

На правах рукописи



ГРИШЛОВА МАРИЯ ВИКТОРОВНА

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ, ОТБОР КЕДРОВЫХ СОСЕН РАЗНОГО
ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ГРУППОВЫХ ПОСАДКАХ И
НА ПЛАНТАЦИИ (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: Хамитов Ренат Салимович, доктор
сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВО "Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени
Н.В. Верещагина" (г. Вологда), кафедра лесного
хозяйства, профессор

Кузьмин Сергей Рудольфович, кандидат
сельскохозяйственных наук, Институт леса им.
В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное
подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН»,
лаборатория лесной генетики и селекции,
старший научный сотрудник

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Братский государственный
университет», г. Братск

Защита диссертации состоится 13 сентября 2022 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д212.249.06 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева» по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82, E-mail: : mreyah@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. Решетнева: www.sibsau.ru

Автореферат разослан 15 июня 2022 г.

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

Репях Марина Вадимовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Кедровые сосны - сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) и корейская (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) являются признанно ценными лесообразующими древесными породами России. Изучением межвидовой и географической изменчивости кедровых сосен в пределах их ареалов и при интродукции занимались А. И. Ирошников, Е. В. Титов, И. И. Дроздов, Р. Н. Матвеева, Г. В. Кузнецова, Н. П. Братилова, В. А. Брынцев, А. А. Коженкова, Н. В. Выводцев и др.

Большую роль в повышении продуктивности кедровых насаждений играет подбор оптимальных условий их выращивания.

Густота посадки оказывает существенное воздействие на темпы роста растений в высоту и по диаметру, строение и размеры кроны, биологическую продуктивность и репродуктивное развитие деревьев. Кедровые плантации с разреженной посадкой деревьев отличаются хорошей урожайностью. Плотная густота посадки приводит к внутривидовой борьбе растений.

Требования к созданию искусственных насаждений древесных пород меняются в зависимости от природно-климатических и эдафических условий. Данной проблеме уделяется большое внимание учеными и практиками лесокультурного производства, однако, до настоящего времени она остается актуальной.

Степень разработанности проблемы.

Исследуемые кедровые культуры в пригородной зоне Красноярска были созданы под руководством сотрудников Сибирского технологического института (в настоящее время СибГУ им. М. Ф. Решетнева) О. П. Олисовой и Р. Н. Матвеевой. Исследования влияния густоты посадки на рост, репродуктивное развитие и формирование фитомассы кедровых плантаций в первом классе возраста были проведены Р. Н. Матвеевой, Н. П. Братиловой, А. В. Калинин, А. М. Пастуховой и др.

Однако в настоящее время остаются нераскрытыми вопросы особенностей роста и репродуктивного развития кедровых сосен (сибирской и корейской) во втором классе возраста в зависимости от видовой принадлежности, географического происхождения и условий произрастания.

Цель работы заключается в установлении изменчивости роста и репродуктивного развития кедровых сосен в зависимости от густоты посадки и географического происхождения, проведение отбора высокопродуктивных климатипов и экземпляров в условиях пригородной зоны Красноярска.

Задачи исследования:

1. Выявить особенности роста и репродуктивного развития кедровых сосен в зависимости от географического происхождения семян.

2. Установить зависимость роста и репродуктивного развития сосны кедровой сибирской на плантации при схеме посадки 5 x 5 м и в групповых посадках дендрария (2 x 1 м).

3. Выявить закономерности роста кедровых сосен на плантациях пригородной зоны Красноярск в 54-56-летнем возрасте.

4. Отобрать экземпляры кедровых сосен, отличающиеся ускоренным ростом, вступлением в репродуктивную стадию развития и интенсивным образованием генеративных органов.

Научная новизна. Впервые обобщены и установлены закономерности роста кедровых сосен (сибирской и корейской) на плантациях пригородной зоны Красноярск в биологическом возрасте 54-56 лет. Установлена изменчивость показателей роста и репродуктивного развития сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в условиях плантаций и групповых посадок.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлены закономерности роста и особенности репродуктивного развития сосны кедровой сибирской и корейской в условиях плантаций пригородной зоны Красноярск. Выявлены зависимости роста и репродуктивного развития сосны кедровой сибирской разного географического происхождения от условий выращивания.

Отсекалированы быстрорастущие и высокоурожажные деревья кедровых сосен среди потомства разного географического происхождения в групповых посадках и на плантации для их размножения вегетативным путем и создания целевых плантаций в условиях пригородной зоны Красноярск.

Методология и методы исследования. Был применен комплексный подход для решения поставленных задач путем систематизации, анализа и обобщения полученных результатов с использованием методов математической статистики в программах Microsoft Excel и Curve Expert 1.3. Сопоставлены показатели и отсекалированы деревья по интенсивности роста и репродуктивному развитию.

Положения, выносимые на защиту:

1. Лучшим ростом в условиях плантаций пригородной зоны Красноярск характеризуется потомство сосны кедровой сибирской алтайского происхождения. Отстают в росте деревья ленинградского происхождения (Казахстан).

2. В условиях загущенных групповых посадок ускоренным ростом отличаются потомства сосны кедровой сибирской из Коми, местного (бирюсинского) и читинского происхождений. Отстает по показателям роста потомство томского климата.

3. Сосна кедровая корейская приморского происхождения к 55-летнему биологическому возрасту обгоняет по высоте и диаметру кроны аборигенный вид кедровой сосны в условиях плантационного выращивания в пригородной зоне Красноярск.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность исследований подтверждается экспериментальным материалом, собранным с 2013 г. по 2020 г. на учебно-научных объектах СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Измерены показатели роста на 1278 деревьях. Шишки были учтены на 686 деревьях, вступивших в стадию семеношения.

Результаты исследований прошли апробацию на Международных научных конференциях «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск, 2014-2016, 2018-2021 гг.), Всероссийских научно-практических конференциях «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения» (Красноярск, 2015, 2017, 2019), «Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды» (Лесосибирск, 2018).

Исследования были проведены в рамках гранта Министерства образования и науки РФ «Исследования динамики биоразнообразия, структуры, воспроизводства лесных экосистем в условиях Сибири» (2014-2016 гг.).

Личный вклад. Автор лично участвовала в сборе полевого материала и размножении кедровых сосен прививкой, лабораторных исследованиях при измерении шишек и семян кедровых сосен; самостоятельно проводила статистическую обработку и анализ полученных данных; принимала непосредственное участие в формулировке заключения и рекомендаций для лесокультурной практики.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения и 5 приложений. Текстовая часть содержит 65 таблиц, 28 рисунков. Список использованных источников включает 200 наименований, в том числе 14 на иностранных языках. Работа изложена на 209 страницах, в том числе приложения на 59 страницах.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 13 научных статей, в том числе 4 в рецензируемых журналах (по списку ВАК).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Подробно рассмотрено влияние условий выращивания на рост и репродуктивное развитие кедровых сосен и других хвойных пород. М. Д. Мерзленко отмечает важное значение густоты посадки, зависящей от вида культивируемой древесной породы и зонально-типологических условий. И. И. Дроздов рекомендовал в кедровых орехоплодных культурах поддерживать густоту, исключая конкуренцию между деревьями. М. М. Андроновой отмечается, что отмирание нижних частей кроны кедровых деревьев I класса возраста при густом стоянии приводит к нарушению их репродуктивной способности. По мнению

М. Н. Казанцевой, деревья, выращиваемые по принципу кедросада, отличаются лучшими показателями по продуктивности и более ранним вступлением в репродуктивную стадию развития, чем при высокой густоте посадки. Г. Г. Терехов отмечал асимметричную форму кроны и ствола деревьев при густоте 1,3-2,5 тыс. шт./га. Р. С. Хамитов определил зависимость репродуктивных показателей сосны кедровой сибирской от формы кроны дерева.

Большое внимание уделено изменчивости и отбору перспективных форм древесных растений А. И. Ирошниковым, Е. В. Титовым, Р. Н. Матвеевой и др. Н. В. Выводцев указывал на отставание в росте сосны кедровой сибирской в условиях интродукции Хабаровского края. С. Н. Горошкевич отмечал очень высокий уровень изменчивости общей семенной продуктивности сосны кедровой сибирской.

Аналитический обзор литературных источников отражает современное состояние лесокультурного производства кедровых сосен на селекционной основе, однако отдельные вопросы требуют более детального рассмотрения.

2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В программу исследований входило изучение показателей роста и репродуктивного развития кедровых сосен в зависимости от географического происхождения и условий выращивания; отбор климатипов и экземпляров, отличающихся в условиях искусственных насаждений пригородной зоны Красноярска повышенными темпами роста, урожайностью и пыльцевой продуктивностью (рисунок 1).

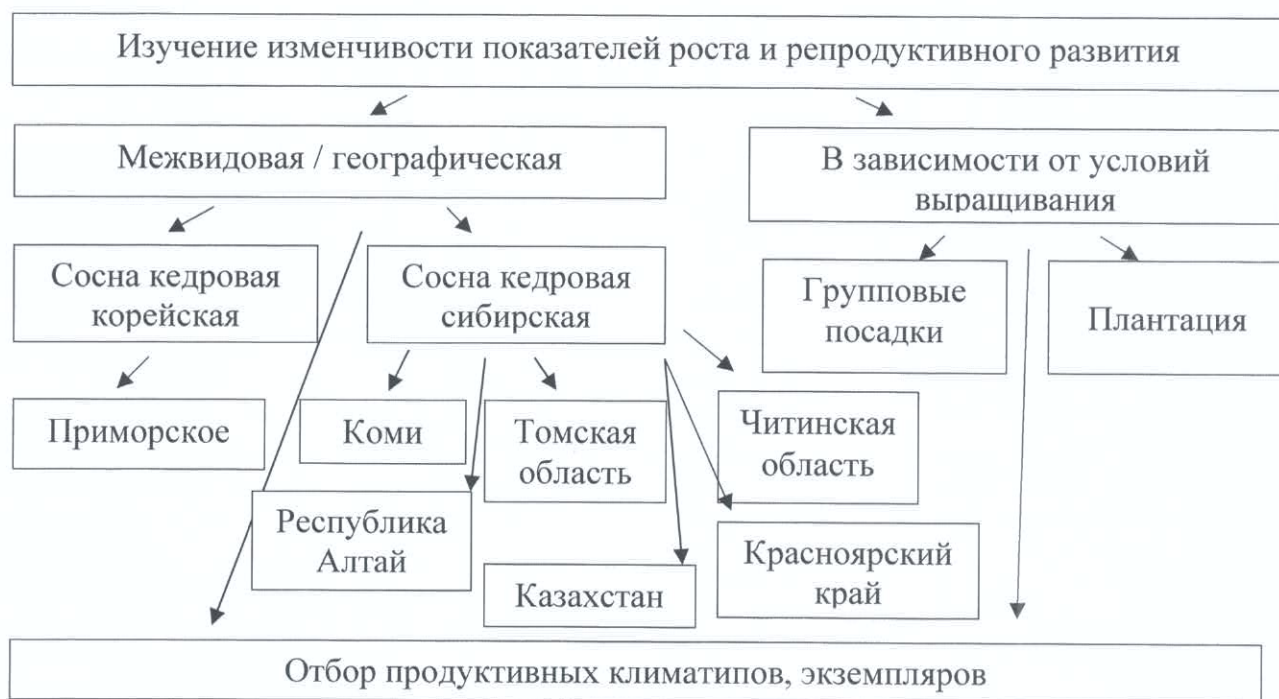


Рисунок 1 – Алгоритм проведения исследования

Полевые исследования были проведены с 2013 по 2020 гг. При селекционной оценке деревьев использовали общепринятые в лесокультурном производстве методики А. А. Молчанова, В. В. Смирнова, А. Р. Родина, М. Д. Мерзленко.

Измеряли такие биометрические показатели, как высота, диаметр ствола на высоте 1,3 м, диаметр кроны в двух взаимоперпендикулярных направлениях с определением среднего значения, протяженность бессучковой зоны, годовые приросты боковых побегов по длине, угол прикрепления ветвей к стволу, длина и диаметр ветвей в месте прикрепления к стволу, длина хвои. Производили подсчет продолжительности жизни хвои на дереве, количества мутовок и ветвей в мутовках, числа побегов с микростробилами и шишками, количества микростробилов на побеге, микростробилов и шишек на дереве, числа шишек в пучке (по методике Т. П. Некрасовой).

Все данные обрабатывали статистически в программе Microsoft Excel. Уровень изменчивости признаков определяли по шкале С. А. Мамаева. При обработке данных был использован регрессионный анализ в программе Curve Expert 1.3.

Обследованные объекты кедровых сосен были созданы крупномерным посадочным материалом разного географического происхождения (таблица 1) на плантации «Метеостанция» по схеме 5x5 м и в групповых посадках по схеме 2x1 м, состоящих из 6 рядов, расположенных по периметру дендрария СибГУ им. М.Ф. Решетнева.

Таблица 1 – Характеристика места произрастания материнских насаждений

Происхождение	Край (область, республика)	Координаты		Высота над уровнем моря, м
		с.ш.	в.д.	
Алтайское	Алтай	51°50'	86°54'	700-800
Бирюсинское	Красноярский	56°00'	92°30'	300
Коми	Коми	62°50'	56°30'	500
Лениногорское	Казахстан	50°12'	85°33'	1700
Томское	Томская	56°30'	84°48'	100
Читинское	Читинская	50°22'	108°43'	700
Ярцевское	Красноярский	61°00'	90°36'	100
Приморское	Приморский	46°54'	134°12'	200-300

3 ОСОБЕННОСТИ СЕМЕНОШЕНИЯ И РОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ГРУППОВЫХ ПОСАДКАХ ДЕНДРАРИЯ

С 2013 по 2020 гг. были проведены наблюдения за образованием шишек на деревьях в групповых посадках.

Отселектированы экземпляры, характеризующиеся коротким межурожайным

периодом (таблица 2) и обильным формированием шишек в урожайные годы, превышающим средние значения на 13,4-140 %.

Таблица 2 – Отселектированные деревья по отсутствию межурожайного периода в 2013-2015 и 2019-2020 гг.

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество шишек на дереве по годам, шт.				
		2013	2014	2015	2019	2020
Коми	6-10	30	15	2	28	7
	6-11	5	9	2	36	3
Бирюсинское	35-2	2	10	8	12	17
Читинское	36-1	1	30	2	6	11
Среднее значение по опыту		3,3	8,3	1,7	8,4	8,7

Среднее количество шишек на деревьях в 2019 и 2020 гг. варьировало в зависимости от географического происхождения от 5,8 до 19,4 шт. Наибольшей урожайностью в 2019 г. характеризовались деревья из Коми, в 2020 г. - томского происхождения (рисунок 2).



Рисунок 2 – Количество шишек у деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в 2019, 2020 гг.

Количество микростробиллов на деревьях находилось в пределах 10 - 414 шт. Число побегов с микростробилами варьировало от 4 до 45 шт. Обильным количеством микростробиллов отличалась сосна кедровая сибирская происхождения Коми. Дерево 34-44 томского происхождения развивается по мужскому типу, формируя наибольшее количество микростробиллов (343,5 %) в сравнении со средним значением в варианте без образования шишек.

Наблюдается географическая изменчивость по показателям роста. Так, в 2019 г. средняя высота деревьев сосны кедровой сибирской составила $10,1 \pm 0,15$ м, варьируя по вариантам опыта от $9,4 \pm 0,62$ м (томское происхождение) до $10,6 \pm 0,18$ м

(потомство Коми). Средний диаметр ствола на высоте 1,3 м равен $21,7 \pm 0,61$ см без достоверных различий между вариантами (таблица 3).

Таблица 3– Показатели роста сосны кедровой сибирской

Географическое происхождение	Высота, м		Диаметр ствола, см		Диаметр кроны, м	
	$X_{cp.} \pm m$	t_{ϕ}	$X_{cp.} \pm m$	t_{ϕ}	$X_{cp.} \pm m$	t_{ϕ}
Коми	$10,6 \pm 0,18$	-	$22,0 \pm 0,78$	0,11	$5,2 \pm 0,28$	-
Бирюсинское	$10,0 \pm 0,21$	2,17	$21,4 \pm 1,10$	0,40	$5,1 \pm 0,30$	0,24
Томское	$9,4 \pm 0,62$	1,86	$22,2 \pm 1,68$	-	$4,3 \pm 0,27$	2,31
Читинское	$10,1 \pm 0,39$	1,16	$21,6 \pm 2,10$	0,22	$4,9 \pm 0,41$	0,60
Среднее	$10,1 \pm 0,15$	2,13	$21,7 \pm 0,61$	0,28	$4,9 \pm 0,17$	0,61

4 ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОГО РАЗВИТИЯ И РОСТА КЕДРОВЫХ СОСЕН НА ПЛАНТАЦИИ «МЕТЕОСТАНЦИЯ»

В июле 2016 года были определены показатели семян, указывающие на их крупность и зрелость. Длина семян варьировала от 10,9 до 14,1 мм при среднем значении $12,4 \pm 0,29$ мм. Ширина семени составляла 6,5 - 10,8 мм, среднее значение равно $8,9 \pm 0,39$ мм (таблица 4).

Таблица 4 – Характеристика семян сосны кедровой сибирской

Показатель	$X_{cp.}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	Уровень изменчивости
Длина, мм	12,4	0,29	0,88	7,1	2,4	низкий
Ширина, мм	8,9	0,39	1,18	13,4	4,5	средний
Длина зародыша, мм	7,5	0,37	1,10	14,6	4,9	средний
Заполненность семенного канала зародышем, %	61,3	3,82	11,45	18,7	6,2	средний

Ранний сбор семян (до наступления рекомендованных сроков сбора) позволил выделить скороспелые экземпляры, у которых заполненность семенного канала зародышем превосходила средние значения на среднеквадратическое отклонение и более (6-22, 6-80, 6-92).

По семенной продуктивности деревьев наблюдается очень высокий уровень изменчивости в зависимости от географического происхождения потомств. Наибольшей урожайностью (34,8 и 29,6 шт. шишек на дерево) отличались алтайское и ленинское потомства. Наименьшее количество семеносящих деревьев и образованных шишек на дереве отмечено в ярцевском варианте. По формированию микростробилов выделялось ленинское потомство (рисунок 3).



Рисунок 3 – Репродуктивное развитие деревьев сосны кедровой сибирской

По наибольшему образованию микростробилов (более 1000 шт.) отобраны деревья алтайского (3-49, 3-65) и ленинбургского (1-25, 1-31, 1-59) происхождений. Также выделены экземпляры с большим образованием шишек (таблица 5).

Таблица 5 - Отселектированные деревья по образованию шишек на плантации

Географическое происхождение	Номер дерева	2019 г.		2020 г.	
		шт.	% к X_{cp}	шт.	% к X_{cp}
Алтайское	2-13	56	160,9	37	616,7
	2-15	82	235,6	14	233,3
	2-57	85	244,3	11	183,3
	3-61	110	316,1	13	216,7
Среднее значение по варианту		34,8	100,0	6,0	100,0
Ленинбургское	1-9	76	312,8	13	188,4
	1-23	54	222,2	18	260,9
	1-25	57	234,6	17	246,4
	1-27	51	209,9	11	159,4
Среднее значение по варианту		29,6	100,0	6,9	100,0
Ярцевское	6-75	28	136,6	13	224,1
	6-105	26	126,8	9	155,2
Среднее значение по варианту		20,5	100,0	5,8	100,0

Для выявления влияния географического происхождения материнских насаждений на рост их семенных потомств в пригородной зоне Красноярска были сопоставлены показатели роста 54-56-летних деревьев сосны кедровой сибирской из алтайской, ленинбургской и ярцевской популяций, произрастающих на плантации «Метеостанция» (таблица 6).

Таблица 6 – Показатели роста деревьев на плантации

Географическое происхождение	Высота, м		Диаметр ствола, см	
	$X_{cp.} \pm m$	t_{ϕ}	$X_{cp.} \pm m$	t_{ϕ}
54 года				
Алтайское	14,6±0,18	-	31,1±0,98	-
Лениногорское	12,4±0,37	5,35	25,2±1,46	3,41
Ярцевское	13,7±0,36	2,34	29,6±1,91	0,71
Среднее значение	13,8±0,21	2,89	29,2±0,83	1,52
56 лет				
Алтайское	15,1±0,16	-	33,7±0,89	-
Лениногорское	12,9±0,23	7,85	28,9±1,24	3,14
Ярцевское	14,1±0,36	2,54	32,5±0,83	0,99
Среднее значение	14,1±0,19	4,03	31,7±0,75	1,72

Установлено, что средняя высота сосны кедровой сибирской в 54-летнем возрасте составила 13,8±0,21 м, варьируя по вариантам от 12,4±0,37 м (лениногорское происхождение) до 14,6±0,18 м (потомство алтайской популяции). Наибольший диаметр ствола был у деревьев алтайского происхождения.

В 56-летнем возрасте деревья сформировали хвою средней длиной 10,9±0,23 см. Средняя продолжительность жизни хвои составила 3,9±0,20 лет, варьируя от 3,4 до 4,7 лет в зависимости от региона произрастания материнских насаждений.

Для дальнейшего размножения и формирования быстрорастущих и высокоурожайных кедровых плантаций отобраны экземпляры в каждом варианте по диаметру ствола и кроны (таблица 7).

Таблица 7 – Отобранные деревья по показателям роста

Географическое происхождение	Номер дерева	Диаметр ствола		Диаметр кроны	
		см	% к X_{cp}	м	% к X_{cp}
Алтайское	2-76	38,4	113,9	8,6	111,7
	3-12	38,4	113,9	8,8	114,3
Среднее значение по варианту		33,7	100,0	9,6	100,0
Лениногорское	1-13	31,8	110,0	8,1	120,9
Среднее значение по варианту		28,9	100,0	6,7	100,0
Ярцевское	6-82	43,4	133,5	6,1	113,0
Среднее значение по варианту		32,5	100,0	6,8	100,0

Превышение у отобранных деревьев варьировало по диаметру ствола от 10,0 (лениногорское) до 33,5 % (ярцевское происхождение). Максимальное превышение по диаметру кроны было у дерева 1-13 лениногорского происхождения.

5 ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА РЕПРОДУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ И РОСТ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

Для сравнения показателей роста и формирования репродуктивных органов сосны кедровой сибирской были проанализированы объекты с разной схемой посадки: 5x5 м (плантации «Метеостанция») и 2x1 м (группы по 6 рядов по периметру дендрария).

Выявлено, что в 53-55-летнем биологическом возрасте у деревьев, произрастающих в крайних рядах групповых посадок, преобладало мужское цветение, варьируя по годам (2013-2015) в среднем от 142 до 530 шт. микростробиллов на дереве.

Всего к 55-летнему биологическому возрасту у деревьев местного происхождения, растущих в крайних рядах групповых посадок, шишки образовались у 27,6 % экземпляров, микростробиллы – у 20 %, все виды генеративных органов были у 13,3 % особей. Суммарно за три года в среднем на дереве было образовано 17,6 шт. шишек и 870 шт. микростробиллов. Средняя длина шишек составила 5,3 см.

Проведено сравнение показателей репродуктивного развития сосны кедровой сибирской при разной густоте посадки в одном биологическом возрасте (55 лет). Этого возраста деревья, произрастающие на плантации, достигли в 2019 г. Установлено, что при схеме посадки 5x5 м к 55-летнему возрасту в фазу репродуктивного развития вступило 82,5 % деревьев. Количество микростробиллов составляло в среднем 321,9 шт./дерево. Среднее число шишек на дереве составило в сумме за три года 37,6 шт. Урожайность деревьев на плантации превысила аналогичный показатель при загущенной посадке в 2,2 раза.

Диаметр ствола деревьев, растущих в групповых посадках, варьировал от 13,2 до 19,6 см, при разреженной посадке - от 24 до 32 см. Средний диаметр ствола составил 16,4 см и 29,2 см, соответственно (таблица 8).

Таблица 8 – Сравнительный анализ показателей деревьев при разной схеме посадки

Показатель	Схема посадки	$X_{\text{ср.}}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{Φ} при $t_{05}=2,10$
Диаметр ствола, см	5x5 м	29,2	0,95	3,01	10,3	3,3	9,78
	2x1 м	16,4	0,90	2,21	13,5	5,5	
Протяженность бессучковой зоны, м	5x5 м	0,98	0,07	0,20	20,3	7,1	7,66
	2x1 м	2,46	0,18	0,47	19,0	7,3	
Длина хвои, см	5x5 м	11,4	0,34	1,08	9,5	3,0	4,00
	2x1 м	9,1	0,46	1,21	13,3	5,0	
Число ветвей в нижней мутовке, шт.	5x5 м	7,0	0,30	0,94	13,5	4,3	3,09
	2x1 м	5,7	0,29	0,76	13,2	5,0	

Большая протяженность бессучковой зоны деревьев отмечается в загущенных посадках (2,46 м против 0,98 м). Длина хвой в разреженных условиях достоверно больше (11,4 в сравнении с 9,1 см). Различия достоверны при 95%-ном уровне вероятности.

6 МЕЖВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РОСТА И РЕПРОДУКТИВНОГО РАЗВИТИЯ КЕДРОВЫХ СОСЕН НА ПЛАНТАЦИИ

По результатам обследования роста кедровых сосен во втором классе возраста выявлено, что сосна кедровая корейская приморского происхождения обогнала по высоте потомство бирюсинской популяции сосны кедровой сибирской. Так, в 53-55-летнем возрасте средняя высота сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения составляла от 12,7 до 13,1 м. Сосна кедровая корейская приморского происхождения достоверно превышала данные размеры (t_{ϕ} больше t_{05}). Средний диаметр ствола сосны кедровой сибирской был равен в 53-летнем возрасте 28,0 см, в 55-летнем – 29,9 см. Достоверных различий по данному параметру с интродуцированным видом выявлено не было (таблица 9).

Таблица 9 – Показатели роста деревьев кедровых сосен

Вид	Географическое происхождение	Высота, м		Диаметр ствола, см	
		$X_{\text{ср.}} \pm m$	$t_{\text{ф}}$ при $t_{05}=2,04$	$X_{\text{ср.}} \pm m$	$t_{\text{ф}}$ при $t_{05}=2,04$
53 года					
Сосна кедровая сибирская	бирюсинское	12,7±0,27	2,21	28,0±1,14	0,09
Сосна кедровая корейская	приморское	13,4±0,17		27,9±0,22	
55 лет					
Сосна кедровая сибирская	бирюсинское	13,1±0,44	2,07	29,9±1,45	0,24
Сосна кедровая корейская	приморское	14,1±0,20		29,5±0,79	

При установлении закономерностей роста кедровых сосен на плантациях Караульного лесничества были использованы данные за 16-42-летний период, приведенные в монографии Н. П. Братиловой и А. В. Калинина (2007), а также результаты данных исследований. Рост кедровых сосен в высоту до 55-летнего возраста аппроксимируется уравнениями:

$$\text{для сосны кедровой сибирской местного (бирюсинского) происхождения} \\ Y = 13,4 / (1 + \exp(33,5 - 0,63X))^{1/13,14}, R^2 = 0,812 \quad (1)$$

для сосны кедровой корейской приморского происхождения

$$Y = 0,982e^{0,048X}, R^2 = 0,865 \quad (2)$$

где Y – высота, м,

X – возраст, лет (в диапазоне 16-55 лет)

Рост по диаметру ствола для сосны кедровой сибирской местного происхождения:

$$Y = 2,992e^{0,042X}, R^2 = 0,850, \quad (3)$$

для сосны кедровой корейской приморского происхождения:

$$Y = 307,57e^{-129,21/X}, R^2 = 0,725, \quad (4)$$

где Y – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см,

X – возраст, лет (в диапазоне 33-55 лет).

В условиях пригородной зоны Красноярск сосна кедровая сибирская местного происхождения формирует достоверно большее количество ветвей в мутовке в сравнении с интродуцентом (7,3 против 3,9 шт.). Наибольший прирост годичного бокового побега у сосны кедровой корейской в сравнении с сосной кедровой сибирской был в 55-летнем возрасте (17,8 и 15,2 см соответственно) (таблица 10).

Таблица 10 – Характеристика боковых побегов кедровых сосен

Происхождение	X _{ср.}	± m	± σ	V, %	P, %	t _ф при t ₀₅ =2,04	Уровень изменчивости
Количество ветвей в мутовке, шт.							
Бирюсинское	7,3	0,42	1,03	14,1	5,7	7,44	средний
Приморское	3,9	0,18	0,57	14,6	4,6		средний
Годичные приросты бокового побега, см							
Бирюсинское	15,2	0,52	4,02	26,2	3,4	3,64	высокий
Приморское	17,8	0,49	4,93	27,7	2,8		высокий

По семенной продуктивности в 55-летнем возрасте отмечено значительное превосходство сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения над сосной кедровой корейской: 22,6 шт. шишек в сравнении с 12,3 шт. (таблица 11).

Таблица 11 - Показатели семеношения деревьев кедровых сосен

Происхождение	X _{ср.}	± m	± σ	V, %	P, %	t _ф при t ₀₅ =2,04	Уровень изменчивости
Количество побегов с шишками на дереве, шт.							
Бирюсинское	14,3	0,92	6,55	45,9	6,4	8,44	очень высокий
Приморское	5,9	0,38	2,44	41,3	6,4		очень высокий
Количество шишек на дереве, шт.							
Бирюсинское	22,6	2,01	11,20	49,5	8,9	5,11	очень высокий
Приморское	12,3	0,98	5,61	45,7	8,0		очень высокий

Наибольшее количество микростробилов отмечено на деревьях сосны кедровой корейской.

Выделены экземпляры, отличающиеся большим формированием шишек (таблица 12).

Таблица 12 - Отселектированные деревья по образованию шишек

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество шишек на дереве			
		2019 г.		2020 г.	
		шт.	% к $X_{ср.}$	шт.	% к $X_{ср.}$
Бирюсинское	8-3	36	159,3	8	195,1
	8-19	38	168,1	12	292,7
	8-24	41	181,4	5	122,0
	8-26	40	177,0	9	219,5
Приморское	7-52	16	130,1	11	146,7

Были отобраны экземпляры кедровых сосен, образующие по 4 шт. шишки в пучке: бирюсинский (8-8) и приморские (7-58, 7-79, 7-86, 7-89); отличающиеся обильным мужским цветением: бирюсинские (8-10, 8-28), приморские (7-36, 7-81). Отселектированные экземпляры были размножены прививкой способом «сердцевинной на камбий» - по методике Е. П. Проказина.

Было проведено сравнение развития рамет кедровых сосен, полученных с использованием гомопластических и гетеропластических прививок. Установлено лучшее развитие растений, привитых на подвой того же вида. Так, при прививке сосны кедровой корейской на сосну кедровую корейскую 85,7 % рамет образовали прирост, 71,4 % из которых сформировали хвою на побеге текущего года, 57,1 % - почки (рисунок 4).

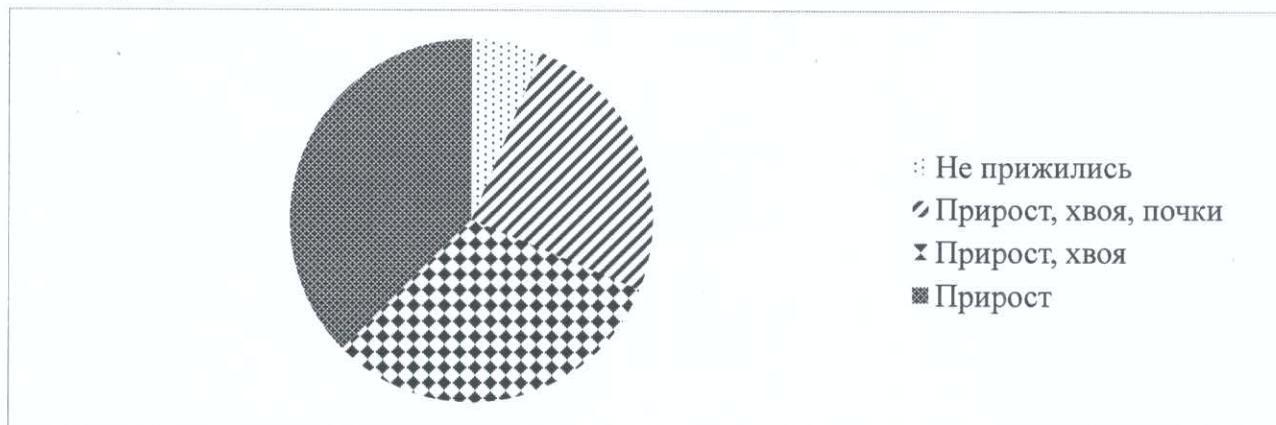


Рисунок 4 - Развитие однолетних рамет при гомопластической прививке

При использовании в качестве подвоя сосны кедровой сибирской результаты были ниже – всего 40 % рамет дали текущий прирост, из них только у половины образовались почки и хвоя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В условиях загущенных групповых посадок повышенные темпы роста отмечались у потомств сосны кедровой сибирской из Коми, а также местного (бирюсинского) и читинского происхождения. Лучшими показателями семеношения характеризовалось потомство из Коми.

2. Географическое происхождение семян влияет на рост и репродуктивное развитие семенного потомства сосны кедровой сибирской. Лучшим ростом на плантации отличается потомство алтайского происхождения. Замедленный рост отмечен у потомства лениногорского происхождения из Казахстана. Наиболее интенсивным образованием шишек характеризуется потомство алтайского, микростробилов – лениногорского происхождения.

3. Густота посадки оказывает влияние на репродуктивное развитие деревьев. При разреженной посадке к 55-летнему возрасту в пору семеношения вступает подавляющее большинство деревьев (82,5 %), при загущенной посадке – не более 30 %. При редкой посадке деревья формируют большее количество семеносящих побегов, отличаются большей пыльцевой продуктивностью, образуют к 55-летнему возрасту вдвое больше шишек на дереве, чем при густой посадке.

4. При разреженной посадке кедровые сосны к 56-летнему биологическому возрасту достигают больших размеров по диаметру ствола и кроны, рост деревьев протекает равномерно. Уровень изменчивости, в основном, низкий. Внутри групповых загущенных посадок между деревьями вследствие конкурентной борьбы уровень изменчивости показателей роста высокий и очень высокий.

5. На рост и репродуктивное развитие деревьев оказывает влияние межвидовая изменчивость кедровых сосен. Во втором классе возраста в условиях плантаций лучшим ростом характеризуется сосна кедровая корейская приморского происхождения, большей урожайностью – аборигенный вид – сосна кедровая сибирская.

6. На репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской влияет географическое происхождение семян. Лучшими показателями семеношения характеризовалось потомство из Коми и Томской области.

7. Отселектированы экземпляры кедровых сосен, отличающиеся быстрым ростом, вступлением в репродуктивную фазу и интенсивным образованием генеративных органов.

Практические рекомендации

1. Для создания семенных плантаций кедровых сосен в условиях юга Средней Сибири рекомендуется использовать схему посадки не менее 5х5 м.

2. При создании плантационных культур экологической направленности в них целесообразно вводить сосну кедровую корейскую приморского происхождения,

отличающуюся в пригородной зоне Красноярска повышенными темпами роста во втором классе возраста.

3. Деревья, отобранные по пыльцевой продуктивности, рекомендуется вводить в создаваемые плантации для обеспечения дополнительного опыления с целью повышения урожайности на созданных плантациях.

4. Отселектированные деревья кедровых сосен следует размножать с использованием гомопластических прививок.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в продолжении наблюдений за ростом и развитием деревьев на опытных участках, проведением отбора, размножения с целью выращивания посадочного материала и создания целевых плантаций в условиях пригородной зоны Красноярска.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, индексируемых ВАК:

1. Щерба, Ю. Е. Показатели однолетних гомопластических и гетеропластических прививок кедровых сосен / Ю.Е. Щерба, М.В. **Гришлова** // Хвойные бореальной зоны, 2015. – Т. XXXIII. № 5-6. – С. 248-252.

2. Братилова, Н. П. Интродукция сосны кедровой корейской на юге Средней Сибири / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, А. М. Пастухова, Ю. С. Шимова, **М. В. Гришлова**, М. С. Борчакова, Д. А. Коновалова // Хвойные бореальной зоны, 2019. - Т. XXXV. - № 3-4. - С. 209-213.

3. Братилова, Н. П. Эндогенная изменчивость показателей сосны кедровой корейской на плантации / Н. П. Братилова, В. Н. Калагин, **М. В. Гришлова**, Д. А. Коновалова, М. С. Борчакова // Хвойные бореальной зоны, 2020. - Т. XXXVIII. - № 1-2. - С. 7-11.

4. **Гришлова, М. В.** Изменчивость показателей 55-летней сосны кедровой сибирской в разных условиях произрастания / М. В. Гришлова, Н. П. Братилова // Хвойные бореальной зоны, 2021. - Т. XXXIX. - № 2. - С. 90-94.

В других изданиях:

5. Кичкильдеев, А. Г. Изменчивость 53-летней сосны кедровой сибирской по репродуктивному развитию в дендрарии СибГТУ / А. Г. Кичкильдеев, **М. В. Гришлова**, Д. А. Гришлов // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: мат. XVII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2014. – С. 38-41.

6. **Гришлова, М. В.** Образование шишек и микростробилов на деревьях сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в дендрарии СибГТУ / М. В. Гришлова, А. Г. Кичкильдеев, Р. Н. Матвеева // Лесной и химический

комплексы – проблемы и решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2015. – С. 19-22.

7. Матвеева, Р. Н. Показатели репродуктивного развития 55-летней сосны кедровой сибирской в 2013-2015 гг., произрастающей по периметру дендрария СибГАУ / Р. Н. Матвеева, А. Г. Кичкильдеев, **М. В. Гришлова**, Д. А. Гришлов // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: мат. XIV междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – С. 47-50.

8. **Гришлова, М. В.** Рост кедровых сосен на участке «Метеостанция» в 2017 году / М. В. Гришлова, Д. А. Гришлов, Н. П. Братилова // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2017. – С. 52-54.

9. **Гришлова, М. В.** Рост и семеношение сосны кедровой сибирской на плантации «Метеостанция» в Учебно-опытном лесхозе СибГУ в 2017 году / М. В. Гришлова, Н. П. Братилова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: мат. XXI междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ, 2018. – С. 59-62.

10. **Гришлова, М. В.** Рост и развитие сосны кедровой сибирской на плантации «Метеостанция» / М. В. Гришлова, Д. А. Гришлов // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды: мат. VIII Всерос. науч.-практич. конф. – Лесосибирск. - 2018. – С 92-95.

11. **Гришлова, М. В.** Показатели роста 54-летней сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения на плантации «Метеостанция» / М. В. Гришлова, Н. П. Братилова, Д. А. Гришлов // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГУ, 2019. – С. 59-61.

12. **Grishlova, M. V.** Comparative analysis of indicators for *Pinus sibirica* of biryusinsky origin different planting density / M.V. Grishlova, A. I. Svalova, N. P. Bratilova // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: мат. XXII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ, 2019. – С. 52-54.

13. **Гришлова, М. В.** Формирование семеносящих побегов в кроне кедровых сосен на плантации «Метеостанция» в 2019 году / М. В. Гришлова, Н. П. Братилова, Д. А. Гришлов, А. В. Мантулина // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: мат. XXIII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ, 2020. – С. 27-30.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82, ученому секретарю диссертационного совета Д212.249.06.

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 № 3206.

Отпечатано в редакционно-издательском центре

СибГУ им. М.Ф. Решетнева

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