

На правах рукописи



НАРЗЯЕВ ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ

**РОСТ И РЕПРОДУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ВЕГЕТАТИВНОГО И
СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ
КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ (ЮГ СРЕДНЕЙ СИБИРИ)**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2019

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;
ФГБУН «Федеральный исследовательский
центр «Красноярский научный центр Си-
бирского отделения Российской академии
наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН), Институт леса
им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное
подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН»,
лаборатория лесной генетики и селекции,
научный сотрудник

Ведущая организация –

ФГБОУ ВО «Братский государственный
университет», г. Братск

Защита диссертации состоится 19 декабря 2019 г. в 10⁰⁰ 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. Решетнева: www.sibsau.ru

Автореферат разослан 18 октября 2019 г.

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



Репях Марина Вадимовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Согласно «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года» [2018], площадь сплошных рубок устойчиво превышает площадь лесов, на которых осуществляется лесовосстановление. Накопленная площадь невосстановленных вырубок к настоящему времени составила около 0,5 млн гектаров. Кроме того в ней указано что, «в связи с размещением инфраструктурных объектов, ежегодно выбывают леса на площади более 140 тыс. гектаров, при этом компенсационное лесовосстановление или лесоразведение не проводится». В связи с этим вопросы качественного лесовосстановления являются актуальными.

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) является одной из главных лесообразующих пород Сибири. Так, Б. Е. Чижов и И. А. Бех [2014] отмечают, что значение сосны кедровой сибирской в формировании сибирской тайги огромно. Проблема организации рационального ведения хозяйства в кедровых лесах – одна из важнейших [Данченко и Бех, 2009; Грибков и др., 2014; Дебков, 2015].

Кроме того, восстановление лесокультурных площадей сосной кедровой сибирской возможно во многих регионах России. Так, выращиванию сосны кедровой сибирской в Сибири посвящены работы О. П. Олисовой [1960], В. В. Огиевского [1962], Р. И. Лоскутова, Н. П. Поликарпова [1963, 1985], М. Н. Ширской [1964], Р. Н. Матвеевой, О. Ф. Буторовой [1997, 2006] и др. С. В. Митрофанов и Н. Н. Чернов [2008] в своей монографии рассматривают особенности выращивания сосны кедровой сибирской в условиях Чебаркульского опытного лесхоза Челябинской области. И. О. Гаврилова [2003] отмечает, что «при соблюдении правильности подбора площадей под лесные культуры со своевременными рубками ухода сосна кедровая сибирская неплохо будет себя чувствовать в условиях Карелии». Е. М. Секериным и др. [2015], отмечены особенности роста культур сосны кедровой сибирской в южной части Свердловской области на территории Уральского учебно-опытного лесхоза. Имеются сведения об успешной интродукции сосны кедровой сибирской в условиях Республики Марий Эл [Еремин и др., 2010], Московской области [Дроздов, 1992; Брынцев и др. 2012, 2016].

Вопрос о воспроизводстве хозяйственно ценных пород весьма актуален, и качественное лесовосстановление должно опираться на селекционную основу. Данные вопросы отражены в материалах совещания лесных селекционеров и генетиков [Федорков, 2005]. О селекционных разработках и их внедрении в лесохозяйственную практику пишут А. И. Ирошников и др. [1971, 2001], С. Н. Горошкевич [2000], Е. В. Титов [2004, 2018], А. А. Высоцкий и др. [2011] и др. Описывая зарубежный и отечественный опыт лесной селекции, А. П. Царев [2014] подчеркивает ее практическую значимость.

Очевидно, что потребность в качественном посадочном материале будет возрастать, и выращивание посадочного материала сосны кедровой сибирской на селекционной основе должно занять достойное место в лесовосстановительном процессе как ценного хвойного вида.

Степень разработанности проблемы. Изучению изменчивости сосны кедровой сибирской в разных условиях произрастания посвящены работы многих исследователей.

Создание учебно-научных объектов СибГУ потомством плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской проведено с 1991 по 1996 годы под руководством Р. Н. Матвеевой. Принимали участие в проведении научных исследований О. Ф. Буторова, А. В. Водин, В. С. Филимохин, А. В. Ревин, А. Г. Кичильдеев и др.

Цели и задачи исследования. Цель исследования – установить закономерности роста семенного и вегетативного потомства плюсовых деревьев, аттестованных по семенной или стволовой продуктивности, произрастающих в разных лесорастительных условиях – на плантации «Ермаки» (Южно-Сибирская горная зона, Алтай-Саянский горно-таежный район) и архивном участке «Собакина речка» (лесостепная зона, Среднесибирский подтаежно-лесостепной район); установить по ОКС (общей комбинационной способности) элитность плюсовых деревьев, отселектировать раметы и полусибы для дальнейшего размножения и создания плантаций повышенной генетической ценности.

Задачи исследования:

1. Установить изменчивость потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской по показателям роста и репродуктивному развитию на лесосеменной плантации и архивном участке.
2. Определить элитность плюсовых деревьев по общей комбинационной способности.
3. Отселектировать раметы и полусибы, значительно превосходящие по показателям роста и репродуктивному развитию средние значения.

Научная новизна. Впервые установлена изменчивость семенного и вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской по биометрическим показателям и репродуктивному развитию в разных лесорастительных условиях юга Средней Сибири – на плантациях «Ермаки» и архивном участке «Собакина речка». Выделены лучшие экземпляры по результатам наблюдений с 2013 по 2018 годы. Определены зависимости биометрических показателей, коэффициенты корреляции и уравнения связи.

Теоретическая и практическая значимость работы. Учитывая большое значение кедровых насаждений и возможность потери генетически ценных деревьев сосны кедровой сибирской, изучены показатели потомства плюсовых деревьев, доказана возможность перевода единичных деревьев в элитные по потомству в данном возрасте, проведен отбор быстрорастущих и урожайных рамет и полусибов

для размножения и создания плантаций следующих поколений повышенной генетической ценности.

Методология и методы исследования. Для проведения исследований был применен комплексный подход, который позволил решить ряд вопросов: изучить изменчивость показателей, провести отбор генетически ценных материнских деревьев и их потомства. Сопоставлены следующие биометрические показатели: высота, текущий, суммарный прирост центрального побега за пять последних лет, диаметр ствола, кроны, объем кроны, длина хвои. Определены показатели репродуктивного развития с установлением количества шишек на деревьях.

Для обработки полевого материала были использованы программы Microsoft Office Excel и Word.

Положения, выносимые на защиту:

1. Изменчивость биометрических показателей проявляется не только между клонами, семьями плюсовых деревьев, но и раматами, полусибями внутри клона, семьи.

2. Среди вегетативного и семенного потомства от материнских деревьев, аттестованных не только по семенной, но и стволовой продуктивности, выделяются клоны и семьи, отличающиеся ранним и интенсивным образованием шишек.

3. По общей комбинационной способности в данном возрасте можно выделить только единичные плюсовые деревья в качестве элитных.

Степень достоверности и апробации результатов. Исследования проведены на двух объектах «Ермаки» и «Собакина речка».

На плантации «Ермаки» изучены показатели 412 рамет и 404 полусибов 56-ти плюсовых деревьев, аттестованных по стволовой или семенной продуктивности. На архивном участке «Собакина речка» измерены и проанализированы показатели 110 рамет и полусибов от 33-х плюсовых деревьев, отобранных по стволовой или семенной продуктивности.

Результаты исследований были апробированы на Международных научных и научно-практических конференциях «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск 2014–2019 гг.), и Всероссийских научно-практических конференциях «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки» (Красноярск 2013, 2016), «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения» (Красноярск 2013, 2017, 2019), «Наука, образование и общество» (Тамбов, 2016) и «Биотехнология, генетика, селекция в лесном и сельском хозяйстве, мониторинг экосистем» (Воронеж, 2017).

Полевые материалы вошли в проект «Исследования динамики биоразнообразия и воспроизводства экосистем в условиях Сибири (2014-2016 гг.) в соответствии с государственным заданием Минобрнауки РФ, и в базу данных «Клоны плюсовых деревьев на плантации «Ермаки» (2017 г.).

Личный вклад. Принимал непосредственное участие в сборе, обработке, анализе, обобщении полевых материалов на научных объектах «Ермаки» и «Собакина речка».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, рекомендаций. Текстовая часть содержит 71 таблицу, 42 рисунка. Список литературы включает 157 наименований, в том числе 13 источников на иностранных языках. Диссертация изложена на 208 страницах, включая 3 приложения на 40 страницах.

Публикации. По теме диссертации имеется 14 научных работ, в том числе 4 в рецензируемых журналах (1 – Web of Science, 3 – по списку ВАК) и свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017620062 от 17.01.2017.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1.СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Отечественные и зарубежные исследователи отмечают, что качественное лесовосстановление должно базироваться на селекционной основе. Правительством РФ поставлена задача о необходимости увеличения доли лесных культур с улучшенными наследственными свойствами на землях лесного фонда и на землях иных категорий [Стратегия развития..., 2018]. В разных субъектах Российской Федерации лесовосстановление и лесоразведение возможно сосной кедровой сибирской [Хохрин, 1981; Титов 2007; Вараксин и Ибе, 2007; Кузнецова, 2010; Николаева, 2012; Бродников, Лазарева, 2016; Путенихин и др., 2017; Терехов и др., 2018 и др.].

Сохранение и развитие генетически ценного потенциала хвойных пород достигается путем создания селекционных объектов [Кузнецова, 2007; Кузьмин и др., 2013; Матвеева и др., 2013, 2016; Титов, 2004, 2018 и др.]. За рубежом селекционные объекты различных древесных хвойных растений созданы в Латвии [Гайлис, 1965], США [Lester, 1966], Турции [Bilir, 2002], Болгарии [Petkova, 2008], Украине [Сіщук и др., 2013] и др.

Недостаточно изучена изменчивость семенного и вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской в условиях юга Средней Сибири.

2 ОБЪЕКТЫ, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований явилось вегетативное и семенное потомство плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской, выращиваемое в Ермаковском лесничестве – на плантации «Ермаки» и в Учебно-опытном лесхозе СибГУ – на архивном участке «Собакина речка» в Алтае-Саянском горно-таежном и в Среднесибирском подтаежно-лесостепном районах [Перечень лесораст. зон, 2007].

Объекты были созданы с использованием семенного и вегетативного потомства плюсовых деревьев, аттестованных по семенной или стволовой продуктивности в Новосибирской и Иркутской областях в 1977 году. Клоновый посадочный материал получен проведением гомопластической прививки черенков сосны кедровой сибирской, способом «сердцевинной на камбий» по Е. П. Проказину [1960] в 1989 году. Возраст подвоя составляет 6 лет, привоя – 2 года.

Посадка проведена на плантации «Ермаки» по схеме 8 х 8 м, на архивном участке «Собакина речка» – 5 х 5 м. Полусибы изучены в возрасте 31-35 лет.

На плантации «Ермаки» выращивается потомство 57, на архивном участке «Собакина речка» – 33 плюсовых деревьев, из них 27 отобраны по стволовой и 30 – по семенной продуктивности.

Программа исследований включала:

- 1) определение изменчивости и проведение селекционной оценки по ряду биометрических показателей рамет и полусибов плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской;
- 2) установление элитности плюсовых деревьев по ОКС;
- 3) проведение отбора рамет и полусибов, отличающихся быстрым ростом и ранним репродуктивным развитием для их размножения и создания целевых плантаций.

При проведении селекционной оценки клонов и полусибов с 2013 по 2018 годы были измерены их биометрические показатели: высота, диаметр ствола на высоте 1,3 м, диаметр кроны, длина хвои. Определено количество шишек методом сплошного пересчета. Выделены деревья, имеющие сравнительно крупные шишки.

Уровни изменчивости признаков устанавливали по шкале С.А. Мамаева [1973].

Элитность аттестованных плюсовых деревьев определяли по общей комбинационной способности (ОКС), сравнивая показатели полусибов отдельных семей со средними значениями по методике М. М. Котова и Э. П. Лебедевой [1977].

Объем кроны определяли по формуле А. В. Тюрина: $V = \frac{\pi \cdot D_{кр}^2 \cdot L_{кр}}{8}$,

где $D_{кр}$ – диаметр кроны, м; $L_{кр}$ – протяженность кроны, м.

Обработка данных проведена на ЭВМ, с использованием программ Excel и Word.

3 ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВЕГЕТАТИВНОГО ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА ПЛАНТАЦИИ «ЕРМАКИ»

3.1 Показатели роста потомства плюсовых деревьев, аттестованных по стволовой и семенной продуктивности

Показатели роста вегетативного потомства в 35-летнем возрасте отличаются между клонами плюсовых деревьев, отобранных как по стволовой, так и по семенной продуктивности (таблица 1).

Таблица 1 – Изменчивость высоты и диаметра ствола 35-летнего вегетативного потомства плюсовых деревьев

Номер плюсового дерева	Высота, м					Диаметр ствола, см				
	max	min	X _{ср.}	V, %	уровень изменчивости	max	min	X _{ср.}	V, %	уровень изменчивости
По стволочной продуктивности										
13/13	7,1	5,3	6,3	10,0	низкий	24,2	12,8	17,1	23,4	высокий
17/17	7,8	5,2	6,6	11,8	низкий	25,2	11,8	16,8	23,9	высокий
18/18	7,4	3,9	5,9	18,6	средний	22,6	7,0	16,1	30,6	высокий
20/20	8,1	3,6	6,0	24,3	высокий	23,6	7,5	16,1	32,5	высокий
21/21	7,8	2,8	6,1	23,6	высокий	27,7	7,0	16,2	36,9	высокий
22/22	7,8	4,5	6,2	16,3	средний	23,9	11,8	18,2	20,4	средний
29/29	7,5	3,6	5,8	23,6	высокий	18,5	7,3	14,2	27,7	высокий
30/30	7,7	4,7	6,3	15,4	средний	25,5	10,8	16,7	28,6	высокий
31/31	8,3	4,6	6,4	18,3	средний	23,3	10,2	15,8	26,1	высокий
33/33	7,6	3,9	6,0	21,7	высокий	25,1	10,8	17,3	29,0	высокий
37/37	8,7	3,5	5,9	25,8	высокий	24,2	7,6	15,7	31,0	высокий
112/76	7,9	4,9	6,4	15,2	средний	24,8	12,0	15,9	26,2	высокий
113/77	6,8	4,9	6,1	10,2	низкий	20,7	10,2	15,4	22,1	высокий
128/92	7,9	3,9	6,1	20,2	средний	23,6	7,3	16,4	30,5	высокий
141/105	8,7	3,7	6,2	25,5	высокий	27,4	9,6	16,8	33,5	высокий
146/110	8,2	4,0	6,1	20,7	высокий	23,0	7,8	16,2	28,1	высокий
147/111	8,1	4,5	6,1	18,0	средний	23,3	8,9	17,8	24,8	высокий
Итого	8,7	2,8	6,2	17,3	средний	27,7	7,0	16,4	23,0	высокий
По семенной продуктивности										
88/52	8,4	4,0	6,4	21,1	высокий	27,8	8,8	16,8	34,7	высокий
89/53	8,2	4,3	6,3	18,6	средний	26,5	7,3	18,4	31,3	высокий
90/54	7,9	3,0	5,6	27,7	высокий	23,2	6,7	15,3	34,1	высокий
91/55	7,4	4,0	5,7	16,8	средний	18,8	8,9	14,4	19,4	средний
92/56	9,7	2,8	6,1	32,6	высокий	19,3	9,4	14,7	19,4	средний
94/58	7,5	3,5	5,7	22,8	высокий	21,8	7,4	14,5	32,3	высокий
96/60	7,3	3,6	5,8	21,6	высокий	20,5	8,0	15,0	28,1	высокий
97/61	8,0	5,2	6,5	13,2	средний	24,8	12,8	18,7	19,7	средний
98/62	6,8	3,0	5,5	22,4	высокий	21,8	7,8	13,9	32,7	высокий
99/63	7,2	3,5	5,6	20,9	высокий	20,4	9,2	14,6	24,2	высокий
100/64	8,2	4,8	6,3	15,2	средний	24,8	13,5	16,9	18,9	средний
101/65	7,3	4,6	5,8	13,1	средний	27,0	9,5	16,6	29,9	высокий
104/68	8,6	4,9	6,3	17,6	средний	29,9	11,8	17,9	30,3	высокий
106/70	7,9	2,8	5,7	27,4	высокий	22,7	6,7	13,9	35,3	высокий
107/71	7,7	4,0	6,1	20,5	высокий	24,2	8,6	17,3	30,3	высокий
108/72	7,2	4,5	6,1	14,4	средний	26,8	10,3	16,5	32,5	высокий
110/74	8,9	4,7	6,3	23,3	высокий	24,8	10,6	17,1	29,1	высокий
111/75	7,3	3,6	5,8	18,8	средний	22,3	8,0	14,6	28,7	высокий
Итого	9,7	2,8	6,0	20,8	высокий	29,9	6,7	16,0	26,4	высокий

Уровень изменчивости внутри разных клонов варьировал по высоте от низкого до высокого, по диаметру ствола – от среднего до высокого. У клонов деревьев, отобранных по семенной и стволовой продуктивности, в 35-летнем возрасте средняя высота составила 6,0-6,2 м, диаметр ствола – 16,0-16,4 см. Выделены отдельные клоны, имеющие раметы с превышением высоты над их средним значением на 36,5-59,0 %: 92/56, 110/74, 37/37, 141/105, 104/68; диаметра ствола на 65,5-71,0 %: 104/68, 88/52, 21/21. Прирост центрального побега за последние 5 лет, диаметр и объем кроны, длина хвои также варьировали между клонами и раметами плюсовых деревьев, аттестованных как по стволовой, так и по семенной продуктивности.

3.2 Репродуктивное развитие рамет разных клонов

За шестилетний период (2013-2018 гг.) сопоставлен процент урожайных рамет в клонах плюсовых деревьев, аттестованных по стволовой и семенной продуктивности (рисунок 1)

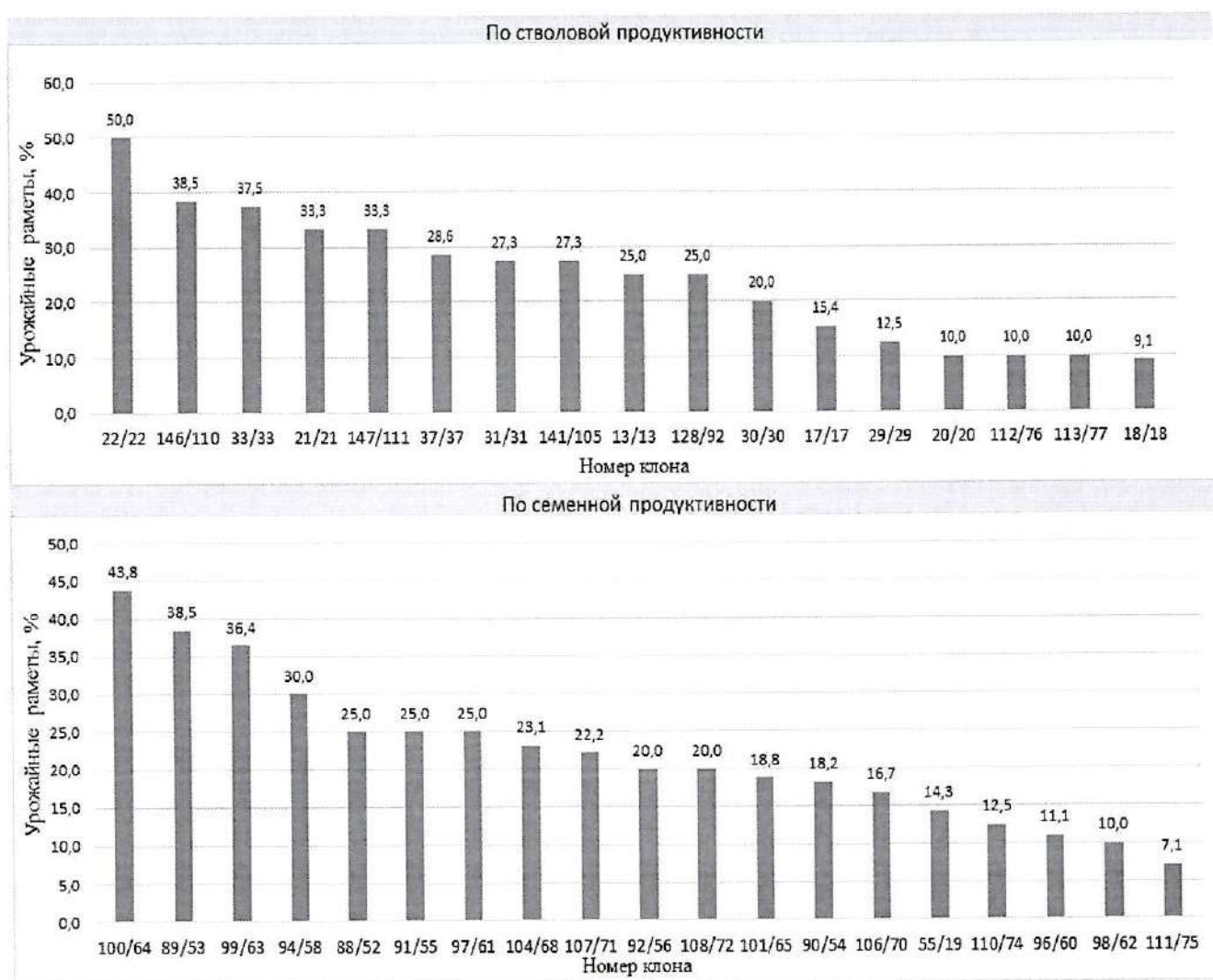


Рисунок 1 – Процент рамет, образовавших шишки в клонах плюсовых деревьев

На плантации «Ермаки» процент рамет, образовавших шишки в потомстве плюсовых деревьев, аттестованных по стволовой продуктивности варьировал от 9,1 до 50,0 %, по семенной – от 7,1 до 43,8 %.

У вегетативного потомства, вступившего в стадию семеношения, количество шишек на дереве было от 1,0 до 70,0 шт., при среднем значении 14,5 шт. (таблица 2).

Таблица 2 – Среднее количество шишек на одно урожайное дерево в клонах

Номер плюсового дерева (клона)	Количество шишек		Номер плюсового дерева (клона)	Количество шишек	
	шт.	% к X_{cp} .		шт.	% к X_{cp} .
По стволовой продуктивности					
13/13	4,0	27,6	33/33	18,0	124,1
17/17	4,5	31,0	37/37	7,8	53,8
18/18	18,0	124,1	112/76	2,0	13,8
20/20	18,0	124,1	113/77	7,0	48,3
21/21	3,6	24,8	128/92	7,0	48,3
22/22	11,0	75,9	141/105	19,7	135,9
29/29	3,0	20,7	146/110	11,4	78,6
30/30	5,0	34,5	147/111	13,3	91,7
31/31	13,0	89,7	Среднее значение	9,7	-
По семенной продуктивности					
55/19	1,0	6,9	99/63	16,0	110,3
88/52	12,0	82,8	100/64	9,4	64,8
89/53	4,8	33,1	101/65	3,3	22,8
90/54	29,5	203,4	104/68	6,3	43,4
91/55	10,0	69,0	106/70	20,0	137,9
92/56	26,3	181,4	107/71	53,0	365,5
94/58	19,0	131,0	108/72	70,0	482,8
96/60	2,0	13,8	110/74	59,0	406,9
97/61	31,0	213,8	111/75	4,0	27,6
98/62	7,0	48,3	Среднее значение	18,6	-
Среднее значение по опыту				14,5	100,0

Среднее количество шишек в клоновом потомстве деревьев, отобранных по стволовой продуктивности, было 9,7 шт., по семенной продуктивности – 18,6 шт., что на 91,8 % больше, чем у деревьев, отобранных по стволовой продуктивности.

4 ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВЕГЕТАТИВНОГО ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА АРХИВНОМ УЧАСТКЕ «СОБАКИНА РЕЧКА»

4.1 Показатели роста потомства плюсовых деревьев, аттестованных по стволовой или семенной продуктивности

На участке «Собакина речка» также наблюдалась изменчивость показателей роста у клонов плюсовых деревьев в 35-летнем возрасте (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели роста 35-летних клонов плюсовых деревьев, аттестованных по столовой или семенной продуктивности

Номер клона	Высота		Диаметр ствола		Прирост центр. побега за 5 лет		Диаметр кроны	
	м	% к $X_{ср.}$	см.	% к $X_{ср.}$	см	% к $X_{ср.}$	м	% к $X_{ср.}$
По столовой продуктивности								
17/17	6,1	101,7	16,3	108,7	104,0	89,7	4,4	129,4
29/29	4,2	70,0	8,9	59,3	95,5	82,4	1,4	41,2
113/77	6,9	115,0	17,5	116,7	125,0	107,9	4,4	129,4
128/92	7,5	125,0	19,4	129,3	116,0	100,1	6,0	176,5
141/105	6,4	106,7	15,4	102,7	121,0	104,4	3,6	105,9
146/110	6,5	108,3	15,9	106,0	134,0	115,6	3,9	114,7
Итого	6,0	-	14,6	-	113,0	-	3,6	-
По семенной продуктивности								
83/47	5,5	91,7	10,9	72,7	117,0	100,9	2,2	64,7
86/50	6,3	105,0	16,3	108,7	122,3	105,5	3,7	108,8
88/52	6,1	101,7	16,5	110,0	111,0	195,8	3,1	91,2
90/54	6,0	100,0	13,7	91,3	117,7	101,6	3,6	105,9
91/55	5,9	98,3	14,7	98,0	118,8	102,5	4,1	120,6
94/58	6,8	113,3	17,0	113,3	110,5	95,3	4,0	117,4
95/59	5,3	88,3	12,7	84,7	99,0	85,4	2,1	61,8
96/60	6,1	101,7	14,0	93,3	118,3	102,1	3,2	94,1
98/62	4,6	76,7	9,6	64,0	114,5	98,8	2,2	64,7
99/63	6,4	106,7	22,6	150,7	130,0	112,2	3,0	88,2
100/64	6,8	113,3	18,0	120,0	113,7	98,1	3,5	102,9
102/66	5,6	93,3	13,6	90,7	104,0	89,7	2,7	79,4
107/71	6,5	108,3	17,1	114,0	129,0	111,3	3,9	114,7
108/72	4,8	80,0	10,2	68,0	97,0	83,7	1,9	55,9
110/74	6,1	101,7	16,5	110,0	110,0	94,9	2,9	85,3
111/75	6,1	101,7	13,7	91,3	108,0	93,2	2,0	58,8
148/112	5,1	85,0	10,8	72,0	108,0	93,2	2,7	79,4
149/113	6,8	113,3	21,7	144,7	124,0	107,0	4,4	129,4
Итого	6,0	-	15,0	-	116,4	-	3,3	-
Среднее значение	6,0	100,0	15,0	100,0	115,9	100,0	3,4	100,0

Вегетативное потомство имело среднюю высоту, равную 6,0 м; диаметр ствола – 14,6-15,0 см; диаметр кроны – 3,4-3,6 м; длину хвои – 12,4-12,6 см. Наибольшие показатели были зафиксированы по высоте, диаметру ствола, диаметру кроны у клонов 128/92, 94/58, 149/113, по длине хвои – 96/60 и 141/105.

Среди клонов плюсовых деревьев, отобранных по столовой продуктивности, коэффициент корреляции (r) между высотой и диаметром ствола равен 0,983, между высотой и диаметром кроны – 0,945, между диаметром ствола и кроны – 0,977.

Уравнение связи между диаметром ствола (x) и высотой (y) имеет вид:

$$y = 0,3094x + 1,451 \quad (R^2=0,967).$$

Среди клонов, отобранных по семенной продуктивности, коэффициент корреляции (r) между диаметром ствола и высотой равен 0,858, диаметром ствола и кроны – 0,664, высотой и диаметром кроны – 0,757.

Уравнение связи между диаметром ствола (x) и высотой (y) клонов в варианте по семенной продуктивности имеет вид:

$$y = -0,0115x^2 + 0,542x + 0,578 \quad (R^2=0,905).$$

4.2 Репродуктивное развитие рамет разных клонов

Наблюдается изменчивость по образованию шишек в клоновом потомстве плюсовых деревьев за шестилетний период (таблица 4).

Таблица 4 – Среднее количество шишек на одно урожайное дерево

Номер плюсового дерева (клона)	Количество шишек		Номер плюсового дерева (клона)	Количество шишек	
	шт.	% к $X_{ср.}$		шт.	% к $X_{ср.}$
По ствольной продуктивности					
29/29	7,5	59,1	141/105	17,0	133,9
113/77	14,0	110,2	146/110	14,0	110,2
128/92	13,0	102,4	Среднее значение	12,2	-
По семенной продуктивности					
83/47	13,0	102,4	100/64	16,0	126,0
86/50	15,0	118,1	102/66	15,5	122,0
88/52	7,0	55,1	107/71	18,3	144,1
90/54	6,7	52,8	108/72	11,0	86,6
91/55	9,7	76,4	111/75	4,0	31,5
94/58	20,5	161,4	148/112	3,0	23,6
95/59	8,0	63,0	149/113	24,0	189,0
96/60	23,3	183,5	Среднее значение	12,8	-
98/62	2,0	15,7			
Среднее значение по опыту				12,7	100,0

Были отселектированы деревья в группе по ствольной продуктивности 141/105 и по семенной – 149/113, 96/60, 94/58, 107/71, количество шишек у которых превышало на 30 % и более среднее значение.

5 ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

5.1 На плантации «Ермаки»

Семенное потомство плюсовых деревьев на плантации представлено полусибями 31-35-летнего возраста (таблица 5).

Таблица 5 – Изменчивость высоты и диаметра ствола семенного потомства плюсовых деревьев

Номер плюс. дерева (семьи)	Высота, м					Диаметр ствола, см				
	max	min	X _{ср.}	V, %	уровень измен- чивости	max	min	X _{ср.}	V, %	уровень измен- чивости
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Возраст 35 лет										
По стволу продуктивности										
13/13	8,0	4,0	6,3	17,1	средний	24,5	8,1	16,4	27,1	высокий
17/17	8,4	5,4	7,0	13,6	средний	23,2	9,0	18,0	24,9	высокий
18/18	9,5	4,6	6,8	21,2	высокий	25,1	7,9	17,3	29,1	высокий
Итого	9,5	4,0	6,6	18,9	средний	25,1	7,9	17,1	22,9	высокий
По семенной продуктивности										
86/50	9,6	3,7	6,5	23,5	высокий	34,7	6,8	17,4	41,6	оч. высок.
89/53	8,5	6,0	7,6	10,1	низкий	30,5	12,4	21,1	26,3	высокий
90/54	9,4	5,2	7,2	17,9	средний	27,4	13,0	21,2	20,8	высокий
99/63	9,1	5,7	7,1	13,1	средний	22,9	11,2	17,9	17,9	средний
103/67	8,7	5,9	7,3	11,5	низкий	28,0	14,0	19,4	21,6	высокий
109/73	8,3	4,8	6,6	15,3	средний	27,4	10,5	17,5	27,8	высокий
110/74	9,1	4,8	6,9	16,7	средний	28,3	14,6	20,5	17,9	средний
Итого	9,6	3,7	7,0	16,9	средний	34,7	6,8	19,1	29,1	высокий
Возраст 34 года										
По стволу продуктивности										
141/105	7,3	5,0	6,2	12,8	средний	23,9	13,4	18,6	19,8	средний
По семенной продуктивности										
106/70	8,5	4,1	6,4	20,6	высокий	24,5	9,3	17,5	26,0	высокий
148/112	7,5	6,1	7,1	7,1	низкий	21,0	13,1	18,4	15,9	средний
Итого	8,5	4,1	6,6	17,9	средний	24,5	9,3	17,8	22,9	высокий
Возраст 33 года										
По стволу продуктивности										
114/78	7,7	5,3	6,5	11,4	низкий	24,8	10,5	18,0	24,4	высокий
143/107	7,6	5,1	6,4	11,7	низкий	24,2	10,5	16,9	24,3	высокий
144/108	7,5	5,7	6,6	8,3	низкий	27,4	9,2	18,8	29,7	высокий
Итого	7,7	5,1	6,5	9,4	низкий	27,4	9,2	17,9	23,9	высокий
По семенной продуктивности										
96/60	7,8	4,8	6,6	13,9	средний	27,0	12,1	19,7	23,2	высокий
97/61	8,2	4,5	6,2	18,2	средний	28,4	10,2	17,9	31,2	высокий
101/65	8,2	5,5	6,8	11,6	низкий	22,9	14,6	18,7	13,0	средний
107/71	8,0	5,1	6,6	14,8	средний	21,9	12,7	16,9	18,3	средний
108/72	8,8	5,1	6,7	17,9	средний	25,2	12,4	18,4	22,6	высокий
Итого	8,8	4,5	6,6	14,1	средний	28,4	10,2	18,4	21,5	высокий
Возраст 32 года										
По семенной продуктивности										
92/56	7,9	6,0	6,8	10,5	низкий	24,2	14,3	18,0	20,4	средний

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10
Возраст 31 года										
По стволковой продуктивности										
123/87	8,7	4,4	6,0	22,7	высокий	25,2	8,6	16,1	32,5	высокий
131/95	7,8	4,9	6,4	15,9	средний	18,2	10,8	15,1	17,2	средний
132/96	8,4	5,1	7,1	15,6	средний	24,8	11,6	19,5	22,8	высокий
147/111	8,2	4,6	6,4	19,7	средний	21,9	10,9	16,0	24,1	высокий
Итого	8,7	4,4	6,5	15,5	средний	25,5	8,6	16,7	23,5	высокий

Уровень изменчивости высоты и диаметра ствола варьировал от низкого до высокого в зависимости от семьи плюсового дерева. Наибольшие показатели были в семьях: в 35 лет – 89/53 и 90/54, в 34 года – 148/112, в 31 год – 132/96.

5.2 На архивном участке «Собакина речка»

Биометрические показатели полусибов плюсовых деревьев, аттестованных по семенной продуктивности, за 2018 год приведены на рисунке 3, по стволковой – в таблице 6.

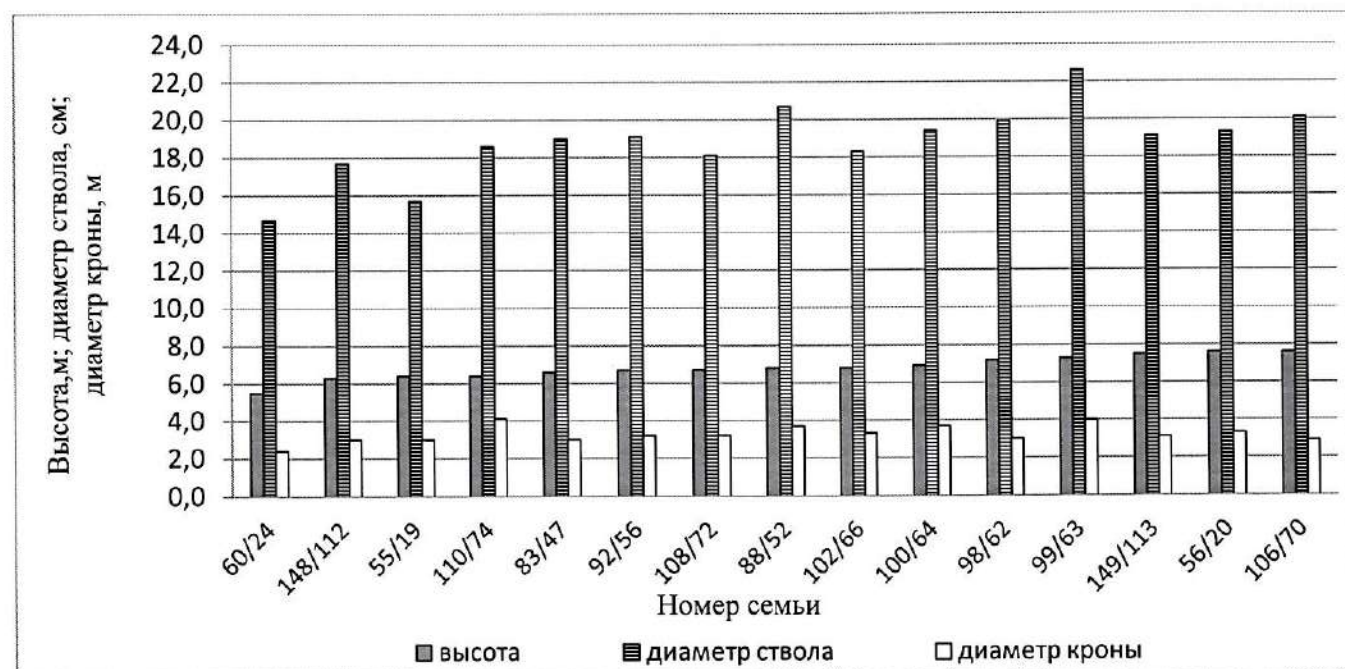


Рисунок 3 – Показатели 32-летнего семенного потомства плюсовых деревьев, аттестованных по семенной продуктивности

Наибольшие показатели по высоте были в семьях плюсовых деревьев: 56/20, 106/70, 149/113; по диаметру ствола – 99/63, 88/52; по диаметру и объему кроны – 99/63 и 110/74.

Таблица 6 – Показатели роста полусибов плюсовых деревьев, аттестованных по стволовой продуктивности

Номер семьи	Высота		Диаметр ствола		Прирост побега за 5 лет, см	Диаметр кроны		Длина хвои, см
	м	% к $X_{ср.}$	см	% к $X_{ср.}$		м	% к $X_{ср.}$	
13/13	6,9	101,5	18,0	97,3	124,3	2,6	83,9	11,7
132/96	7,1	104,4	19,4	104,9	128,7	3,1	100,0	11,9
143/107	7,0	102,9	18,3	98,9	137,8	2,7	87,1	11,7
144/108	7,4	108,8	21,0	113,5	132,0	3,6	116,1	12,3
Итого	7,1	-	18,9	-	131,7	2,9	-	11,8
Среднее по опыту	6,8	100,0	18,5	100,0	127,4	3,1	100,0	12,1

Высота в 32-летнем возрасте у полусибов плюсовых деревьев, аттестованных по стволовой продуктивности, варьировала от 6,9 до 7,4 м, диаметр ствола – от 18,0 до 21,0 см. Наибольшие значения были отмечены у полусибов в семье 144/108.

5.3 Репродуктивное развитие деревьев на плантации «Ермаки» и архивном участке «Собакина речка»

За шестилетний период на плантации «Ермаки» у семенного потомства плюсовых деревьев, отобранных по стволовой и семенной продуктивности, в различных возрастных группах число урожайных полусибов и количество шишек на них варьировало в широких пределах (рисунок 4).

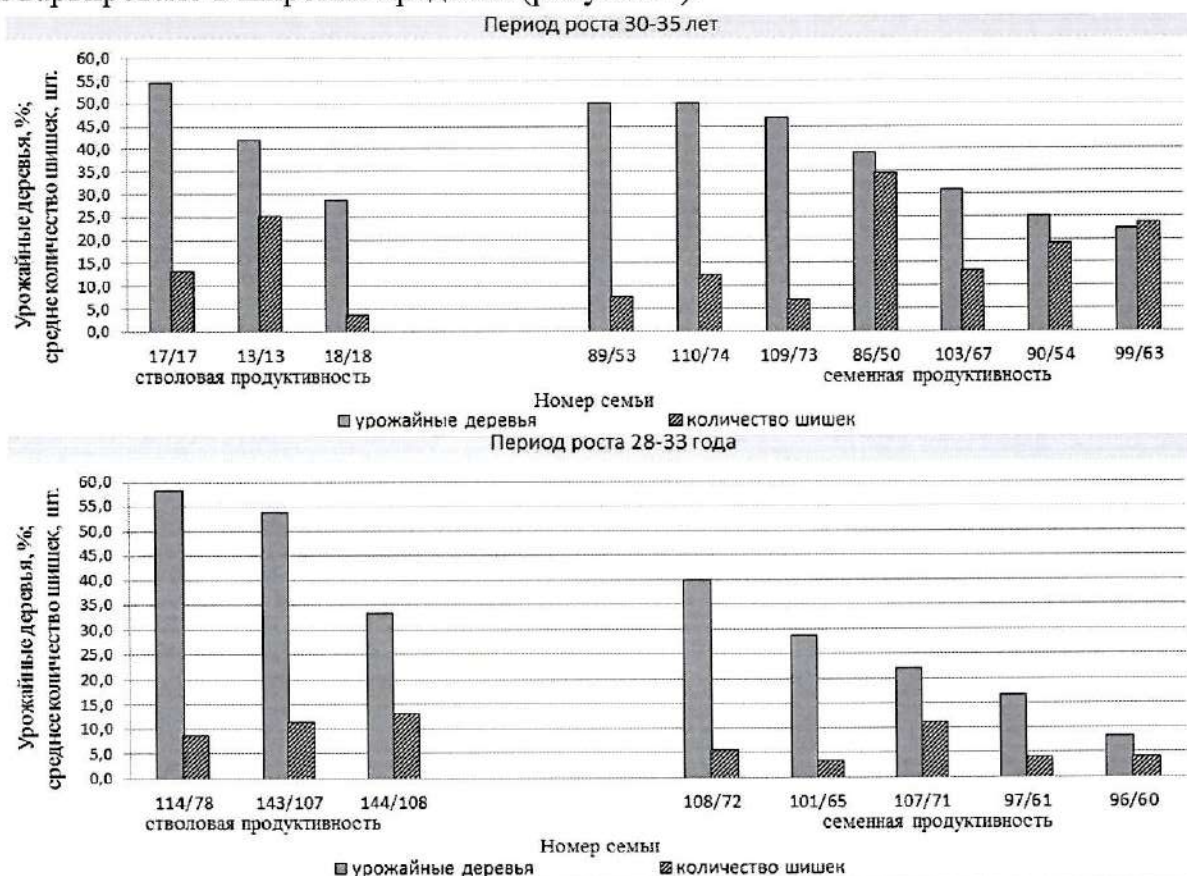


Рисунок 4 – Образование шишек на полусибах в семьях за 2013-2018 годы

Наибольшее количество полусибов, образовавших шишки за шестилетний период на плантации «Ермаки», было в семьях 17/17, 89/53, 110/74, 114/78 и 143/107. По количеству шишек на одно урожайное дерево выделены семьи 13/13 (25,3 шт.), 99/63 (23,8 шт.), 86/50 (34,7 шт.), 144/108 (13,0 шт.) и 107/71 (11,0 шт.).

На архивном участке «Собакина речка» за шестилетний период среднее количество шишек на одно урожайное дерево, в зависимости от семьи, варьировало от 1,0 до 20,0 шт., при среднем значении 8,0 шт. Наибольший показатель был в семьях 88/52 и 144/108.

6 ОЦЕНКА МАТЕРИНСКИХ ДЕРЕВЬЕВ, ОТБОР РАМЕТ И ПОЛУСИБОВ

6.1 Оценка материнских деревьев по вегетативному потомству на плантации «Ермаки»

Оценка материнских деревьев была проведена по высоте и диаметру ствола 35-летнего вегетативного потомства (таблица 7).

Таблица 7 – Оценка деревьев по высоте и диаметру ствола 35-летних клонов

Номер плюсового дерева	Высота, м	$X_{\text{ср.}} - X_i$	t_{ϕ} при $t_{05}=2,08$	Диаметр ствола, см	$X_{\text{ср.}} - X_i$	t_{ϕ} при $t_{05}=2,08$
17/17	6,6±0,22	+0,5	2,22	16,8±1,11	+0,6	0,53
97/61	6,5±0,25	+0,4	1,57	18,7±1,06	+2,5	2,32
Среднее по опыту	6,1±0,05		-	16,2±0,19		-

Учитывая критерий достоверности различий, по высоте 35-летнего вегетативного потомства было выделено плюсовое дерево 17/17, по диаметру ствола – дерево 97/61 ($t_{\phi} > t_{05}$).

6.2 Выделение материнских деревьев по ОКС семенного потомства на плантации «Ермаки»

Оценка общей комбинационной способности (ОКС) материнских деревьев была проведена по высоте полусибов (таблица 8).

Таблица 8 – Выделенные плюсовые деревья по ОКС

Номер плюсового дерева	Возраст, лет	Высота, м	Δ ОКС	t_{ϕ} при $t_{05}=2,07$
89/53 (по семенной)	30	6,2±0,18	+0,5	2,68
	35	7,6±0,22	+0,7	2,94
132/96 (по стволовой)	30	6,8±0,35	+1,1	3,11
148/112 (по семенной)	34	7,1±0,19	+0,6	2,12

С учетом ОКС были выделены три дерева 132/96 и 89/53, 148/112, которые можно отнести к категории элитных по высоте полусибов. Различия других деревьев по ОКС на плантации «Ермаки» не подтверждаются критерием достоверности различий ($t_{\phi} < t_{05}$).

6.3 Отбор рамет и полусибов по интенсивности роста и раннему репродуктивному развитию

На опытных участках по высоте и диаметру ствола отобраны 26 рамет и 41 полусиб значительно, превышающие средние значения.

По наибольшему количеству образованных шишек за шестилетний период было выделено 27 рамет и 21 полусиб. Отдельные экземпляры подтвердили правильность отбора материнских деревьев, аттестованных по семенной продуктивности, у которых количество шишек значительно превышало среднее значение. Некоторые деревья формировали шишки в течение трех и четырех лет за период наблюдений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. У вегетативного и семенного потомства материнских плюсовых деревьев уровень изменчивости показателей колебался от низкого до высокого, что позволяет проводить отбор среди потомства по биометрическим показателям и урожайности.

2. Изменчивость по образованию шишек проявляется между клонами, семьями, раметами и полусибами плюсовых деревьев, отобранных как по стволу, так и по семенной продуктивности.

3. Отобраны материнские деревья по общей комбинационной способности, определенной по полусидам. В категорию элитных по высоте были отнесены три дерева: 132/96, 89/53 и 148/112.

По интенсивности роста клонового потомства выделены материнские деревья 17/17 (по высоте), 97/61 (по диаметру ствола).

Рекомендации

Выделенные раметы и полусибы рекомендуются для дальнейшего размножения с целью выращивания селекционного посадочного материала и создания лесосеменных плантаций в условиях юга Средней Сибири.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в продолжении наблюдений за ростом и репродуктивным развитием потомства плюсовых деревьев на учебно-научных объектах с целью выделения элитных, передающих по наследству интенсивность роста или раннее обильное семеношение.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, индексируемых в базе Web of Science, ВАК

1. **Нарзьев, В. В.** Изменчивость вегетативного потомства плюсовых деревьев кедра сибирского, аттестованных по стволовой или семенной продуктивности / В. В. Нарзьев, Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Ю. Е. Щерба // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2019. – № 4. – С. 22-33. (WOS, ВАК)
2. Матвеева, Р. Н. Изменчивость клонового потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской на плантации юга Средней Сибири / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, А. Г. Кичкильдеев, **В. В. Нарзьев** // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2013. – № 2. – С. 93-97. (ВАК)
3. Матвеева, Р. Н. Зависимость роста 24-29-летней сосны кедровой сибирской от клоновой принадлежности / Р. Н. Матвеева, Н. П. Братилова, О. Ф. Буторова, А. Г. Кичкильдеев, **В. В. Нарзьев** // Хвойные бореальной зоны. – 2015. – Т. XXXIII. – № 1-2. – С. 24-26. (ВАК)
4. **Нарзьев, В. В.** Особенности роста и репродуктивного развития семенного и вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской в условиях Учебно-опытного лесхоза СибГТУ / В. В. Нарзьев, Р. Н. Матвеева, А. Г. Кичкильдеев, Ю. Е. Щерба // Хвойные бореальной зоны. – 2016. – Т. XXXIV. – № 1-2. – С. 65-68. (ВАК)

В других изданиях:

5. Матвеева, Р. Н. Сравнительный анализ состояния клонов и семей сосны кедровой сибирской от плюсовых деревьев 92/56, 101/65 и 108/72 / Р. Н. Матвеева, А. Г. Кичкильдеев, **В. В. Нарзьев** // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2013. – С. 18-21.
6. **Нарзьев, В. В.** Изменчивость полусибов новосибирского и иркутского происхождений на плантации «Собакина речка» (зеленая зона г. Красноярска) / В. В. Нарзьев // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2013. – Т.1. – С. 18-20.
7. Матвеева, Р. Н. Изменчивость вегетативного и семенного потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской / Р. Н. Матвеева, А. Г. Кичкильдеев, **В. В. Нарзьев** // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XVII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2014. – С. 60-62.
8. **Нарзьев, В. В.** Показатели роста клонов сосны кедровой сибирской на плантации «Ермаки» в зависимости от цели отбора плюсовых деревьев / В. В. Нарзьев, А. Г. Кичкильдеев, Ю. Е. Щерба // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XVIII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2015. – С. 56-60.

9. **Нарзьев, В. В.** Изменчивость рамет, образовавших макростробилы на архивном участке «Собакина речка» в Караульном лесничестве СибГАУ / В. В. Нарзьев, Р. Н. Матвеева, А. Г. Кичкильдеев // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГАУ, 2016. – Т.1. – С. 10-12.

10. Щерба, Ю. Е. Анализ роста и начала репродуктивного развития 32-летних полусибов кедра сибирского от плюсовых деревьев 55/19 и 56/20 / Ю. Е. Щерба, А. Г. Кичкильдеев, **В. В. Нарзьев** // Вестник научных конференций. Наука, образование, общество: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2016. – № 9-5 (13). – С. 221-222.

11. **Нарзьев, В. В.** Эндогенная изменчивость показателей 30-летнего полусиба сосны кедровой сибирской плюсового дерева 108/72 / В. В. Нарзьев, А. В. Намятов // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2017. – С. 101-105.

12. **Нарзьев, В. В.** Отбор 33-летних полусибов плюсовых деревьев 86/50, 103/67 и 109/73 сосны кедровой сибирской по репродуктивному развитию на плантации «Ермаки» / В. В. Нарзьев, А. Г. Кичкильдеев // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XX междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2017. – С. 120-122.

13. **Нарзьев, В. В.** Изменчивость показателей 31-летних полусибов сосны кедровой сибирской на плантации «Ермаки» (юг Средней Сибири) / В. В. Нарзьев, А. Г. Кичкильдеев, Р. Н. Матвеева // Биотехнология, генетика, селекция в лесном и сельском хозяйстве, мониторинг экосистем: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: РИТМ, 2017. – С. 483-485.

14. **Нарзьев, В. В.** Рост семенного потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской на архивном участке «Собакина речка» в 2017-2018 годах / В. В. Нарзьев // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2019. – С. 92-95.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных:

Матвеева, Р. Н. Клоны плюсовых деревьев на плантации «Ермаки» / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Л. Д. Якимова, А. Г. Кичкильдеев, С. П. Якимов, Т. В. Прошина, **В. В. Нарзьев**. – № 2017620062; дата поступления заявки 28.11.16; дата регистрации 17.01.2017.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.246.06.

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

Факс: (391) 266-03-90

E-mail: nvn@sibstu.kts.ru

Подписано в печать 16. 10. 2019.

Формат 60x84 1/16. Усл. Печ. л. 1,0.

Изд. № 12/5. Заказ № ___. Тираж 100 экз.

Отпечатано

В редакционно-издательском центре СибГУ им. М. Ф. Решетнева

660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82

Факс (391) 211-97-25, Тел. (391) 277- 69-90