

На правах рукописи



СВАЛОВА АННА ИГОРЕВНА

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА РОСТ СОСНЫ
КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ПРИГОРОДНАЯ ЗОНА КРАСНОЯРСКА)**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2022

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», г. Красноярск.

Научный руководитель:	доктор сельскохозяйственных наук, профессор Братилова Наталья Петровна
Официальные оппоненты:	Бабич Николай Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (г. Архангельск), кафедра ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, профессор Хамитова Светлана Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно- исследовательский институт фитопатологии», лаборатория фитосанитарного мониторинга и биологизированного земледелия (Московская обл., р.п. Большие Вяземы), научный сотрудник
Ведущая организация:	ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Нижний Новгород)

Защита диссертации состоится 13 сентября 2022 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.249.06 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82, E-mail: mrepyah@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», на сайте СибГУ им. М. Ф. Решетнёва: www.sibsau.ru

Автореферат разослан 15 июня 2022 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент



Репях Марина Вадимовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Изучению географической изменчивости древесных растений способствует создание искусственных насаждений посадочным материалом, выращенным из семян, собранных в разных пунктах ареала изучаемого вида. Проведение оценки роста инорайонных климатипов в географических посадках позволяет выделить перспективные группы растений вида для создания быстрорастущих и продуктивных культур в конкретных условиях произрастания.

Подбор оптимальных условий выращивания лесных культур (с учетом их освещенности) с сочетанием использования ценного в селекционном отношении посадочного материала дает возможность спрогнозировать увеличение продуктивности и экологической эффективности создаваемых искусственных насаждений.

В настоящее время проблема отбора перспективных климатипов и экземпляров сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) для сбора семян и выращивания высокопродуктивных культур под пологом леса и на открытом месте остается недостаточно изученной.

Степень разработанности проблемы. В пригородной зоне Красноярска с середины XX века под руководством сотрудников кафедры лесных культур Сибирского технологического института (в настоящее время кафедра селекции и озеленения СибГУ им. М.Ф. Решетнева) созданы многочисленные искусственные посадки кедровых сосен. Результаты исследований их роста, семеношения, формирования фитомассы, генетических характеристик отселектированных экземпляров кедровых сосен нашли отражение в работах Р. Н. Матвеевой, В.А. Усольцева, Н. П. Братиловой, А.М. Пастуховой, Ю. Е. Щерба и др.

Оставались неизученными вопросы, касающиеся особенностей роста насаждений сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в зависимости от способов их создания и условий произрастания. Для их решения проведена оценка роста культур, созданных на объектах «Майдат», «Горный-1», в дендрарии СибГУ им. М.Ф. Решетнева под руководством доц. О.П. Олисовой.

Цель работы заключается в выявлении особенностей роста и сохранности сосны кедровой сибирской разной географической принадлежности в искусственных насаждениях пригородной зоны Красноярска при разных способах их посадки и условиях выращивания, проведении отбора быстрорастущих климатипов и экземпляров.

Задачи исследований

1. Провести оценку сохранности и роста сосны кедровой сибирской при создании культур гнездовым способом рядами в плужные борозды и в центры площадок.

2. Изучить изменчивость роста сосны кедровой сибирской под пологом леса в зависимости от географического происхождения посадочного материала.

3. Оценить влияние на рост сосны кедровой сибирской условий выращивания культур (под пологом леса с разной полнотой, на склонах северной и южной экспозиций и на открытом месте).

Научная новизна. Впервые установлены особенности роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в подпологовых культурах, созданных на склонах разной экспозиции в пригородной зоне Красноярск; установлено влияние способа гнездовой посадки (в дно плужных борозд и в центры площадок) на сохранность и рост кедровых культур.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведен массовый отбор перспективных климатипов сосны кедровой сибирской, первый этап индивидуального отбора быстрорастущих экземпляров для дальнейшего размножения и создания высокопродуктивных культур в пригородной зоне Красноярск. Разработаны практические рекомендации для лесовосстановления по подбору посадочного материала сосны кедровой сибирской, оптимизации условий выращивания и проведению уходов в подпологовых культурах.

Методология и методы исследования. Изучены показатели роста, формирования надземной фитомассы семенных потомств сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в зависимости от условий выращивания.

Обследование и исследование искусственных кедровых насаждений проведено по традиционным методикам А.А. Молчанова, В.В. Смирнова (1967), В.В. Огиевского, А.А. Хирова (1964), А.Р. Родина, М.Д. Мерзленко (1983). Для оценки конкуренции деревьев в группах дополнительно определяли модифицированный селекционный коэффициент. Углеродоёмкость вычисляли по методике В.А. Алексеева и др. (1994).

Статистическая обработка результатов выполнена с применением программы Microsoft Excel. Уровень изменчивости признаков определяли по С.А. Мамаеву (1973). Регрессионный анализ проводился в программе Curve Expert 1.3.

Положения, выносимые на защиту:

1. Способ посадки (гнездовые, созданные рядами в дно плужных борозд и в центры площадок) оказывает влияние на сохранность и интенсивность роста культур сосны кедровой сибирской.

2. Интенсивность роста потомств сосны кедровой сибирской зависит от географической принадлежности материнских насаждений. Быстрым ростом в пригородной зоне Красноярск отличаются деревья тувинского и читинского происхождения, замедленным - потомство бурятского климатипа.

3. На интенсивность роста сосны кедровой сибирской оказывают влияние условия выращивания, в частности, освещённость и экспозиция склона.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность результатов исследований подтверждается объемом экспериментального материала, полученным за период наблюдений (с 2012 по 2020 гг.) за тремя объектами искусственных насаждений кедровых сосен в пригородной зоне Красноярска.

Результаты исследований апробированы на Международных конференциях «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» (Абакан, 2012), «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск, 2016-2020), AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Красноярск, 2020), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения» (Красноярск, 2019-2021).

Исследования проводились с участием в проектах:

- «Исследования динамики биоразнообразия и воспроизводства экосистем в условиях Сибири» (2013-2016 гг.), в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности, проводимого Министерством образования и науки РФ;
- «Фундаментальные основы защиты лесов от энтомо- и фитовредителей в Сибири» (№ FEFE-2020-0014).

Личный вклад. Автор принимала непосредственное участие в сборе полевого материала, статистической обработке и анализе полученных данных; написании диссертации, формулировке заключения и составлении практических рекомендаций.

Автор выражает благодарность доц. А. Г. Лузганову в оказании помощи при сборе полевого материала в труднодоступных культурах сосны кедровой сибирской.

Структура и объем научной квалификационной работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и приложений. Текстовая часть содержит 39 таблиц, 42 рисунка. Список использованных источников включает 157 наименований. Работа изложена на 169 страницах, содержит приложения на 45 страницах.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 научных статей, в том числе 4 в рецензируемых журналах (по списку ВАК).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В главе нашли отражение вопросы особенностей создания кедровых культур при разных способах посадки и условиях освещенности.

По мнению Г. Г. Терехова, наиболее часто при создании кедровых культур используется рядовая посадка растений. А. Г. Лузганов считает, что в культурах, созданных биогруппами, выживают преимущественно крупные растения, отличающиеся равномерными годичными приростами. Р. Н. Матвеева,

О. Ф. Буторова писали о наиболее распространенном способе создания культур кедровых сосен в условиях Сибири сеянцами или саженцами в борозды или площадки.

Пристальное внимание уделено подбору оптимальных условий выращивания, в частности, освещенности, влияющей на рост и развитие растений. А. М. Данченко, И. А. Бех полагают, что при полном освещении сосна кедровая сибирская растет лучше, чем при затенении. М. М. Спасибова, М. Н. Казанцева указывают на большую конкуренцию со стороны растительности всех ярусов для подпологовых кедровых культур. По мнению Л. А. Белова, верхний полог березы в первые годы после посадки кедровых культур снижает необходимость в проведении агротехнических уходов. А. И. Иванов считает подпологовые культуры сосны кедровой корейской на территории южной части Дальнего Востока более предпочтительными в сравнении с их высаживанием на открытом месте при условии своевременного проведения лесоводственных уходов.

В. А. Алексеев полагал, что световой режим в большой степени зависит от географического положения, экспозиции и крутизны склона. Географической изменчивости пятихвойных сосен в работе уделено большое внимание. Географические культуры кедровых сосен изучали А. И. Ирошников, Н. А. Ларионова, Г. В. Кузнецова, В. Н. Корякин, Н. В. Выводцев, Е. В. Титов и др. В. В. Тараканов считает отбор географических происхождений одним из наиболее ранних способов выявления перспективных климатипов.

Несмотря на большой объем исследований по данной тематике вопросы подбора оптимальных способов создания кедровых культур и условий их выращивания, перспективных климатипов и генотипов для Сибирского региона остаются недостаточно изученными.

2 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в искусственных насаждениях сосны кедровой сибирской на трех участках: в Мининском (участки «урочище Майдат» и дендрарий СибГУ им. М.Ф. Решетнева) и Городском (участок «Горный-1») лесничествах г. Красноярска. При создании географических посадок был использован посадочный материал следующих происхождений: Красноярский край (Учебно-опытный лесхоз, Бирюсинское лесничество), Республики Якутия (Саха), Бурятия, Читинская, Томская, Тувинская, Тюменская области.

В урочище Майдат в 1963 г. под пологом осины созданы гнездовые посадки пучками из десяти трехлетних сеянцев местного (дивногогорского) происхождения двумя способами: рядами в дно борозд в прорубленных коридорах (по схеме 5-7х8-10 м) и в центр минерализованных площадок размером 1 м² (по схеме 4х5 м). На участке Горный-1 в 1964 г. созданы географические культуры под пологом березняка

разнотравного пучками по 9 четырехлетних сеянцев в площадки по схеме 4х4 м внутри каждого происхождения, 5 м - между вариантами. В дендрарии географические посадки выполнены под пологом березняка разнотравного и на открытом месте по 9 трехлетних сеянцев в площадки размером 0,7 м² с расстоянием между центрами площадок 4 м. На открытом месте посадка создавалась рядами по схеме 1х1 м. За полувековой период произрастания подпологовых кедровых культур состав древостоев на двух объектах сменился в сторону увеличения доли сосны (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика полого насаждений

Участок	Экспозиция склона	Состав	Класс бонитета	Тип леса
Горный – 1	северный	5С5Б	II	Сосняк разнотравный
Дендрарий	южный	6С4Б	II-III	Сосняк разнотравный
Майдат	северо-восточный	8Ос2Б	II	Осинник разнотравный

3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В программу исследований входило:

- проведение инвентаризации и лесоводственно-таксационной оценки искусственных насаждений сосны кедровой сибирской, выращиваемых на открытом месте и под пологом древостоя в пригородной зоне Красноярскa;
- изучение изменчивости роста сосны кедровой сибирской разного географического происхождения и отбор высокопродуктивных климатипов и генотипов в искусственных насаждениях пригородной зоны Красноярскa;
- выявление влияния условий выращивания (экспозиция склона, уровень освещенности, способ посадки) на рост искусственных насаждений сосны кедровой сибирской;
- составление практических рекомендаций.

Для изучения роста сосны кедровой сибирской в искусственных посадках применяли общепринятые методики, используемые при проведении лесокультурных исследований. Проводили сплошной переcчет деревьев с определением их биометрических показателей: высоты, диаметра ствола, диаметра и протяженности кроны, приростов ствола, длины хвои.

Для оценки перспективности деревьев использовали показатели относительной высоты и модифицированного селекционного коэффициента, вычисленного по формуле:

$$СК_{\text{мод}} = (100h/H) * (d/100h) = d/H$$

где $СК_{\text{мод}}$ - модифицированный селекционный коэффициент,

h – высота дерева в «гнезде», м,

H - высота лидирующего дерева в «гнезде», м;

d – диаметр ствола дерева в «гнезде», см.

В каждом происхождении сосны кедровой сибирской было отобрано по пять модельных деревьев разной категории крупности: минимальная, мелкая, средняя, крупная и близкая к максимальной. У модельных деревьев определяли надземную фитомассу в свежесобранном и абсолютно сухом состоянии и вычисляли углеродоёмкость по методике В. А. Алексеева и др.

Полевой материал подвергали обработке с помощью программ Microsoft Excel и Curve Expert 1.3.

4 ОЦЕНКА ПОДПОЛГОВЫХ КУЛЬТУР УЧАСТКА «МАЙДАТ»

Сохранность «гнезд» при рядовой посадке составила 99 %, деревьев в группах - 43 %. В площадках показатель сохранности гнезд равен 80 %, деревьев в площадках - 36 %. Снижение сохранности площадок и деревьев в «гнездах», размещенных в центре площадок, связано с усиленным разрастанием травяного покрова при достаточном освещении.

Установлена тесная достоверная прямая зависимость суммы площадей сечений стволов сосны кедровой сибирской в гнездах от освещенности гнезд ($r = 0,96$). Лучшая освещенность гнезд в площадках объясняет существенно большую сумму сечений стволов в гнездах, размещенных по центру площадок ($168,5 \pm 10,20 \text{ см}^2$), по сравнению с гнездами в рядовых посадках ($118,1 \pm 8,14 \text{ см}^2$).

Выжившие деревья в площадках отличаются лучшим ростом, их средняя высота равнялась 10,8 м в сравнении с 8,7 м в рядах. Отмечено превышение среднего диаметра ствола лидирующих деревьев в площадках по сравнению с лидерами в рядовых посадках (24,8 см против 20,7 см) (рисунок 1).

В «гнездах» с возрастом происходит естественный отбор, при котором деревья наименьших рангов начинают переходить в категорию отпада.

Средняя относительная высота у деревьев первого-третьего рангов в гнездах, состоящих из 3-4 деревьев, равна $111,7 \pm 8,58$ при коэффициенте изменчивости 18,8 %, а в гнездах, состоящих из 6-7 деревьев, она равна $98,2 \pm 4,21$ при коэффициенте изменчивости 10,5 %. В более густых гнездах меньшая величина относительной высоты и ее малая изменчивость указывают на небольшое взаимное угнетение между деревьями, росших в лучших условиях освещения, чем в гнездах, в которых из-за недостатка света сохранилось меньше деревьев.



Рисунок 1 – Таксационные показатели при разных условиях выращивания

Средний $СК_{\text{мод}}$ у деревьев трех первых рангов в гнездах, состоящих из 3-4 деревьев, равен $0,65 \pm 0,171$ при коэффициенте изменчивости, равном 64,3 %, в гнездах, состоящих из 6-7 деревьев, он равен $0,74 \pm 0,133$ при $V=44,2$ %, из 8-9 деревьев – $0,84 \pm 0,130$ при $V=37,9$ %. В более густых гнездах $СК_{\text{мод}}$ выше по абсолютной величине, но менее изменчив, что указывает на понижение конкуренции между деревьями густых гнезд, росших в лучших условиях освещения, чем гнезд, в которых, из-за недостатка света сохранилось меньше деревьев (таблица 1).

Таблица 1 - $СК_{\text{мод}}$ по рангам и густоте деревьев в группах

Номер ранга	Количество деревьев в группе, шт.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,21	1,16	1,16	1,18	1,17	1,14	1,14	1,14	1,13
2		0,46	0,56	0,49	0,53	0,65	0,64	1,00	0,86
3			0,26	0,26	0,25	0,39	0,47	0,46	0,44
4				0,16	0,16	0,23	0,26	0,40	0,33
5					0,09	0,14	0,14	0,22	0,22
6						0,06	0,08	0,14	0,14
7							0,06	0,04	0,09
8								0,04	0,06
9									0,05

В культурах, произрастающих в условиях с неодинаковой освещенностью (13,1 тыс. люкс при полноте осинового полога 0,4-0,5 и 5,4 тыс. люкс при полноте 0,7),

отмечено достоверное превышение диаметров ствола у деревьев первого варианта (таблица 2).

Таблица 2 – Диаметр ствола 60-летних деревьев при разной полноте

Полнота	X _{ср.}	± m	± σ	P, %	V, %	t _ф при t ₀₅ = 2,04
Все деревья						
0,7	17,9	0,67	8,6	3,7	48,3	2,18
0,4-0,5	19,6	0,40	9,1	2,0	46,5	
Лидирующие деревья						
0,7	23,2	1,75	8,9	7,5	38,5	0,30
0,4-0,5	23,8	0,90	7,1	4,0	29,8	

Диаметр ствола деревьев-лидеров к 60 годам составлял 23,2-23,8 см без достоверных различий между вариантами опыта.

5 ОЦЕНКА РОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ПОДПОЛОВОГОВЫХ КУЛЬТУРАХ УЧАСТКА «ГОРНЫЙ-1»

Сосна кедровая сибирская под пологом леса к 52-летнему возрасту имела высоту $3,9 \pm 0,13$ м, диаметр ствола - $3,3 \pm 0,13$ см, крону диаметром $1,4 \pm 0,04$ м, протяженностью $1,3 \pm 0,04$ м.

При сравнительном анализе роста потомств разной географической принадлежности выявлено превышение по высоте у потомств читинского, тувинского и тюменского происхождений (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительный анализ роста климатипов сосны кедровой сибирской в подпологовых культурах

Регион происхождения	$X_{\text{ср.}}$	$\pm m$	$t_{\text{ф1}}$	$t_{\text{ф2}}$
			при $t_{05} = 2,04$	
1	2	3	4	5
Высота, м				
Бирюса	3,6	0,25	-	2,45
Бурятия	3,2	0,19	1,27	3,94
Якутия	3,5	0,20	0,31	2,98
Тюмень	3,9	0,35	0,69	1,36
Чита	4,5	0,27	2,45	-
Тыва	4,3	0,34	1,65	0,46

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Диаметр ствола, см				
Бирюса	3,5	0,24	-	3,25
Бурятия	3,5	0,21	0	3,40
Якутия	3,5	0,23	0	3,30
Тюмень	4,5	0,50	1,80	0,51
Чита	4,8	0,38	3,25	-
Тыва	4,1	0,32	1,50	1,55
Среднепериодический прирост (с 42 до 52 лет) центрального побега в высоту у лидирующих деревьев, см				
Бирюса	15,2	0,40	-	4,83
Бурятия	13,6	0,34	3,05	8,14
Якутия	12,5	0,44	4,54	9,04
Тюмень	15,8	0,52	0,91	3,29
Чита	17,9	0,42	4,66	0,17
Тыва	18,0	0,42	4,83	-

Надземная фитомасса 56-летних модельных деревьев равнялась в среднем 14,1 кг, варьируя от 5,2 кг (бурятское происхождение) до 24,9 кг (читинское). На крону приходилось 26,2-29,9 % надземной фитомассы. Зависимость надземной фитомассы дерева от диаметра ствола в подпологовых культурах описывается уравнением:

$$Y = 53,245 / (1 + 216,215 \exp(-0,76X)), R^2 = 0,929$$

где Y – надземная фитомасса, кг в свежем состоянии

X – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см

Изучено влияние полноты древостоя на рост подпологовых кедровых культур. Выявлено, что со снижением полноты сомкнутости полога древостоя у сосны кедровой сибирской увеличиваются показатели роста (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели роста культур при разной полноте полога

Полнота	X _{ср.}	± m	± σ	V, %	P, %	t _ф при t ₀₅ =2,04
Высота, м						
0,68	5,9	0,39	2,52	42,6	6,6	-
0,78	4,3	0,34	2,50	57,9	7,9	3,09
0,87	4,2	0,20	2,16	51,7	4,8	3,88
0,95	3,4	0,16	1,59	47,2	4,7	5,93

Окончание табл. 4

Полнота	$X_{cp.}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05}=2,04$
Диаметр ствола, см						
0,68	5,1	0,49	3,23	62,6	9,5	-
0,78	3,5	0,34	2,43	70,1	9,7	2,68
0,87	3,2	0,22	2,38	73,7	6,7	3,54
0,95	2,7	0,18	1,93	72,6	6,9	4,60
Диаметр кроны, м						
0,68	2,00	0,10	0,68	34,1	5,2	-
0,78	1,51	0,09	0,643	42,6	6,0	3,64
0,87	1,38	0,063	0,644	46,5	4,5	5,25
0,95	1,32	0,058	0,579	43,7	4,4	5,88

В зависимости от полноты на одно дерево сосны кедровой сибирской, растущее под пологом леса, приходилось в среднем 1,9-9,7 кг надземной фитомассы (рисунок 2).

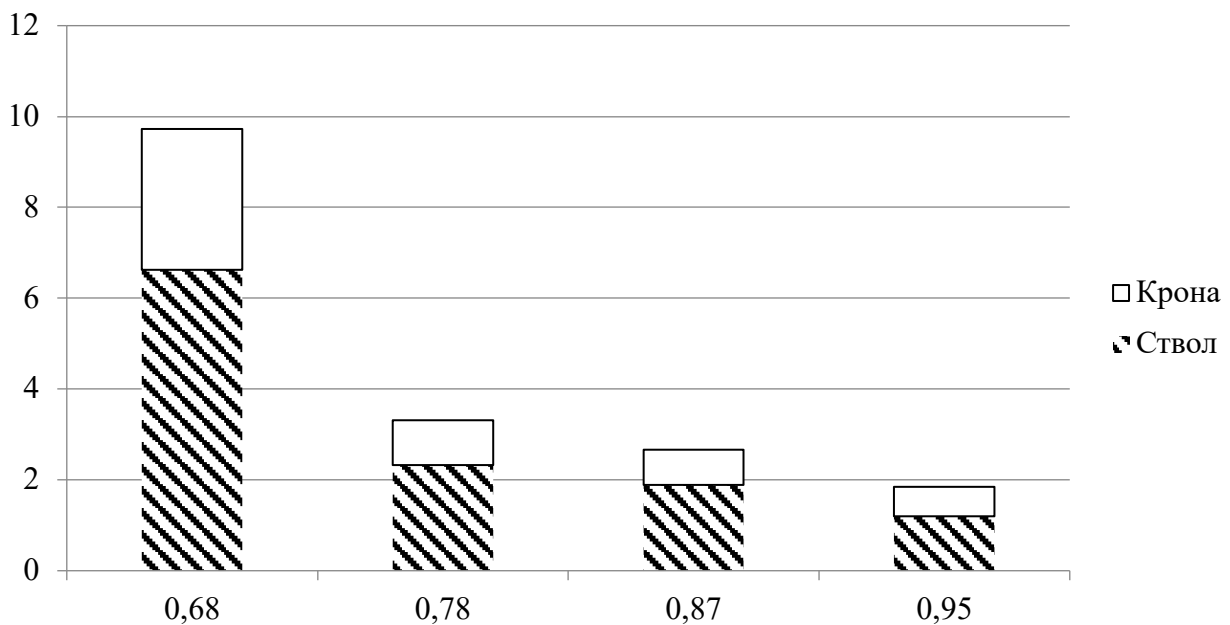


Рисунок 2 – Надземная фитомасса сосны кедровой сибирской в зависимости от полноты, кг

В подпологовых географических культурах проведен отбор быстрорастущих экземпляров с целью дальнейшей селекционной работы. Некоторые генотипы отобраны не по одному, а комплексу биометрических показателей. Отселектировано бирюсинское потомство под номерами 1-06-2, 1-06-4, 1-09-4, 1-10-1, 1-10-3, 1-12-1, растения бурятского (2-16-3, 2-17-3, 2-27-3, 2-40-2), якутского (3-05-3, 3-20-2, 3-26-1), читинского (6-71-1, 6-72-1, 6-73-7, 6-74-5, 6-74-4, 6-76-1, 6-83-7, 6-84-5, 6-64-3),

тувинского (9-81-3, 9-86-3, 9-86-5, 9-87-2, 9-77-5, 9-76-3, 9-76-4) климатипов и тюменский экземпляр 5-05-2.

6 ОЦЕНКА НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ДЕНДРАРИИ СИБГУ ИМ. М.Ф. РЕШЕТНЕВА

К 2019 году подпологовые культуры сосны кедровой сибирской, созданные в дендрарии, достигли 56-летнего биологического возраста. Среди географических потомств максимальные размеры отмечены у деревьев тувинского ($6,1 \pm 1,99$ м по высоте и $5,9 \pm 0,33$ см по диаметру ствола) и местного ($5,7 \pm 1,98$ м и $5,5 \pm 0,46$ см соответственно) происхождений. Замедленным ростом характеризуется бурятский климатип ($4,6 \pm 0,31$ м в высоту и $4,3 \pm 0,33$ см по диаметру) (таблица 5).

Таблица 5 – Рост 56-летних подпологовых деревьев сосны кедровой сибирской разных климатипов

Регион происхождения	$X_{\text{ср.}}$	$\pm \sigma$	$\pm m$	P, %	V, %	$t_{\text{ф}} \text{ прит}_{05}=2,04$
Высота, м						
Бирюса	5,7	1,98	0,41	7,2	34,4	0,81
Бурятия	4,6	2,07	0,31	6,8	45,5	3,59
Якутия	4,9	2,21	0,36	7,3	44,6	2,63
Тыва	6,1	1,99	0,28	4,7	32,9	-
Томск	5,0	2,44	0,40	8,0	48,8	2,25
Тюмень	5,0	2,80	0,48	9,6	56,3	1,98
Диаметр ствола, см						
Бирюса	5,5	2,22	0,46	8,3	40,1	0,71
Бурятия	4,3	2,23	0,33	7,8	52,0	3,43
Якутия	4,7	2,40	0,39	8,4	51,0	2,35
Тыва	5,9	2,34	0,33	5,7	39,7	-
Томск	4,8	2,68	0,44	9,1	55,5	2,00
Тюмень	4,8	3,02	0,51	10,7	62,5	1,81

Доля крупных деревьев во всех происхождениях невелика, не превышает 18,3 %. У потомств бурятского, якутского, томского и тюменского происхождений преобладает доля деревьев в диапазоне 0,5-4,0 см (рисунок 3).

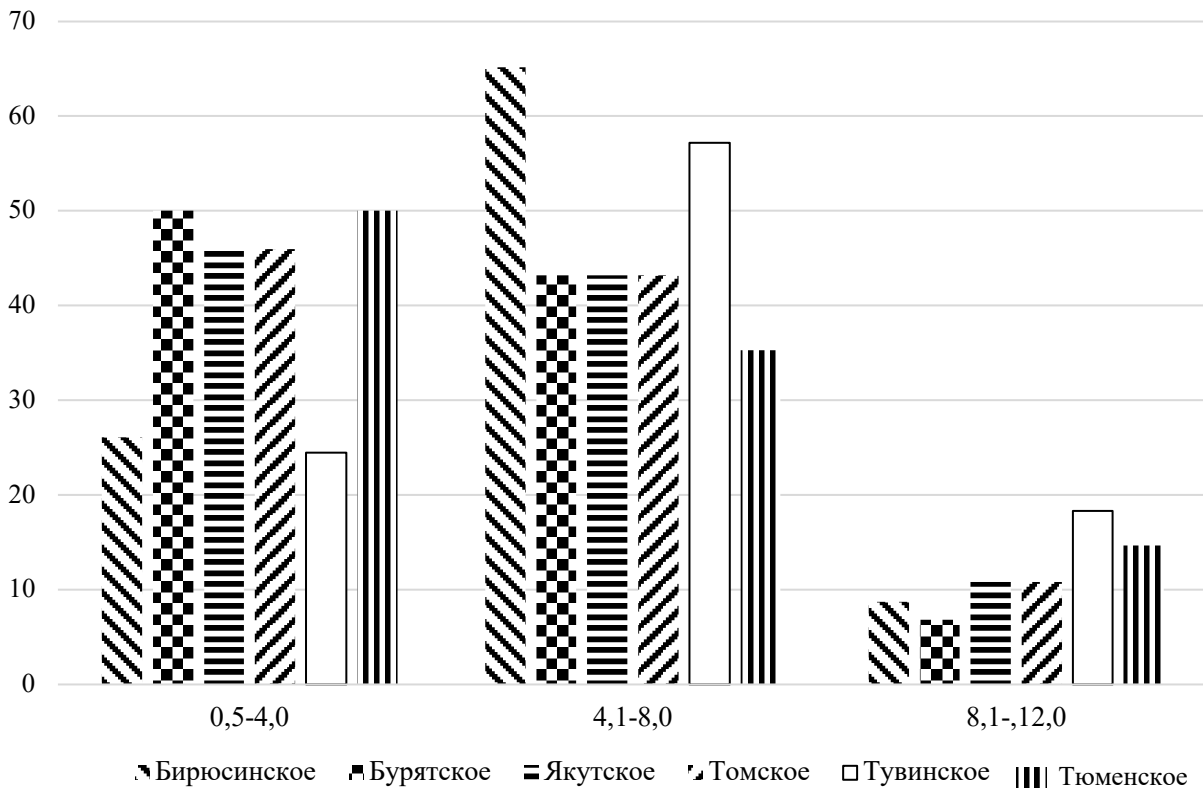


Рисунок 3 – Распределение деревьев по диаметру ствола, см

Определена надземная фитомасса деревьев, лидирующих в площадках. Наибольшую фитомассу накапливают деревья тувинского происхождения. На долю ствола приходится от 69,3 % до 71,9 % надземной фитомассы (рисунок 4).

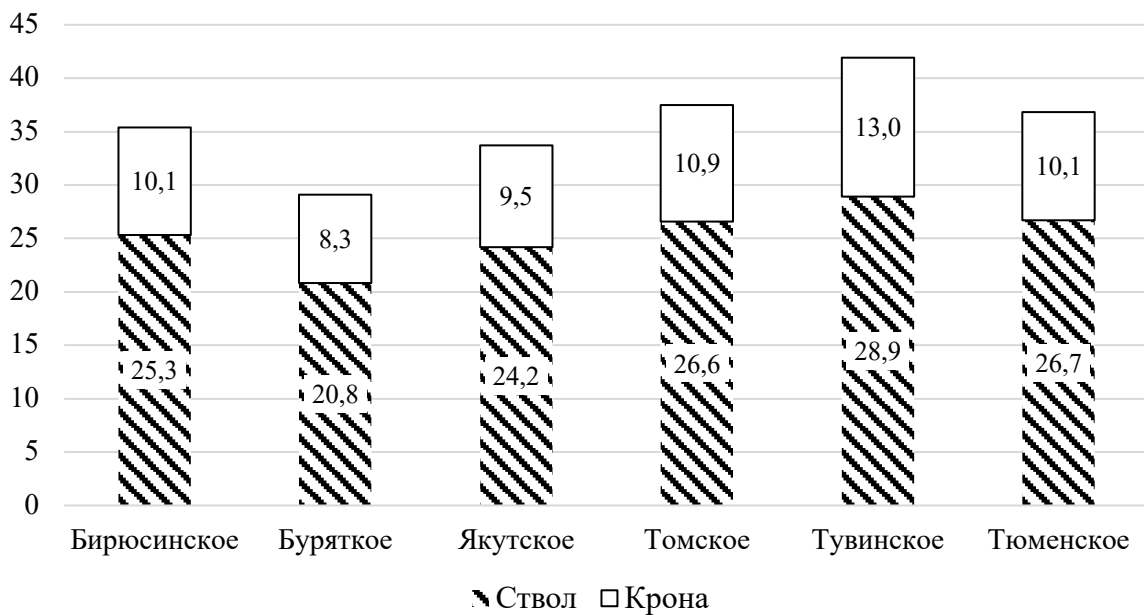


Рисунок 4 – Надземная фитомасса деревьев-лидеров сосны кедровой сибирской разной географической принадлежности, кг

При сравнении роста подпологовых культур одного биологического возраста на участке «Горный-1», расположенном на склоне северной экспозиции, и в дендрарии (склон южной экспозиции), установлено, что культуры, высаженные на южном склоне, имеют большие показатели по диаметру ствола (таблица 6).

Таблица 6 – Диаметр ствола подпологовых культур на склонах разной экспозиции, см

Регион происхождения	Экспозиция склона		t_{ϕ} при $t_{05}=2,04$
	северная	южная	
Бирюса	$3,7 \pm 0,10$	$5,5 \pm 0,46$	3,82
Бурятия	$3,1 \pm 0,24$	$4,3 \pm 0,33$	2,94
Якутия	$3,6 \pm 0,15$	$4,7 \pm 0,39$	2,63
Тыва	$4,4 \pm 0,22$	$5,9 \pm 0,33$	3,78

В искусственных насаждениях с достаточной освещенностью, но большой первоначальной густотой (открытое место дендрария), сосна кедровая сибирская аккумулирует от 6,1 до 12,5 кг углерода в абсолютно сухом состоянии в зависимости от географической принадлежности.

В результате исследований роста сосны кедровой сибирской при различной освещенности выявлено, что деревья, растущие на открытом месте, превышают по диаметру ствола деревья, выросшие в затенении под пологом леса, в 2,7-3,8 раза в зависимости от их географического происхождения (таблица 7).

Таблица 7 – Диаметр ствола деревьев в географических культурах при разных условиях произрастания, см

Регион происхождения	Под пологом	На открытом месте	t_{ϕ} при $t_{05} = 1,99$
Бирюса	$5,5 \pm 0,46$	$15,1 \pm 0,49$	14,24
Бурятия	$4,3 \pm 0,33$	$14,2 \pm 1,33$	7,22
Якутия	$4,7 \pm 0,39$	$15,5 \pm 0,70$	13,48
Томск	$4,8 \pm 0,44$	$18,2 \pm 0,58$	18,40
Тыва	$5,9 \pm 0,33$	$17,2 \pm 0,58$	16,93

Как на открытом месте, так и под пологом леса замедленным ростом отличаются деревья бурятского происхождения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сохранность и рост подпологовых культур сосны кедровой сибирской зависит от способа посадки. Лучшей сохранностью и умеренным ростом характеризуются культуры при гнездовых посадках рядами в плужные борозды при минимальных трудозатратах по уходу. Невысокая сохранность и лучший рост деревьев отмечены при посадках в площадки при больших трудозатратах по уходу.

2. Показатели роста сосны кедровой сибирской отличаются в вариантах разного географического происхождения. Наибольшую высоту, диаметр ствола и надземную фитомассу имели деревья тувинского и читинского происхождений в сравнении с бурятским.

3. Большое влияние на рост сосны кедровой сибирской оказывают условия выращивания, в частности, освещенность. Лучший рост кедровых насаждений в условиях пригородной зоны Красноярска отмечается на открытом пространстве и склонах южной экспозиции. С увеличением полноты древостоя и сомкнутости полога уменьшаются основные таксационные показатели деревьев.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При создании подпологовых культур сосны кедровой сибирской следует отдавать предпочтение насаждениям с наименьшей сомкнутостью древесного полога, выбирая склоны южной экспозиции.

2. При необходимости использования инорайонных семян сосны кедровой сибирской в пригородной зоне Красноярска рассмотреть возможность применения семян тувинского и читинского происхождений.

3. Для повышения сохранности и продуктивности кедровых подпологовых культур целесообразно своевременно проводить рубки ухода.

Перспективы дальнейшей разработки темы – проведение дальнейших исследований роста и формирования фитомассы на опытных участках, изучение репродуктивного развития деревьев сосны кедровой сибирской в подпологовых культурах. Формирование насаждений с проведением рубок ухода, удаляя деревья, затеняющие культуры сосны кедровой сибирской.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Братилова, Н.П. Изменчивость роста сосны кедровой сибирской в географических культурах / Н.П. Братилова, А.Г. Лузганов, **А.И. Свалова**// Вестник КрасГАУ, 2013. -№ 12. -С. 147-150.
2. Матвеева, Р.Н. Рост сосны кедровой сибирской при загущенной посадке в условиях юга Красноярского края / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, Ю.Е. Щерба, Э.В. Колосовский, **А.И. Свалова** // Международный научно-исследовательский журнал, 2017. - №58. - С. 146-150.
3. Братилова, Н.П. Рост сосны кедровой сибирской разного географического происхождения под пологом леса / Н.П. Братилова, **А.И. Свалова**, М.В. Гришлова // Хвойные бореальной зоны, 2019. – Т.37. - №. 6. – С. 381-384.
4. **Свалова, А.И.** Оценка подпологовых культур сосны кедровой сибирской в урочище «Майдат» пригородной зоны Красноярска / **А.И. Свалова**, Н.П. Братилова, А.Г. Лузганов// Хвойные бореальной зоны, 2022. – Т. 40. - № 1. –С. 46-53.

В других изданиях:

5. Matveeva, R.N. Siberian cedar in subordinate crops/ R.N. Matveeva, N.P. Bratilova, O.F. Butorova, E.V. Kolosovsky, **A.I. Svalova**// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. - Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. - 2020. - С. 52018.DOI: 1088/1755-1315/548/0520 (Scopus).
6. **Свалова, А.И.** Рост подпологовых культур сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в условиях Красноярского городского лесничества /А.И. Свалова// Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Матер. XVI Междунар. научной школы-конф. студентов и молодых ученых. – Абакан: ХГУ им. Н.Ф. Катанова- 2012. – Вып. 16. - Т. 1 - С. 42.
7. Братилова, Н.П. Влияние освещенности на рост потомств сосны кедровой сибирской / Н.П. Братилова, А.Г. Лузганов, **А.И. Свалова**, Д.А. Власов // Лесная таксация и лесоустройство. - Красноярск, 2013. –Вып. 2 (50) –С. 78-80.
8. Братилова, Н.П. Рост сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения при высокой сомкнутости полога древостоя / Н.П. Братилова, А.Г. Лузганов, **А.И. Свалова**// Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Матер. Междунар. Научной конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2016. – С. 8-11.
9. **Свалова, А.И.** Рост подпологовых географических культур кедра сибирского на участке «Горный-1» / **А.И. Свалова**, А.Г. Лузганов, Н.П. Братилова// Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Матер. Междунар. научной конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2017. – С. 166-168

10. Свалова, А.И. Влияние полноты древостоя на рост подпологовых кедровых культур / **А.И. Свалова**, Н.П. Братилова// Лесной и химический комплексы - проблемы и решения: Матер. Всерос. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2019. – С. 113-114.

11. Лузганов, А.Г. Гнездовые посадки кедра сибирского в минерализованные полосы и площадки / А.Г. Лузганов, **А.И. Свалова**, Н.П. Братилова// Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Матер. Междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2020. – С. 61-64.

12. Свалова, А.И. Рост сосны кедровой сибирской разного географического происхождения по диаметру ствола в подпологовых культурах / **А.И. Свалова**, Н.П. Братилова// Лесной и химический комплексы – проблемы и решения. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. - Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2021. – С. 103-105.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.249.06, Репях М.В.

В отзыве просим указать почтовый адрес организации, телефон и электронную почту лица, представившего отзыв.

E-mail: mrepyah@yandex.ru

Подписано в печать 09.06.2022. Сдано в производство 12.06.2022

Формат 60x84/16. Бумага офисная. Печать плоская.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз.

Заказ № 3208

Отпечатано в редакционно-издательском центре

СибГУ им. М.Ф. Решетнева

660049, Г. Красноярск, проспект Мира, 82. Тел. (391) 222-73-28