых конобионтов на размер шишек на клоновых плантациях сосны в Алтайском крае // Аграрная наука — сельскому хозяйству: сб. материалов XVII Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 09–10 февраля 2022 г. В 2 кн. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2022. 467 с.
- [48] Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Нильсон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы). М.: Рослесхоз, 2008. 886 с.

Сведения об авторах

Бородинцева Людмила Ивановна  — канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. Западно-Сибирского отделения Института леса Сибирского Отделения Российской академии наук — филиала ФГБНУ Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ЗСО ИЛ СО РАН — филиал ФИЦ КНЦ СО РАН), altay-lss@yandex.ru

Тараканов Вячеслав Вениаминович — д-р. с.-х. наук, гл. науч. сотр., зав. лабораторией лесных генетических ресурсов Западно-Сибирского отделения Института леса Сибирского Отделения Российской академии наук — филиала ФГБНУ Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ЗСО ИЛ СО РАН — филиал ФИЦ КНЦ СО РАН), tarh012@mail.ru

Федорков Алексей Леонардович — д-р. биол. наук, вед. науч. сотр., Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), fedorkov@ib.komisc.ru

Брайт-Гончарова Татьяна Владимировна — начальник отдела, филиал ФБУ «Российский центр защиты леса» — «Центр защиты леса Новосибирской области»; ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» (НГАУ), tato4ka0909@mail.ru

Поступила в редакцию 29.05.2025.

Одобрено после рецензирования 07.08.2025.

Принята к публикации 01.09.2025.

SHORE PINE (*PINUS CONTORTA* VAR. *LATIFOLIA*) CROPS OF DIFFERENT ORIGIN IN OB PINE FORESTS OF ALTAI REGION

L.I. Borodintseva¹, V.V. Tarakanov¹, A.L. Fedorkov²,
T.V. Bright-Goncharova^{3, 4}

¹West Siberian Branch of the Sukachev Institute of Forest SB RAS — Branch of the Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center», 100/1, Zhukovsky st., 630082, Novosibirsk, Russia

²Institute of Biology of the Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 28, Kommunisticheskaya st., 167982, Syktyvkar, Komi Republic, Russia

³Branch of FBU «Roslesozaschita» — Forest Protection Center of the Novosibirsk Region, 221, Gogolya st., 630112, Novosibirsk, Russia

⁴Novosibirsk State Agrarian University, 160, Dobrolyubova st., 630039, Novosibirsk, Russia

altay-lss@yandex.ru

The growth dynamics and the seed productivity of 10-year-old Shore pines (*Pinus contorta* var. *latifolia*) of various ecotypes, which were grown in the period 2014–2024 in the Ozersky forestry of the Altai Territory (forest-steppe of Western Siberia), were assessed. The preliminary results show that the studied introduced species grown from seeds harvested on Swedish plantations of lodgepole pine of various geographical origins can successfully grow in the forest-steppe zone of the Altai Territory. The Larslund, Rumhult and Österby ecotypes of more southern origin turned out to be the best in terms of growth at the initial stage of ontogenesis. At the same time, they still lag behind the local Scots pines grown from improved seeds, but in recent years they have had annual height increments at the level of the highest quality classes. The lodgepole pine enters the fruiting period earlier than the local pine and has normally developed generative organs. But the yield of seeds from cones, which are moderately damaged by conobiont insects, is small due to the young age of the cultures.

Keywords: introduction, lodgepole pine, forest-steppe of Western Siberia, dynamics of growth and seed production

Suggested citation: Borodintseva L.I., Tarakanov V.V., Fedorkov A.L., Bright-Goncharova T.V. *Differentsiatsiya kul'tur sosny skruchennoy Pinus contorta* var. *latifolia* razlichnogo proiskhozhdeniya v usloviyakh Priobskikh borov Altayskogo kraya [Shore pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) crops of different origin in ob pine forests of Altai region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 5, pp. 48–61. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-5-48-61

References

- [1] Raevskiy B.V. *Selektsiya i semenovodstvo sosny obyknovennoy (Pinus sylvestris L.) i sosny skruchennoy (Pinus contorta Dougl. ex Loud. var. latifolia Engelm) na severo-zapade taezhnoy zony Rossii* [Breeding and seed production of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm) in the northwest of the taiga zone of Russia]. *Dis. Cand. Sci. (Agric.)*, 06.03.01. Petrozavodsk, 2015, 322 p.
- [2] Koch P. Lodgepole pine in North America. Forest Products Society, 1996, t. 1, 343 p.
- [3] Demidova N.A., Durkina T.M., Gogoleva L.G., Bykov Yu.S., Paramonov A.A. *Rezultaty 35-letnego ispytaniya sosny skruchennoy na evropeyskom severe Rossii* [Results of a 35-year trial of lodgepole pine in the European north of Russia]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy], 2018, no. 225, pp. 90–105.
- [4] Kazakov Ya.V., Babich N.A. *Strukturno-morfologicheskie svoystva volokon sosny skruchennoy, vyrashchennoy v usloviyakh introduktsionnogo stressa* [Structural and morphological properties of lodgepole pine fibers grown under conditions of introduction stress]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the boreal zone], 2023, no. 41 (6), pp. 521–529.
- [5] Kazakov Ya.V., Babich N.A., Krushevskaya N.A. *Izmenenie strukturno-morfologicheskikh svoystv sul'fatnoy tsellyulozy iz drevesiny introdutsirovannoy sosny skruchennoy pri razmole* [Kraft pulp structural and morphological property changes produced from refined introduced Lodgepole pine wood]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2024, vol. 28, no. 5, pp. 153–165. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-153-165
- [6] Owens J.N. The reproductive biology of lodgepole pine. British Columbia: FGC extension note, 2006, no. 07, 66 p.
- [7] Turner M.G., Turner D.M., Romme W.H., Tinker D.B. Cone production in young post-fire *Pinus contorta* stands in Greater Yellowstone (USA). *Forest Ecology and Management*, 2007, no. 242, pp. 119–126.
- [8] Lotan J.E., Perry M.C., Perry D.A. Ecology and regeneration of lodgepole pine. US Department of Agriculture, Forest Service, 1983, no. 606–607, 51 p.
- [9] Lotan J., Brown J., Neuenschwander L. Role of fire in lodgepole pine forests. Lodgepole pine: the species and its management. Cooperative Extension Service, Washington State University, Pullman, 1985, pp. 133–152.
- [10] Shore T.L., Safranyik L., Hawkes B.C., Taylor S.W. Effects of the mountain pine beetle on lodgepole pine stand structure and dynamics. The mountain pine beetle: a synthesis of biology, management and impacts on lodgepole pine. Can. For. Serv., Victoria, 2006, pp. 94–114.

- [11] Axelson J.N., Alfaro R.I., Hawkes B.C. Influence of fire and mountain pine beetle on the dynamics of lodgepole pine stands in British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management*, 2009, t. 257, no. 9, pp. 1874–1882.
- [12] Kolomiets N.G., Bogdanova D.A. *Bol'shoy elovyy luboed (dendrocton) v sosnovykh lesakh Sibiri* [Large spruce bark beetle (dendrocton) in pine forests of Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1999, 112 p.
- [13] MacLachlan I.R., Andreas H., Pia S., Sally N.A. Selective breeding of lodgepole pine increases growth and maintains climatic adaptation. *Forest Ecology and Management*, 2017, t. 391, pp. 404–416.
- [14] Chang Wei-Yew, Gaston C., Cool J., Thomas B.R. A financial analysis of using improved planting stock of white spruce and lodgepole pine in Alberta, Canada: genomic selection versus traditional breeding. *Forestry: An International J. of Forest Research*, 2019, t. 92, no 3, pp. 297–310. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz011>.
- [15] Ukrainetz N.K., Mansfield S.D. Prediction accuracy of single-step BLUP for growth and wood quality traits in the lodgepole pine breeding program in British Columbia. *Tree Genetics & Genomes*, 2020, t. 16, pp. 1–13.
- [16] Fries A., Lindgren D. Performance of plus tree progenies of *Pinus contorta* originating north of latitude 55° N in a Swedish trial at 64° N. *Canadian J. of Forest Research*, 1986, no 16(3), pp. 427–437. <https://doi.org/10.1139/x86-079>.
- [17] Ericsson T., Danell Ö., Andersson B. Genetic variation of *Pinus contorta* var. *latifolia* breeding material in Sweden. *Canadian J. of Forest Research*, 1994, t. 24, no 4, pp. 723–729.
- [18] 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. Umea, 1994, 325 p, p. 64.
- [19] Elfving B., Ericsson T., Rosvall O. The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden — a review. *Forest ecology and management*, 2001, t. 141, no. 1–2, pp. 15–29.
- [20] Ola E., Sjöberg K., Andersson B., Rosvall Ol., Ågren G.I., Baker W.L., Barklund P., Björkman C., Despain D.G., Elfving B., Ennos R.A., Karlman M., Knecht M.F., Knight D.H., Ledgard N.J., Lindelöw Å., Nilsson C., Peterken G.F., Sörlin S., Sykes M.T. Ecological effects and management aspects of an exotic tree species: the case of lodgepole pine in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 2001, t. 141, no. 1–2, pp. 3–13. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00498-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00498-9).
- [21] Girgidov D.Ya. *Sosna Murreya. Introduktsiya drevesnykh porod na Severo-Zapade SSSR* [Murray pine. Introduction of tree species in the North-West of the USSR]. Moscow–Leningrad: Goslesbumizdat, 1955, pp. 22–24.
- [22] Girgidov D.Ya. *Sosna Murreya i dub krasnyy v severo-zapadnykh rayonakh SSSR* [Murray pine and red oak in the northwestern regions of the USSR]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1952, no. 7, pp. 8–13.
- [23] Salinyn S.X. *Sosna Murreya i ee kul'tury v Latvyskoy SSR. Issledovaniya o prirode drevesnykh porod* [Murray pine and its crops in the Latvian SSR. Research on the nature of tree species]. Riga: Academy of Sciences of the Latvian SSR, 1964, pp. 83–100.
- [24] Melekhov I.S. *Introduktsiya khvoynykh v lesnom khozyaystve* [Introduction of conifers in forestry]. *Lesovedenie*, 1984, no. 6, pp. 72–78.
- [25] Ilov V.N., Stafeyev B.L. *Sosna skruennaya v plantatsionnykh posadkakh Arkhangel'skoy oblasti. Lesovodstvo, lesorazvedenie, lesnye pol'zovaniya* [Lodgepole pine in plantation plantings of the Arkhangelsk region. Silviculture, afforestation, forest use]. Express-inform. Moscow: CBNTI, 1987, pp. 12–21.
- [26] Mordas' A.A., Raevskiy B.V. *Vskhozhest'semyan i rost sosny skruennoy v Karelii* [Seed germination and growth of lodgepole pine in Karelia]. *Lesovedenie*, 1992, no. 1, pp. 89–94.
- [27] Raevskiy B.V. *Kul'tury sosny skruennoy v Karelii* [Lodgepole pine crops in Karelia]. Diss. Cand. Sci. (Agric.). St. Petersburg, 1992. 25 p.
- [28] Kishchenko I.T. *Urozhaynost'shishek i zhiznesposobnost'semyan u nekotorykh predstaviteley semeystva Pinaceae pri introduktsii v Karelii* [Cone yield and seed viability in some representatives of the Pinaceae family during introduction in Karelia]. *Rastitel'nye resursy* [Plant resources], 1999, no. 2, pp. 32–37.
- [29] Markov I.A., Zhigunov A.V. *Lesokul'turnye ispytaniya perspektivnykh porod-introduktsentov na Severo-zapade Rossii* [Silvicultural testing of promising introduced species in the North-West of Russia]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy], 1999, iss. 165, pp. 20–28.
- [30] Alekseev V.M., Zhigunov A.V., Bondarenko A.S., Burtsev D.S. *Introduktsiya sosny skruennoy v usloviyakh Leningradskoy oblasti* [Introduction of lodgepole pine in the Leningrad region]. *Russian Forestry J.*, 2014, no. 3 (339), pp. 24–33.
- [31] Demidova N.A., Durkina T.M., Gogoleva L.G. *Semenoshenie sosny skruennoy shirokikhvoynoy (Pinus contorta Dougl. Ex Loud. Var. Latifolia Engelm. Ex Wats) v Arkhangel'skoy oblasti* [Seed production of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. Ex Loud. Var. *Latifolia* Engelm. Ex Wats) in the Arkhangelsk region]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2017, no. 2, pp. 65–77.
- [32] Fedorkov A. Variation in shoot elongation patterns in *Pinus contorta* and *Pinus sylvestris* in north-west Russia. *Scandinavian J. of Forest research*, 2010, no. 25, pp. 208–212.
- [33] Fedorkov A.L. *Izmenchivost' adaptivnykh priznakov khvoynykh v usloviyakh stressa na Severe Evropy* [Variability of adaptive traits of conifers under stress in Northern Europe]. Diss. Dr. Sci. (Biological), 03.02.08. Moscow, 2011, 239 p.
- [34] Plyusnina S.N., Fedorkov A.L., Gulyaev R.G. *Struktura khvoi sosny skruennoy Pinus contorta Dougl. i sosny obyknovennoy Pinus sylvestris L. v eksperimental'nykh kul'turakh* [Needle structure of *Pinus contorta* Dougl. and *Pinus sylvestris* L. in experimental cultures]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2024, vol. 28, no. 1, pp. 46–55. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-1-46-55
- [35] Gutiy L.N., Fedorkov A.L. *Sostoyanie i rost eksperimental'nykh kul'tur sosny skruennoy v Respublike Komi* [State and growth of experimental cultures of lodgepole pine in the Komi Republic]. *Lesovedenie*, 2016, no. 4, pp. 265–269.

- [36] Fedorkov A.L., Gutiy L.N. *Sostoyanie eksperimental'nykh kul'tur sosny skrushennoy v Respublike Komi* [The state of experimental cultures of lodgepole pine in the Komi Republic]. *Vestnik instituta biologii Komi nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniya RAN* [Bulletin of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences], 2017, no. 2 (200), pp. 25–31.
- [37] Fedorkov A., Gutiy L. Performance of lodgepole pine and Scots pine in field trials located in north-west Russia // *Silva Fennica*, 2017, t. 51, no. 1.
- [38] Pristova T.A., Fedorkov A.L. *Elementnyy sostav Pinus contorta Dougl. i Pinus sylvestris L. v eksperimental'nykh kul'turakh Syktyvskarskogo lesnichestva Respubliki Komi* [Elemental composition of *Pinus contorta* Dougl. and *Pinus sylvestris* L. in experimental cultures of the Syktyvkar forestry of the Komi Republic]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2023, no. 245, pp. 55–70.
- [39] Gryaz'kin A.V., Gribov S.E., Korchagov S.A., Chan Ch.T., Vu V.Kh., Dang V.Kh. *Prizhivaemost' i sokhrannost' lesnykh kul'tur na fone uspeshnogo estestvennogo vozobnovleniya sosny i eli* [Survival and preservation of forest crops against the background of successful natural regeneration of pine and spruce]. *Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa. Materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Actual problems of forest complex development. Proceedings of the XVIII International Scientific and Technical Conference], Vologda, December 01, 2020. Vologda: Vologda State University, 2020, pp. 26–29.
- [40] Demidova N.A., Durkina T.M., Gogoleva L.G., Demidenko S.A., Bykov Yu.S., Paramonova A.A. *Rost i razvitie sosny skrushennoy (Pinus contorta Loud. var. Latifolia S. Wats) v usloviyakh severnoy taygi* [Growth and development of lodgepole pine (*Pinus contorta* Loud. var. *Latifolia* S. Wats) in the northern taiga]. *Tr. Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva* [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute. SPbNILH], 2016, no. 2, pp. 45–59.
- [41] Andronova M.M., Babich N.A., Khamitov R.S. *Stupenchataya introduktsiya drevesnykh rasteniy na severe Russkoy ravniny* [Stepwise introduction of woody plants in the north of the Russian Plain]. Arkhangelsk: Publishing house of NArFU, 2021, 412 p.
- [42] Tarakanov V.V., Demidenko V.P., Ishutin Ya.N., Bushkov N.T. *Selektsionnoe semenovodstvo sosny obyknovennoy v Sibiri* [Selection seed production of Scots pine in Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 2001, 230 p.
- [43] Tarakanov V.V., Fedorkov A.L., Kuz'mina T.V., Avdonina A.N. *Vskhozhest'semyan i rost seyantsev severoamerikanskogo vida Pinus contorta Dougl. v Yuzhnoy Sibiri* [Seed germination and seedling growth of the North American species *Pinus contorta* Dougl. in Southern Siberia]. *Rastitel'nyy mir Severnoy Azii: problemy izucheniya i sokhraneniya bioraznoobraziya: mater. vsereoss. konf. [Flora of Northern Asia: problems of studying and preserving biodiversity. Proc. All-Russian Conf.]*. Novosibirsk, October 1–3, 2013. Novosibirsk: Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2013, pp. 133–135.
- [44] *Lesosemennoe rayonirovanie osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod v SSSR* [Forest seed zoning of the main forest-forming species in the USSR]. Moscow: Lesnaya Prom-st' [Forest industry], 1982, 368 p.
- [45] Tarakanov V.V., Kal'chenko L.I. *Feneticheskyy analiz klonovykh i estestvennykh populyatsiy sosny v Altayskom krae* [Phenetic analysis of clonal and natural pine populations in the Altai Territory]. Novosibirsk: Geo, 2015, 107 p.
- [46] Tarakanov V.V., Dubovik D.S., Rogovtsev R.V., Zatsypina K.G., Bugakov A.V., Goncharova T.V. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya genetiko-selektsionnogo kompleksa khvoynykh porod v Sibiri (na primere Novosibirskoy oblasti)* [State and prospects for the development of the genetic and selection complex of coniferous species in Siberia (on the example of the Novosibirsk region)]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature Management], 2019, no. 3 (43), pp. 5–24. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.3.5
- [47] Goncharova T.V., Tarakanov V.V., Borodintseva L.I., Nozdrenko Ya.V. *Vliyanie nasekomykh konobiontov na razmer shishek na klonovykh plantatsiyakh sosny v Altayskom krae* [The influence of conobiont insects on the size of cones on clonal pine plantations in the Altai Territory]. *Agrarnaya nauka — sel'skomu khozyaystvu: sbornik materialov XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Agrarian science — to agriculture. Collection of materials of the XVII International scientific and practical conference]*, in 2 books. Barnaul, 2022, 467 p.
- [48] Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G., Nil'son S., Buluy Yu.I. *Tablitsy i modeli khoda rosta i produktivnosti nasazhdeniy osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Severnoy Evrazii (normativno-spravochnye materialy)* [Tables and models of the growth and productivity of plantations of the main forest-forming species of Northern Eurasia (normative and reference materials)]. Moscow: Rosleskhoz, 2008, 886 p.

This work was supported by the FRC KSC SB RAS R&D base project FWES-2024-0028/124012900557-0 «Biodiversity of Siberian Forests: Ecological-dynamic, Genetic-breeding, Physicochemical, and Resource-Technical Aspects».

Acknowledgments

The authors thank the management of the Altai Region Forestry Department, represented by S.D. Samsonenko, V.A. Chernykh, and A.N. Strelkovsky; the director of the Altai Forest Breeding and Seed Center, V.V. Bubenshchikov; the head of the forest relations department for the Ozerskoye forestry, S.A. Andrushko; the foreman of the Ozerskoye nursery, A.M. Besedovsky; and senior researcher of the West Siberian Branch of the IL SB RAS — branch of the FRC KSC SB RAS, Yu.N. Ilycheva, as well as the students of the Novosibirsk State Agrarian University who participated in the planting. We are especially grateful to S.N. Goroshkevich, who drew our attention to the valuable properties and the possibility of introducing this exotic plant to Western Siberia.

Authors' information

Borodintseva Lyudmila Ivanovna✉ — Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, West Siberian Branch of the Sukachev Institute of Forest SB RAS — Branch of the Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center», altay-lss@yandex.ru

Tarakanov Vyacheslav Veniaminovich — Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Head of the Laboratory of Forest Genetic Resources, West Siberian Branch of the Sukachev Institute of Forest SB RAS — Branch of the Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center», tarh012@mail.ru

Fedorkov Aleksey Leonardovich — Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Institute of Biology of the Federal Research Center of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, fedorkov@ib.komisc.ru

Bright-Goncharova Tatyana Vladimirovna — Head of the Department of the Branch of FBU «Roslesozaschita» — Forest Protection Center of the Novosibirsk Region; Senior Lecturer of the Novosibirsk State Agrarian University, tato4ka0909@mail.ru

Received 29.05.2025.

Approved after review 07.08.2025.

Accepted for publication 01.09.2025.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article

The authors declare that there is no conflict of interest