

На правах рукописи



Комарницкий Виталий Витальевич

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ, ОТБОР СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА СОСНЫ КЕДРОВОЙ
СИБИРСКОЙ ВО ВТОРОМ ПОКОЛЕНИИ
(ПРИГОРОДНАЯ ЗОНА КРАСНОЯРСКА)**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертация 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
Матвеева Римма Никитична

Официальные оппоненты – Титов Евгений Васильевич, доктор
сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г. Ф. Морозова», кафедра лесоводства, лесной
таксации и лесоустройства, 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 14 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: mrgryah@yandex.ru

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

Автореферат разослан 14 июня 2022 г.

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



Репях Марина Вадимовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Актуальность исследования заключается в изучении индивидуальной и географической изменчивости семенного потомства сосны кедровой сибирской, выращенного из семян, заготовленных на плантациях семенного и вегетативного происхождения, установлении влияния отбора деревьев в первом поколении на показатели роста и начало репродуктивного развития растений во втором поколении. Эффективность проведения отбора во втором поколении среди растений сосны обыкновенной, ели европейской подтверждена в работах А.В. Лацевич [2002], М.А. Николаевой и др. [2011], Л.Ф. Поплавской и др. [2019], сосны кедровой сибирской Р.Н. Матвеевой и др. [2006, 2019], А.М. Пастуховой, С.А. Васильевой [2018] и др.

Степень разработанности проблемы. Созданы плантации первого поколения семенного и вегетативного происхождения сосны кедровой сибирской, выращен посадочный материал второго поколения, создана плантация «ЛЭП-2» [Матвеева и др., 2017]. Показатели 11-17-летних растений сосны кедровой сибирской во втором поколении не изучены.

Цель исследования. Изучить изменчивость показателей и отселектировать в потомстве второго поколения, выращенного из семян, собранных на семенных и прививочной плантациях разного географического происхождения, экземпляры, отличающиеся интенсивностью роста и ранним репродуктивным развитием.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать рост и репродуктивное развитие сосны кедровой сибирской разного географического происхождения на семенных и прививочной плантациях первого поколения в период сбора шишек для формирования «ЛЭП-2».

2. Сопоставить изменчивость биометрических показателей сосны кедровой сибирской во втором поколении, выращенной из семян с плантаций семенного и вегетативного размножения.

3. Отселектировать экземпляры, отличающиеся интенсивностью роста и ранним репродуктивным развитием.

Научная новизна. Впервые изучено влияние способа создания плантаций первого поколения сосны кедровой сибирской на интенсивность роста и репродуктивное развитие растений во втором поколении. Установлена зависимость раннего образования макростробиллов у семенного потомства с их биометрическими показателями.

Теоретическая и практическая значимость. Проанализирована индивидуальная и географическая изменчивость сосны кедровой сибирской на плантациях первого поколения при семенном и вегетативном размножении, использованной для создания семенной плантации второго поколения. Полученные данные по изменчивости показателей во втором поколении рекомендуется использовать при отборе ценных

экземпляров на ранних этапах онтогенеза для размножения прививкой и создания плантаций целевого назначения – ускоренного роста и раннего репродуктивного развития.

Методология и методы исследования. Методология исследований разработана в соответствии с поставленными задачами. Исследования проведены по общепринятым методикам [Молчанов, Смирнов, 1967; Доспехов, 1979; Родин, Мерзленко, 1983]. Обработка результатов проведена с использованием статистического пакета программ Microsoft Excel.

Положения, выносимые на защиту

1. При сборе шишек с высокоурожайных деревьев в 41-летнем биологическом возрасте на плантации семенного происхождения первого поколения отмечено раннее образование макро- и микростробилов у единичных растений во втором поколении.

2. Сбор шишек на плантации вегетативного происхождения (при нарезке черенков с 22-летних деревьев, не вступивших в репродуктивную стадию развития, с последующей прививкой на сосну обыкновенную) в меньшей степени оказал влияние на раннее образование макростробилов во втором поколении.

3. Растения раннего репродуктивного развития имеют наибольшие показатели по высоте и длине хвои в сравнении с экземплярами, не образовавшими за данный период макростробилы.

4. Географическое происхождение семян оказывало влияние на интенсивность роста и раннее репродуктивное развитие во втором поколении как с использованием семян с плантаций семенного, так и вегетативного происхождения. Наибольшие показатели роста были у потомства с плантаций семенного происхождения при использовании семян танзыбейской и тисульской популяций, плантации вегетативного происхождения – тувинской. В потомстве, выращенном из семян с плантаций семенного происхождения, раннее семеношение отмечено у единичных деревьев алтайского и танзыбейского происхождения.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность результатов подтверждается большим объемом экспериментального материала. Автор принимал непосредственное участие на всех этапах работы при постановке цели и задач исследований, получении исходных данных, обработке полевого материала, подготовке научных публикаций. Диссертационная работа является законченным научным исследованием.

Результаты исследований апробированы на Международных (Красноярск), Всероссийских (Красноярск, Екатеринбург) научных конференциях.

Личный вклад. Выполнены исследования по изменчивости и отбору сосны кедровой сибирской на плантации второго поколения, обработка и анализ данных.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, заключения, приложений (177 стр.). Текстовая часть изложена на 105

страницах, включая 64 таблицы, 48 рисунка. 2 приложения. Библиографический список состоит из 223 наименований, в том числе 9 зарубежных источников.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) является уникальной породой, обладающей полезными свойствами. Использование данного вида многогранно. В России сосной кедровой сибирской заняты значительные площади: северо–восток европейской части России, Урал, Западная Сибирь, Алтай, средняя и южная часть Восточной Сибири. Произрастая на огромной территории в равнинной и горной местностях, сосна кедровая сибирская объединяет целый ряд географических и экологически обусловленных популяций, в результате чего она зарекомендовала себя как вид достаточно пластичный [Петров, 1961; Добровольский, 1964; Таланцев и др., 1978; Крылов и др., 1983; Бабич, Соколов, 1996; Бех, Данченко, 2000; Усольцев, 2006; Ипатов, 2011; Титов, 2015; Путенихин и др. 2017 и др.].

Изучению географической изменчивости сосны кедровой сибирской и других хвойных видов посвящены работы А. И. Ирошникова [1964, 1974], Р.Н. Матвеевой [1988, 2021], Ф. Д. Аврова [1993], Г.В. Кузнецовой [2003, 2020], С. Н. Горошкевича [2008, 2011], С. А. Николаевой [2013], Е. В. Титова [2017, 2018], Н.А. Бабича, Р.С. Хамитова [2018] , Н.П. Братиловой и др. [2019], А.С. Хорошева [2019], С. Р. Кузьмина [2020] и др. Особое внимание уделяется росту хвойных видов во втором поколении [Шутяев, 2000; Лацевич, 2002; Николаева и др., 2011; Багаев, Коренев, 2015; Матвеева и др., 2019; Поплавская и др., 2019].

2 ОБЪЕКТЫ, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования явилось потомство сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, выросшее из семян, собранных на плантациях «Метеостанция», «Известковая» (ЛСП) и на гибридно-семенной плантации (ГСП), которая была создана прививкой черенков, заготовленных в геошколе дендрария СибГУ в 1982 г. с деревьев 22-летнего биологического возраста. Объекты расположены на территории Учебно-опытного лесхоза СибГУ. Сбор семян на плантациях семенного происхождения «Метеостанция» и «Известковая» был проведен в 2004 году с деревьев 41-летнего биологического возраста. На гибридно-семенной плантации «ГСП» семена заготовлены в 2006 году. На плантации «ЛЭП-2» выращивается семенное потомство второго поколения (рисунок 1).

ПЛАНТАЦИИ I-ГО ПОКОЛЕНИЯ

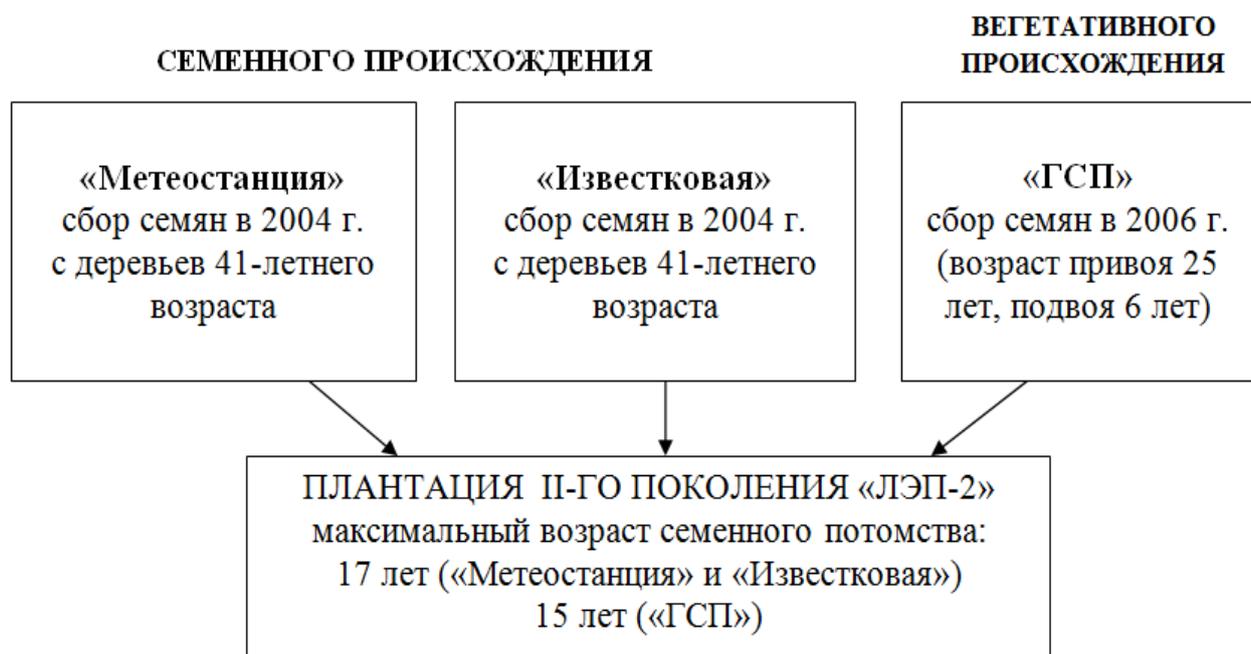


Рисунок 1 – Плантации первого и второго поколения

Географическое происхождение семян сосны кедровой сибирской, использованных для создания плантаций, приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Географическое происхождение семян сосны кедровой сибирской

Географическое происхождение	Место сбора семян		Координаты		Высота над уровнем моря, м
	край (область, республика)	предприятие	с.ш.	в.д.	
1	2	3	4	5	6
ЛСП, ГСП					
Алтайское	Алтай	Каракокшинский ЛПХ	51°50′	86°54′	1000
Бирюсинское	Красноярский	Учебно-опытный лесхоз СибГУ, Бирюсинское лесничество	56°00′	92°30′	300
Ярцевское	Красноярский	Ярцевский ЛПХ	61°00′	90°00′	100
ЛСП					
Лениногорское	Казахстан	Лениногорский лесхоз	50°12′	85°33′	1700
Танзыбейское	Красноярский	Танзыбейский ЛПХ	53°30′	92°25′	500
Тисульское	Кемеровская	Тисульский лесхоз	55°50′	88°24′	800
Черемховское	Иркутская	Черемховский лесхоз	53°00′	102°36′	960
ГСП					
Томское	Томская	Томский лесхоз	56°30′	84°48′	100

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Тувинское	Тыва	Туранский лесхоз	52°11′	93°53′	800
Тюменское	Тюменская	Кондинский лесхоз	59°40′	68°37′	100
Читинское	Читинская	Красночикийский лесхоз	50°22′	108°43′	700

Примечание: наименование предприятий приведено на период сбора семян для создания плантаций первого поколения.

Программа исследований предусматривала:

1) провести анализ показателей роста и семеношения сосны кедровой сибирской разного географического происхождения на плантациях первого поколения, созданных семенным и вегетативным путем;

2) сопоставить изменчивость биометрических показателей сосны кедровой сибирской второго поколения, выращенной из семян с плантаций семенного и вегетативного происхождения;

3) отселектировать экземпляры, отличающиеся во втором поколении интенсивностью роста и ранним репродуктивным развитием.

У сосны кедровой сибирской определяли высоту, диаметр ствола, число боковых ветвей в мутовке, верхушечных почек; длину почек, хвои; прирост текущего побега, размеры шишек. Выделяли экземпляры, образовавшие макро- и микростробилы. Методика исследования общепринятая [Молчанов, Смирнов, 1967; Родин, Мерзленко, 1983]. Полученные данные обработаны статистически с использованием программы Microsoft Excel. Уровень изменчивости оценивали по шкале, предложенной С.А. Мамаевым [1973]. Достоверность различий устанавливали по t-критерию, сравнивая его с табличным (t_{05}) [Доспехов, 1979].

3 ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ ИЗ СЕМЯН С ПЛАНТАЦИЙ СЕМЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

3.1 Показатели сосны кедровой сибирской на плантациях первого поколения при сборе шишек для выращивания второго поколения

При создании плантаций первого поколения «Метеостанция», «Известковая» для сбора шишек в 1964 г. использована сосна кедровая сибирская, произрастающая в насаждениях Алтая, Красноярского края, Иркутской, Кемеровской и Читинской областей, Казахстана. Размещение посадочных мест на плантациях составляет 5 x 5 м.

Показатели деревьев 41-летнего биологического возраста на плантации первого поколения при сборе шишек в 2004 году приведены по монографиям Р.Н. Матвеевой, О.Ф. Буторовой, А.М. Пастуховой [2012, 2014]. В 2004 году высота деревьев варьировала от 5,6 м ярцевского до 8,7 м черемховского происхождения. Наибольшее количество урожайных деревьев было в вариантах алтайского (76,1 %) и ярцевского (74,1 %) происхождения, минимальное - лениногорского (28,0 %). Количество шишек

на деревьях в 2004 году варьировало в среднем от 11,1 шт. (лениногорского) до 17,0 шт. (бирюсинского происхождения).

В стадию семеношения единичные деревья первого поколения на плантации «Метеостанция» вступили в 20-летнем, «Известковая» - в 21-летнем возрасте. Макростробилы образовались у 0,8-4,9 % деревьев. Микростробилы на плантации «Метеостанция» были у 7 % деревьев в 33-летнем возрасте. Наибольшее количество деревьев в 2000-2004 гг., образовавших микростробилы, отмечено в вариантах бирюсинского (52,6 %), ярцевского (47,2 %), алтайского (45,0 %), тисульского (40,8 %) происхождений и наименьшее – лениногорского (30,4 %).

3.2 Изменчивость показателей роста сосны кедровой сибирской второго поколения

В 15-летнем возрасте наибольшая высота была у деревьев тисульского (1,6±0,07 м), текущий прирост побега – алтайского (11,6±0,67 см), диаметр ствола – алтайского (2,8±0,14 см), длина верхушечной почки – алтайского, танзыбейского, тисульского, ярцевского (1,0 см), количество верхушечных почек бирюсинского (4,2±0,27 шт.) происхождения. Наличие тесной связи между высотой и диаметром ствола отмечено в вариантах черемховского, ярцевского, бирюсинского, алтайского происхождения ($r=0,628-0,863$). В 16-летнем возрасте превышение по высоте было у деревьев тисульского и алтайского, по текущему приросту - ярцевского, танзыбейского, алтайского, по диаметру ствола - алтайского, танзыбейского, по количеству верхушечных почек – танзыбейского, бирюсинского, по длине хвои – лениногорского происхождения. Наличие тесной связи между высотой и диаметром ствола установлено у деревьев в черемховском, ярцевском, алтайском, тисульском и бирюсинском вариантах ($r=0,639-0,841$). В 17-летнем возрасте максимальная высота (2,1±0,11 м) была у потомства танзыбейского происхождения. По сумме приростов (первого и вторичного) за 2021 год различие между максимальным значением (лениногорское) и минимальным (черемховское) составило 35,7 %. Средняя длина хвои на первом приросте равна 9,9 см, на вторичном – 8,3 см, превышение составило 19,3 %. Изменчивость высоты сосны кедровой сибирской в 16- и 17-летнем возрасте разного географического происхождения приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Изменчивость высоты сосны кедровой сибирской во втором поколении, см

Географическое происхождение	$X_{cp.}$	$\pm m$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05} = 2,02$	Уровень изменчивости
1	2	3	4	5	6	7
16 лет						
Алтайское	162,4	5,55	22,7	3,4	1,10	высокий
Бирюсинское	156,0	5,98	21,0	3,8	1,75	высокий
Лениногорское	141,4	13,46	33,0	9,5	2,03	высокий

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Танзыбейское	165,2	8,91	26,9	5,4	0,62	высокий
Тисульское	172,3	7,13	21,9	4,1	-	высокий
Черемховское	147,9	8,46	30,8	5,7	2,21	высокий
Ярцевское	145,9	6,44	26,9	4,4	2,75	высокий
17 лет						
Алтайское	197,1	6,07	20,4	3,1	0,71	средний
Бирюсинское	188,9	10,25	29,2	5,4	1,14	высокий
Лениногорское	176,5	16,22	30,5	9,2	1,51	высокий
Танзыбейское	206,0	10,92	25,4	5,3	-	высокий
Тисульское	205,4	8,31	19,4	4,0	0,04	средний
Черемховское	183,0	10,10	28,1	5,5	1,55	высокий
Ярцевское	190,6	7,41	21,7	3,9	1,17	высокий

Высота сосны кедровой сибирской в каждом варианте опыта имеет в основном высокий уровень изменчивости, что позволило в каждом варианте отселектировать быстрорастущие экземпляры.

3.3 Раннее репродуктивное развитие экземпляров второго поколения

Начало репродуктивного развития семенного потомства на «ЛЭП-2» отмечено в 13-летнем биологическом возрасте на деревьях алтайского № 6-7 и черемховского № 2-20 происхождения, сформировавших по одной макростробиле. В 14-летнем возрасте макростробилы были на деревьях № 6-34 алтайского и № 4-32 танзыбейского происхождения. У 15-летних экземпляров макростробилы образовались на деревьях № 10-9 алтайского, № 4-46, 4-40 танзыбейского и № 8-5 черемховского происхождения. В 2020 году в репродуктивную стадию вступили 12 деревьев, образовав по 1-2 макростробилы. В 2021 году наибольшее образование макростробил на побегах (по 3 шт. в пучке) было у 17-летних деревьев № 5-12 и 9-20 бирюсинского и по одной макростробиле у экземпляров № 8-37 тисульского и № 4-15 ярцевского происхождения. Наибольшее количество макростробил за данный период было на деревьях № 4-40 (2+2 шт.) и № 4-32 (1+2 шт.) танзыбейского, № 5-12 (3 шт.) и № 9-20 (3 шт.) бирюсинского происхождения. Некоторые деревья имели не только раннее образование макростробил, но и короткий или отсутствующий межурожайный период. Так в 14- и 16-летнем возрасте макростробилы образовались у деревьев № 6-34 алтайского и № 4-32 танзыбейского происхождения; в 15- и 16-летнем - у деревьев № 10-9 алтайского, № 4-40 танзыбейского и № 8-5 черемховского происхождения.

Образование макростробил на 13-17-летних деревьях приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Образование макростробилов на 13-17-летних деревьях

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество макростробилов, шт.	Географическое происхождение	Номер дерева	Количество макростробилов, шт.
13 лет (2017 г.)			Алтайское	6-34	1
				6-6	1
Алтайское	6-7	1		10-9	1
Черемховское	2-20	1	Танзыбейское	11-31	2
Итого:	2	2		4-40	2
14 лет (2018 г.)				4-32	2
Алтайское	6-34	1	Черемховское	8-10	1
Танзыбейское	4-32	1		8-15	1
Итого	2	2		8-5	1
15 лет (2019 г.)			Итого:	10	15
Танзыбейское	4-46	1	17 лет (2021 г.)		
	4-40	2	Бирюсинское	9-20	3
Черемховское	8-5	1		5-12	3
Итого:	4	5	Тисульское	8-37	1
16 лет (2020 г.)			Ярцевское	4-25	1
Тисульское	3-4	1	Итого:	4	8
Всего по опыту				22	32

Длина созревших шишек варьировала от 6,0 до 9,5 см, ширина - от 5,5 до 7,5 см при средних значениях 7,6 и 6,6 см соответственно. Шишки больших размеров были у экземпляров № 6-34 и 10-9 алтайского происхождения. Учитывая количество парастих на макростробилах, экземпляры № 8-37 тисульского, № 8-10 и № 8-15 черемховского происхождения отнесены к крупношишечной форме. Микростробилы сформировались позже макростробилов, только в 16-летнем возрасте, на деревьях № 3-13 тисульского и № 6-7 алтайского происхождения. Микростробилов на дереве № 3-13 было 26 шт., на дереве № 6-7 всего 6 шт.

Установлено, что растения, образовавшие макростробилы, имели наибольшую высоту и длину хвои в сравнении с остальными, что подтвердил дисперсионный анализ ($F_{\phi} > F_{05}$) (таблица 4).

Таблица 4 - Результаты дисперсионного анализа

Показатель	F_{ϕ}	F_{05}
Высота	62,67	18,51
Длина хвои	19,33	18,51
Текущий прирост	1,21	18,51

Критерий достоверности различий не подтвердил наличие связи между длиной текущего прироста побега и количеством деревьев, образовавших макростробилы ($F_{\phi}=1,21 < F_{05}$).

4 ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ ИЗ СЕМЯН С ПЛАНТАЦИИ ВЕГЕТАТИВНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

4.1 Показатели сосны кедровой сибирской на плантации первого поколения при сборе шишек для выращивания второго поколения

На гибридно-семенной плантации «ГСП» сбор шишек для выращивания семенного потомства второго поколения был проведен в 2006 году. Возраст привоя сосны кедровой сибирской составил 25 лет, подвоя сосны обыкновенной – 6 лет. Привой отличался географическим происхождением: алтайское, бирюсинское, томское, тувинское, тюменское, читинское, ярцевское.

Наибольшие показатели по высоте, диаметру ствола, кроны и ее протяженности были у привитых деревьев тувинского происхождения.

Наличие шишек составляло в среднем 10,2 - 17,0 шт./дерево [Матвеева и др., 2009]. Максимальное количество шишек на дереве в зависимости от географического происхождения варьировало от 23 шт. томского до 50 шт. ярцевского происхождения при средних значениях 16,0 и 25,2 шт. Наибольший процент деревьев с 30 шишками и более был в алтайском и ярцевском вариантах.

В потомстве каждой популяции имелись многошишечные экземпляры. По четыре шишки на побеге сформировалось у рамет № 12-1 алтайского, № 17-5 тувинского, № 12-3 ярцевского происхождения.

4.2 Изменчивость показателей роста сосны кедровой сибирской второго поколения

На плантации «ЛЭП-2» сопоставлены показатели роста семенного потомства в возрасте 11-15 лет от привитых деревьев разного географического происхождения (рисунок 2).

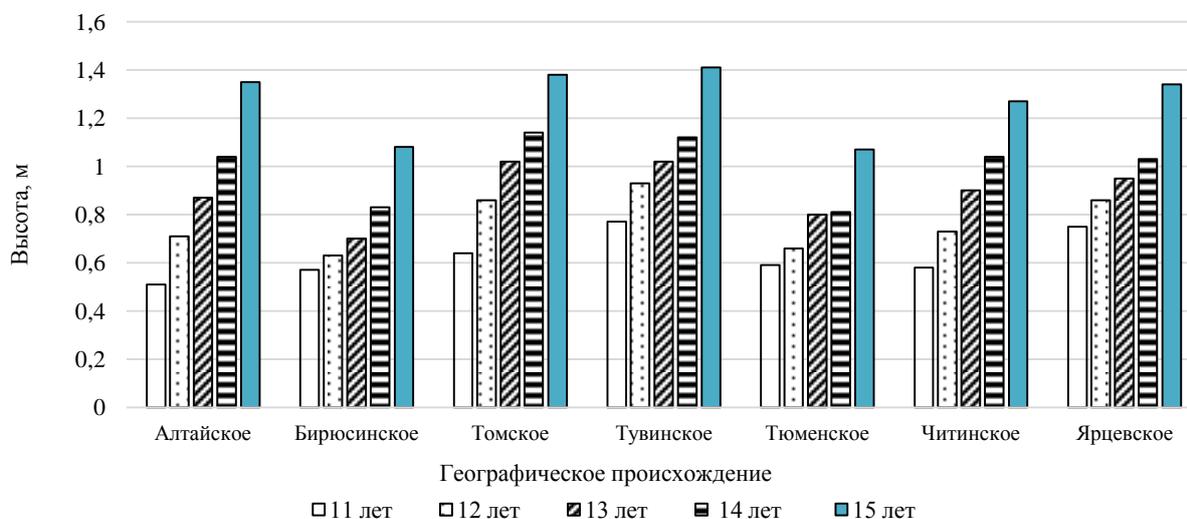


Рисунок 2 – Высота сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в 11-15-летнем возрасте

Максимальная высота в 11-15-летнем возрасте была у деревьев тувинского происхождения. В данном варианте растения имели также наибольшие показатели по диаметру ствола, длине почек в 11 и 15 лет, количеству верхушечных почек в 13 и 14 лет, длине хвои в 13 лет, текущему приросту и длине вторичного прироста побега в 15 лет. Уровень изменчивости высоты сосны кедровой сибирской лидирующего тувинского происхождения в 11-15-летнем возрасте приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Изменчивость высоты сосны кедровой сибирской тувинского происхождения на плантации «ЛЭП-2», см

Возраст, лет	$X_{cp.}$	$\pm m$	V, %	P, %	Уровень изменчивости
11	77,1	7,35	25,2	9,5	высокий
12	93,3	8,44	23,9	9,0	высокий
13	102,1	8,46	21,9	8,3	высокий
14	111,7	7,98	18,9	7,1	средний
15	140,8	9,76	18,3	6,9	средний

Уровень изменчивости высоты сосны кедровой сибирской в варианте тувинского происхождения средний и высокий. Текущий прирост побега (первый и вторичный) в 2021 году имел наибольшее значение (30,8 см) у экземпляров алтайского, наименьшее (23,8 см) томского происхождения. Установлено наличие значительной связи между высотой и диаметром ствола у растений томского, тувинского ($r=0,575; 0,685$), высокой и очень высокой (0,815-0,946) – алтайского, бирюсинского, читинского, ярцевского происхождений; связь между диаметром ствола и текущим приростом побега в основном слабая.

4.3 Показатели экземпляра 14-40 читинского происхождения, образовавшего макростробилы

На плантации «ЛЭП-2» начало репродуктивного развития у семенного потомства с прививочной плантации отмечено в 15-летнем возрасте у дерева № 14-40 читинского происхождения, где сформировалось три макростробилы на побеге (рисунок 3).



Рисунок 3 - Образование макростробил на дереве 14-40 читинского происхождения

У данного экземпляра отмечено превышение по высоте, приросту побега и количеству почек (таблица 6).

Таблица 6 – Показатели экземпляра № 14-40 читинского происхождения

Вариант	Высота		Прирост побега		Количество верхушечных почек	
	м	% к $X_{cp.}$	см	% к $X_{cp.}$	шт.	% к $X_{cp.}$
Дерево № 14-40	1,56	122,8	46,2	188,6	10,0	161,3
Среднее значение по читинскому варианту	1,27	100,0	24,5	100,0	6,2	100,0

Превышение по высоте составило 22,8 %, приросту побега -88,6 %, количеству верхушечных почек - 61,3 %.

5 ОТБОР ВО ВТОРОМ ПОКОЛЕНИИ

5.1 Отбор по интенсивности роста, раннему образованию макростробиллов и размерам шишек у потомства с плантациями семенного происхождения

На плантации «ЛЭП-2» были отселектированы по интенсивности роста 17-летние экземпляры сосны кедровой сибирской - потомство с плантациями семенного происхождения. Среди быстрорастущих по высоте выделяются экземпляры № 8-43 тисульского, № 2-40 бирюсинского и № 5-37 лениногорского происхождения, высота которых превышает среднее значение на 47,4 %. Диаметр ствола дерева № 8-10 черемховского и № 6-18 алтайского происхождения был на 58,0 % и 45,1 % больше среднего (таблица 7).

Таблица 7 – Быстрорастущие экземпляры выращенные из семян с плантациями семенного происхождения

Географическое происхождение	Номер экземпляра	Высота		Диаметр	
		м	% к $X_{cp.}$	см	% к $X_{cp.}$
1	2	3	4	5	6
Алтайское	3-47	2,7	142,1	3,9	125,8
	10-5	2,7	142,1	4,0	129,0
	6-18	2,6	136,8	4,5	145,1
Бирюсинское	2-40	2,8	147,4	3,6	116,1
	5-8	2,6	136,8	3,4	109,7
Танзыбейское	4-40	2,7	142,1	3,9	128,5
	4-45	2,7	142,1	3,9	125,8
Тисульское	8-43	2,8	147,4	3,9	125,8
	3-11	2,7	142,1	3,9	125,8
	3-32	2,6	136,8	4,0	129,0
Лениногорское	5-37	2,8	147,4	3,8	122,6
Черемховское	2-14	2,6	136,8	4,0	129,0
	2-17	2,6	136,8	4,1	132,2

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6
	8-10	2,6	136,8	4,9	158,0
Ярцевское	9-6	2,7	142,1	4,0	129,0
Среднее значение по опыту		1,9	100,0	3,1	100,0

Выделены также длиннохвойные экземпляры. Хвоя большей длины была у экземпляров № 5-43 лениногорского, № 2-19 черемховского и № 5-3 бирюсинского происхождения. Превышение над средним значением составило 43,0 %, 36,9 % и 35,9 %, соответственно (таблица 8).

Таблица 8 – Отселектированные длиннохвойные экземпляры

Географическое происхождение	Номер экземпляра	Длина хвои		Географическое происхождение	Номер экземпляра	Длина хвои	
		см	% к $X_{cp.}$			см	% к $X_{cp.}$
Алтайское	6-39	13,2	132,9	Лениногорское	5-43	14,2	143
	6-18	13,1	131,9	Черемховское	2-19	13,6	136,9
	10-2	12,2	122,8		8-2	12,5	125,9
Бирюсинское	5-3	13,5	135,9	8-5-2	12,4	124,9	
	2-30	13,1	131,9	2-20	12,2	122,8	
Танзыбейское	9-29	12,6	126,9	Ярцевское	4-25	12,7	127,9
Среднее значение по опыту						9,9	100,0

Репродуктивное развитие началось с образования макростробилов у единичных экземпляров с 13-17-летнего возраста из семян, собранных на плантациях семенного происхождения «Метеостанция», «Известковая». Процент экземпляров, образовавших макростробилы в этом возрасте, составил 12,4 %. Сопоставление показателей сосны кедровой сибирской раннего семеношения и экземпляров, не образовавших шишки (контрольные), приведено в таблице 9.

Таблица 9 - Показатели сосны кедровой сибирской раннего репродуктивного развития в сравнении с неурожайными (контрольными)

Вариант	Хср.	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05}=1,97$
Высота, м						
Урожайные	1,87	0,09	0,34	18,2	4,8	-
Контрольные	1,58	0,04	0,41	25,9	2,5	2,96
Диаметр ствола, см						
Урожайные	3,7	0,20	0,73	19,7	5,4	-
Контрольные	3,0	0,08	0,85	28,3	2,7	3,26
Длина хвои, см						
Урожайные	11,7	0,38	1,41	12,1	3,2	-
Контрольные	10,3	0,25	2,64	25,6	2,4	3,08

При сравнении средних показателей по высоте, диаметру ствола, длине хвои наибольшие значения были у урожайных экземпляров, что подтверждается критерием достоверности различий ($t_{\phi} > t_{05}$).

Выделены экземпляры, которые образовали макростробилы в течение двух лет без межурожайного периода: экземпляры № 6-34 – алтайского и № 4-40-танзыбейского происхождения (рисунок 4) и др.

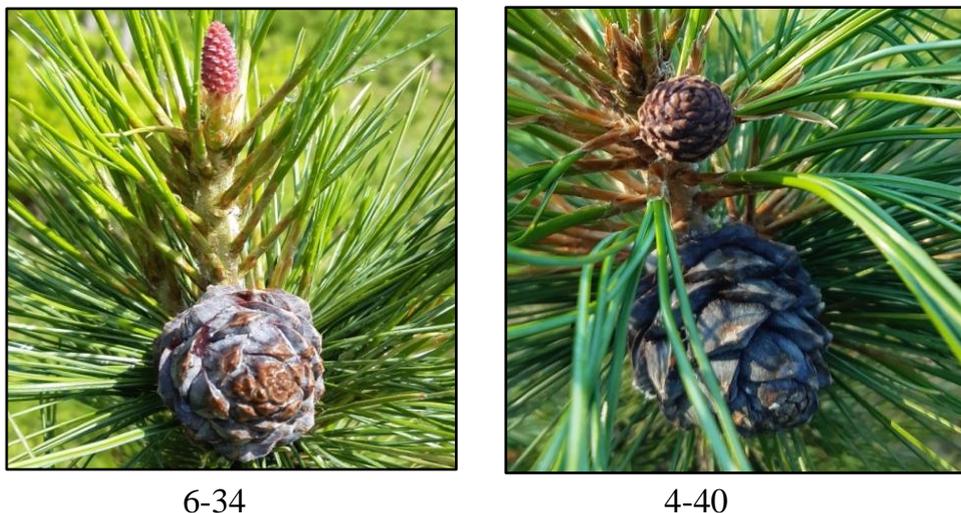


Рисунок 4 - Образование макростробил без межурожайного периода на экземплярах № 6-34 алтайского, № 4-40 танзыбейского происхождения

На экземплярах № 6-7 алтайского и № 3-13 тисульского происхождения образовались микростробилы. Высота деревьев была на 6,0 % и 17,5 %, диаметр ствола на 9,1 % и 13,0 % больше средних значений.

5.2 Отбор экземпляров по интенсивности роста у семенного потомства с плантации вегетативного происхождения

У 15-летнего семенного потомства, отселектированного по интенсивности роста, наибольшая высота была 1,8 м, превышение в сравнении со средним значением составило 55,6 %. К ним относятся экземпляры № 15-10 томского, № 14-2 тувинского, № 14-40 читинского и № 12-12 ярцевского происхождения.

Диаметр ствола имел наибольшее значение 3,9 см у экземпляра № 15-4 томского и 3,7 см у № 14-2 тувинского происхождения. Превышение по отношению к среднему значению составило 34,4 % и 27,6 %, соответственно.

5.3 Сравнительный анализ показателей роста второго поколения из семян, собранных на плантациях семенного и вегетативного происхождения

Сопоставлена высота деревьев на плантации «ЛЭП-2» в зависимости от использования семян с плантаций семенного или вегетативного происхождения (таблица 10).

Таблица 10 – Сравнительный анализ высоты 14-летнего потомства во втором поколении в зависимости от места сбора семян, см

Географическое происхождение	Способ создания плантаций I-го поколения	Хср.	±m	V, %	P, %	t _ф при t _{05=1,99}
Алтайское	семенной	138	5,77	28,3	4,3	-
	вегетативный	104	4,86	19,8	4,8	3,18
Бирюсинское	семенной	135	6,17	25,0	4,6	-
	вегетативный	83	5,14	21,4	6,2	6,48
Ярцевское	семенной	124	5,74	27,6	4,6	-
	вегетативный	103	7,23	23,3	7,0	2,27

Наибольшая высота была у растений второго поколения, выросших из семян с плантаций первого поколения семенного происхождения, в сравнении с вегетативным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сбор шишек с высокоурожайных 41-летних деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения на семенной плантации способствует раннему образованию макростробилов у единичных экземпляров (в 13-15-летнем возрасте - 4,3 % растений алтайского, танзыбейского, черемховского и в 16-17-летнем – 8,6 % растений алтайского, бирюсинского, танзыбейского, тисульского, черемховского, ярцевского происхождений).

2. Сбор шишек на плантации вегетативного происхождения (при заготовке черенков с 22-летних деревьев, не вступивших в репродуктивную стадию развития без проведения их отбора по урожайности) в меньшей степени повлиял на раннее образование макростробилов во втором поколении (в 13-14-летнем возрасте - 0 %, 15-летнем - 1,2 % растений читинского происхождения).

3. Растения, раньше вступившие в репродуктивную стадию развития, имели наибольшую высоту и длину хвои, что подтверждено дисперсионным анализом.

4. Географическая изменчивость проявляется как по раннему репродуктивному развитию, так и по показателям роста. По интенсивности роста преобладающие показатели были у потомства с семенной плантации тисульского, танзыбейского и алтайского; с вегетативной плантации - тувинского, томского, ярцевского и алтайского происхождений.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Отселектированные деревья во втором поколении рекомендуется использовать для размножения вегетативным способом с целью создания плантаций, отличающихся интенсивностью роста и ранним репродуктивным развитием как по образованию макро-, так и микростробилов.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в продолжении исследований по выделению экземпляров раннего репродуктивного развития и их использованию при проведении генетико-селекционных исследований и дальнейшему размножению с целью создания плантаций целевого назначения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК

1. Братилова, Н. П. Особенности роста семенного потомства отселектированных по урожайности клонов сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в условиях юга Средней Сибири / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Ю. Е. Щерба, А. Г. Кичкильдеев, **В. В. Комарницкий** // Хвойные бореальной зоны. – 2016. – Т. 34. – № 5-6. – С. 294 – 297.

2. Матвеева, Р. Н. Влияние географического происхождения на рост сосны кедровой сибирской во втором поколении / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Ю. Е. Щерба, **В. В. Комарницкий**, В. С. Иванов, Д. А. Гришлов // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37. – № 6. – С. 426 – 431.

3. Матвеева, Р. Н. Показатели роста кедра сибирского разного географического происхождения на подвое сосны обыкновенной / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. П. Братилова, Ю. Е. Щерба, **В. В. Комарницкий** // Лесной журнал. – 2020. – № 2(374). – С. 9-19.

4. **Комарницкий, В. В.** Изменчивость показателей сосны кедровой сибирской разного географического происхождения во втором поколении / В. В. Комарницкий, Ю. Е. Щерба // Хвойные бореальной зоны. – 2021. – Т. 39. – № 6. – С. 451– 456.

В других изданиях

5. **Комарницкий, В. В.** Изменчивость семенного потомства привитых деревьев сосны кедровой сибирской ярцевского происхождения в условиях Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М. Ф. Решетнева / В. В. Комарницкий, М. В. Гришлова, Ю. Е. Щерба, А. Г. Кичкильдеев // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XX Международной научной конференции. – Красноярск: СибГУ, 2017. – С. 81– 82.

6. Щерба, Ю. Е. Влияние пересадки сеянцев сосны кедровой сибирской на биометрические показатели саженцев / Ю. Е. Щерба, **В. В. Комарницкий**, А. С. Холхонов // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: СибГУ, 2017. – С. 164-167.

7. Щерба, Ю. Е. Изменчивость показателей сосны кедровой сибирской - семенного потомства клонов читинского происхождения / Ю. Е. Щерба, **В. В. Комарницкий** // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: СибГУ, 2019. – С. 140-141.

8. Shcherba, Iu. E. Individual and interfamily variability of *pinus sibirica* Du Tour half-siblings of sverdlovsky origin / Iu. E. Shcherba, N. A. Shenmayer, S. N. Dyrdin, **V. V. Komarnitskiy** // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XXII Международной научной конференции. – Красноярск: СибГУ, 2019. – Р. 233–235.

9. Матвеева, Р. Н. Изменчивость *Pinus sibirica* Du Tour по образованию шишек за 10-летний период на прививочной гибридно-семенной плантации / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. П. Братилова, Ю. Е. Щерба, **В. В. Комарницкий** // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – Львів: Манускрипт, 2020. – Вип. 20. – С. 74-81.

10. **Комарницкий В. В.** Изменчивость гибридных полусибсов сосны кедровой сибирской / В. В. Комарницкий, В. С. Иванов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XVI Всероссийской научной конференции студентов и аспирантов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020.- С. 360-362.

11. **Komarnitskiy, V. V.** Individual variability of half-sibs of *Pinus sibirica* of Tyumen origin on power lines-2 / V.V. Komarnitskiy, V.S. Ivanov, R.N. Matveeva // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XXIII Международной научной конференции. – Красноярск: СибГУ, 2020. – Р. 47 – 49.

12. **Комарницкий, В. В.** Изменчивость показателей 15-летней сосны кедровой сибирской из разных урочищ Каракокшинского ЛПХ Алтайского края / В. В. Комарницкий // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XXIV Международной научной конференции. – Красноярск: СибГУ, 2021. – С. 46-49.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82, ученому секретарю диссертационного совета Д212.246.06.

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

E-mail: mrepyah@yandex.ru

Подписано в печать 10.06.2022 Сдано в производство 14.06.2022

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

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз.

Заказ № 3207

Отпечатано в редакционно – издательском центре

СибГУ им. М. Ф. Решетнева

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