

В. А. Усольцев, Н. П. Щерба

**СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ
КЕДРОВЫХ СОСЕН
В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ**



Электронный архив УГЛТУ

Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации

СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. А. Усольцев, Н. П. Щерба

**СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ КЕДРОВЫХ СОСЕН В
ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ**

Красноярск, 1998

УДК 630. 52

Усольцев В.А., Щерба Н.П. СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ КЕДРОВЫХ СОСЕН В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ.- Красноярск: СибГТУ, 1998.- 134 с.

Монография предназначена для специалистов, студентов лесохозяйственного профиля.

В монографии проанализирована структура фитомассы кедровых сосен в плантационных культурах и установлены биометрические показатели, вертикально-фракционное распределение фитомассы в зависимости от качества посадочного материала, видовой и экотипической принадлежности с целью отбора экземпляров для создания плантационных культур кедровых сосен со значительным экологическим эффектом.

Таблиц 49, прил. 16, библиограф. назв. 223.

Рецензенты: докт. с.-х. наук, проф. Бабинцева Р.М.

(Институт леса им. Сукачева СО РАН);

докт. биол. наук, чл.-корр. РАЕН Абаимов А.П.

(Институт леса им. Сукачева СО РАН);

канд. биол. наук, доц. Елагина В.А. (секция методического совета СибГТУ)

ISBN 5-8173-0024-9

© В.А.Усольцев, Н.П.Щерба

© Сибирский государственный технологический университет, 1998

ВВЕДЕНИЕ

Изучение биологической продуктивности плантационных культур имеет большое значение в связи с возрастающей экологической ролью леса.

Большое внимание уделяется изучению влияния леса на среду в городских и пригородных условиях. По заключению Ю.П.Одум (1986) городские леса, луга и парки представляют собой огромную эстетическую и рекреационную ценность, они смягчают колебания температуры в городе, способствуют уменьшению шума и загрязнения воздуха. Murray (1996) рассматривал проблему сочетания развития городских инфраструктур, сохранения зеленых насаждений в городской черте и в пригородных зонах как наиболее актуальную в настоящее время. С.Г.Синицын (1993) указывал, что вблизи густонаселённых районов самой высокой степенью экологического воздействия обладают наиболее долговечные и высокопродуктивные массивы, к каковым, в первую очередь, относятся кедровые насаждения. Кедровые леса в большей степени, чем другие, выделяют фитоорганические вещества, которые способствуют очищению воздуха, подавляют рост патогенных микроорганизмов (Протопопов и др., 1974). По данным Р.А.Степеня и С.М.Репяха (1998) экзометаболитам кедровников свойственен более широкий спектр антимикробного действия и эффективная ионизация среды. Плантационные культуры кедровых сосен, созданные в пригородной зоне, соответствующей условиям произрастания данных видов, способны улучшать условия окружающей среды длительный период времени.

Изучение вопроса накопления фитомассы одной из основных лесообразующих пород - кедра сибирского и близкого к нему, перспективного в интродукционном отношении вида - кедра корейского позволит внести большой вклад в решение задачи создания в пригородных зонах плантационных культур, характеризующихся положительным экологическим эффектом.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

1.1. Экологическая роль фитомассы древесных пород

В условиях ухудшения экологического состояния окружающей среды чрезвычайно возрастает роль леса и его наиболее активного компонента - фитомассы древесных пород, как средоулучшающего фактора.

И.С.Мелехов (1977) отмечал, что лес оказывает комплексное влияние на среду, ограничивая действие прямой солнечной радиации, он создаёт особый микроклимат, который благоприятен для человека; влияние леса проявляется через изменение таких жизненных для человека субстанций, как воздух и вода, а также и других существенных экологических факторов - почвы, фауны и т.д., косвенно обуславливающих экологию человека.

Лес - наиболее значительный по уровню воздействия природный комплекс, очищающий воздух от промышленных загрязнений и обогащающий атмосферу кислородом, поглощающий углекислый газ и уничтожающий болезнетворные микроорганизмы (Мелехов, 1977; Шавнин, 1981; Синицын, 1993, Brown, 1996). Важнейшая экологическая функция древесины в лесах - это закрепление в органических соединениях диоксида углерода из воздуха в течение длительного времени. Характер очищающего воздействия биоконплексов на атмосферу обусловлен динамикой накопления биомассы, которая определяется в основном нарастанием запаса древесины. С.Г.Синицын (1993) указывает, что мягколиственные древостои распадаются вдвое быстрее, чем хвойные. Разница между хвойными и лиственными насаждениями в накоплении и сохранении углекислого газа за цикл воспроизводства составляет до 30% его общего количества.

И.С.Мелехов (1977) отмечает, что фотосинтетическая деятельность лесов за счёт использования диоксида углерода - это один из важных факторов, предохраняющих атмосферу от избытка углекислоты. Имеются некоторые фактические данные поглощения углекислого газа лесными породами. Так, И.В.Стебаев с соавторами (1993) указывают, что одна тонна фитомассы хвойных пород поглощает углекислоты на 20% больше в сравнении с берёзой. Е.Ассман (цит. по: Мелехов, 1977) писал, что гектар елового леса забирает из воздуха 33 т CO_2 ежегодно. По данным М.М.Маруса и др. (1979)

гектар 20-летних сосновых насаждений ежегодно перерабатывает 9.4 т CO_2 . Они полагают, что если эффективность поглощения углекислого газа елью принять за 100%, то сравнительная эффективность лиственницы - 118%, сосны обыкновенной - 164%. По данным Р.Стэкли, Хетч-Слек-Коргана (цит. по: Мелехов, 1977) усвоение углекислоты при её повышенных концентрациях может происходить не только за счёт фотосинтеза, происходящего в зелёных тканях, но и путём фиксации углекислого газа побегами и другими частями растений. Лес - один из факторов, поддерживающих постоянство содержания CO_2 и O_2 в атмосфере. С.Д.Чемякина (1978) отмечает, что более 60% кислорода поставляет растительность суши, причём гектар леса производит его в 3 - 10 раз больше, чем гектар полевых культур. Французский эколог Куллерво Куусел (цит. по: Шубин, 1992) считает, что хвойные леса от Аляски до Урала и Карелии образуют экосистему - легкие, которыми дышит наша планета. По данным И.В.Стебаева и др. (1993) одно дерево ежедневно выделяет такое количество кислорода, которого достаточно для обеспечения жизненных процессов трёх человек в течение трёх дней. Общая фотосинтетическая генерация кислорода растительностью суши - 177 млрд. т/год, причём доля лесов составляет около 70% (примерно 121 млрд. т). Одна тонна фитомассы хвойных образует O_2 больше на 12%, в сравнении с берёзой. Подсчитано (Марус и др., 1979), что 1 га 20-летних сосновых насаждений выделяет 7.3 т O_2 , а 60-летних - более 10 т O_2 в год. Кроме того, по мнению И.С.Мелехова (1977), кислород, выделяемый при фотосинтезе, может быть ионизированным. А.Н.Сверчковым и А.А.Минхом (цит. по: Протопопов, 1975) экспериментально доказано присутствие в лесном воздухе отрицательных ионов. По свидетельству В.В.Протопопова (1975) "воздух с повышенной ионизацией, как доказано медицинской практикой, способствует излечиванию заболеваний дыхательных путей, гипертонической болезни, нервной системы, эндокринного аппарата и др. Пребывание человека в такой среде понижает утомляемость, увеличивает внимание и работоспособность, приводит к гомеостазу в организме.". Высказывается мнение (Таланцев и др., 1978), что санитарно-гигиеническое значение лесов определяется не только поглощением диоксида углерода и выделением кислорода, но и изменением микроклимата, шумозащитными и пылеулавливающими свойствами лесного полога, а также

высокой фитонцидностью лесных растений. Благоприятное влияние фитонцидов заключается в их антимикробных, стерилизующих свойствах, ионизирующем и озонирующем воздействии на воздух.

По данным В.В.Протопопова, Г.И.Пёрышкиной, Г.Н.Черняевой (1974) наибольшее количество фитоорганических веществ поставляют кедровые, сосновые насаждения, кедрово-лиственничный молодняк, затем следует березняк и на самом последнем месте - лиственничный древостой. Так, кедровник чернично-долгомощный с гектара площади выделяет в дневное время теплого периода от 0.114 до 0.719 кг фитоорганических веществ за один час. Сосняк бруснично-разнотравный - от 0.154 до 0.392 кг и березняк разнотравный - от 0.028 до 0.310 кг. Авторы считают, что количество летучих веществ, которые выделяют насаждения, зависит не только от породного состава насаждений, но и от количества зелёной фитомассы древостоев. В среднем за вегетационный период насаждения Средней Сибири выделяют с гектара следующее количество летучих соединений: кедровник - 400 - 500 кг, сосняк - 400 - 450 кг, березняк - 200 - 220 кг. В.В.Протопопов и др. (1974) отмечают наиболее высокую фитонцидную активность у пихты, кедра, сосны и ели. При сравнении бактерицидного эффекта у кедровых древостоев прослеживается связь данного свойства с количеством зелёной фитомассы, сконцентрированной в них. По Н.К.Таланцеву и др. (1978) кедр сибирский характеризуется высокой фитонцидной активностью. Среди хвойных пород он занимает промежуточное положение: уступает лиственнице и пихте, но почти не отличается от сосны обыкновенной и превосходит ель сибирскую и можжевельники.

Лес оказывает влияние и на климат. Так, по данным В.И.Зюбиной и В.В.Протопопова (1974), лес не только преобразует климатические элементы внутри себя, но и меняет их на прилегающих к нему территориях. Изменения климатических факторов связаны с процентом облесения местности. Так, увеличение лесистости территории на каждые 10% в интервале от 10% до 50% уменьшает скорость ветра в среднем на 0.5 м/сек. В 1977 году теми же авторами замечено, что, несмотря на то, что кроны деревьев составляют незначительную долю в фитомассе древостоев, они играют главную роль в изменении климатических факторов среды. Стволы же участвуют в создании лесного климата преимущественно ночью, отдавая накопленное за день тепло. В.И.Зюбиной, В.В.Протопоповым (1974) сделан вывод о том, что увеличение

на площади круга радиусом 25 км общей надземной фитомассы деревьев на 1 млн. т понижает среднюю температуру воздуха на 0.2 °С в тёплое время года, уменьшает недостаток влаги в лесостепях Средней Сибири на 0.2 мб, снижает скорость ветра на 0.3 м/сек.

По мнению С.Д.Чемякиной (1978) лес, оказывая влияние на ветровой и радиационный режимы, оборот влаги на планете, тем самым влияет на климат, служит стабилизатором тепла. По данным М.М.Маруса и др. (1979) в атмосферу ежегодно выбрасывается до 30.3 млн. т SO₂. И.С.Мелехов (1977) считает, что лес может быть защитой от химического загрязнения атмосферы, служить механическим препятствием для газа и уменьшать его концентрацию.

Очень велика защитная роль фитомассы леса при физическом засорении воздуха. С запылённостью воздуха связаны многие болезни людей (туберкулёз, заболевания глаз и др.). Лес очищает воздух от пыли и ослабляет действие других вредных примесей (Мелехов, 1977). В работе А.В. Городкова (1996) отмечена связь пылеосаждения с коэффициентом плотности фитомассы. По данным Р.Мельдау (цит. по: Мелехов, 1977) еловое насаждение адсорбирует из воздуха 32 т пыли, сосновое - 36.4 т, буквое - 68 т на гектар. Согласно исследованиям Л.И.Рубцова и А.А.Паптева (1971) фильтрующая активность леса составляет от 30 до 70 т пылевых частиц на гектар спелого леса в течение года. Важную роль выполняет фитомасса древесных растений и в защите от шума. Так, парк шириной 50 м может уменьшить дорожный шум на 20 - 30 дБ (Мелехов, 1977). Подбором растений, обладающих плотной, густой кроной, созданием опушек многоярусной формы можно усилить защитное действие лесных насаждений от шума. С.Д.Чемякина (1978) отмечает, что влияние леса на шум может быть прямое - поглощение звуковых волн и уменьшение уровня шума и косвенное - лес благоприятно влияет на слуховой аппарат. По выяснению роли леса в защите от радиоактивности искусственного происхождения имеются незначительные данные, однако, как отмечает И.С.Мелехов (1977), зелёные насаждения оказывают ослабляющее действие при радиоактивном поражении. Таким образом, насаждения, включающие долговечные древесные породы, к каковым относятся и кедровые сосны, обладающие максимальным экологическим эффектом, имеют огромное значение для сохранения жизни на нашей планете. Литературные данные о роли пригородных плантационных культур кедровых сосен и их месте в

экологической нише практически отсутствуют, однако приведенный обзор свидетельствует о чрезвычайной важности проблемы и необходимости ее решения.

1.2. Формирование фитомассы в лесных насаждениях

Изучению запасов, динамики накопления, структуры фитомассы древесных растений придается большое значение.

Научные труды включают анализ формирования фитомассы лиственными породами, особенно берёзовыми насаждениями (Данилов, 1956; Кучко, 1975; Науменко, 1978; Schmitt, Crigal, 1981 и др.). Не обойдены вниманием и другие лиственные древесные растения. Так, С.Г.Рожественский (1979), занимался изучением накопления фитомассы осины; Л.И.Гульбе (1985) - серой ольхи, С.Вейсов, В.Г.Каплин (1976) - белого саксаула и так далее. Иностранцами учёными J.B.Crist, D.N.Dowson (1975), D.N.Dowson et al. (1976), T.E.Burk et al. (1983) P.E.Heilman и R.F.Stettler (1985), J.C.Weber и др. (1985), J.Zavitkovski (1992) был проанализирован вопрос формирования фитомассы на примере разных видов тополей. Огромное внимание по праву уделяется изучению фитомассы насаждений хвойных пород. В.В.Голиков (1987) анализировал продуктивность надземной фитомассы древостоев в Сибири. Особенно много исследований по этому вопросу посвящено сосне обыкновенной (Каменецкая, 1970; Горбатенко, Протопопов, 1971; Семечкина, 1974, 1978; Попов и др., 1976; Казимиров, Митруков, 1978; Зюзь, Лобачёва, 1979; Кузьмичёв, 1980; Оськина, 1982; Иванов, 1982; Аткин, 1984; Tuskan, Mckinley, 1984; Baker et al., 1984; Пшеничникова, Бузыкин, 1985; Арутюнян, Уткин, 1986; Панеж, Бугаев, 1988; Olatunji, 1991; Димитров, 1991; Нагимов, Сальникова, 1997 и другие). Имеются работы и по изучению накопления фитомассы другими хвойными породами (Смирнов, Алексеев, 1967; Кузиков, 1979; Ермоленко, Ермоленко, 1981; Ker, Raalte, 1981; Кожевников и др., 1985; Онучин, 1985; Гульбе, 1986; Родненский, 1996 и др.). Исследованием накопления фитомассы кедровыми соснами занимались В.А.Мельников (1970), А.А.Храмов и Н.Ф.Храмова (1974). Они изучали семенную продуктивность и фитомассу насаждений кедра сибирского. Надземную фитомассу кедровников Причудлымья исследовал И.П.Исаков (1975). В.Е.Попов (1985) изучал рост и

строение кедровых насаждений Лено-Ангарского плато. Н.П.Зеленин (1986) исследовал возрастную структуру, особенности роста и продуктивность кедровников Горного Алтая. Влияние условий произрастания, возраста на изменение массы хвои в кедровых насаждениях проанализировано в работе А.А.Онучина и Н.Т.Спициной (1995).

При изучении формирования, структуры, роли фитомассы лесов были подняты самые разносторонние проблемы. Большое внимание уделялось факторам, влияющим на накопление лесом фитомассы и прогнозам результатов этого процесса. Так, В.Г.Нестеров (1935) выделил три метода изучения законов роста и развития леса - опытный, аналитический и статистический. Применительно к лесным культурам несколько методов выделено Н.П.Кобрановым (1930). К.Olatunji (1991) занимался прогнозированием накопления биомассы деревьев *Pinus caribaea* с помощью аллометрических уравнений, разработанных им для сухой массы ствольной древесины, корней, ветвей и хвои по отношению к диаметру ствола. Л.П.Каргин (1972) рассматривал вопросы закономерностей накопления и учёта биомассы пихтарников. Г.И.Маргайлик (1971), изучая накопление фитомассы листьев и хвои в зависимости от условий освещённости, пришёл к выводу, что величина древесного прироста у всех исследованных лесообразующих пород находится в прямой корреляционной зависимости от освещённости крон деревьев.

Большое значение придавалось вопросу выявления корреляций между фитомассой различных частей растений и легко определяемыми таксационными признаками. Так, А.С.Яблоков (1934) установил взаимосвязь между сырой массой хвои и диаметром ствола с объёмным приростом ствола. А.А.Молчанов (1948) отметил существование прямолинейной зависимости между массой листвы дерева и приростами по диаметру, объёму ствола в сосновом насаждении. Н.П.Поликарпов (1962) выявил зависимость между диаметром ствола и его массой, массой хвои, ветвей с высоким коэффициентом корреляции ($r=0.89 - 0.94$). Л.А.Яцерицина (1981) пишет, что в одновозрастном насаждении связь между диаметром и массой хвои близка к линейной зависимости, на 81 - 100% запасы хвои зависят от величины диаметра дерева. М.Д.Данилов (1956) исследовал связь листовой массы берёзы и диаметра ствола в возрастной динамике. Н.Ф.Поляковой-Минченко (1961) установлена связь массы листьев с текущим приростом. А.А.Бахтин

(1988) определил тесноту связи элементов надземной фитомассы ели с основными таксационными и морфологическими показателями деревьев. Н.А.Бабич (1989) указывает, что существует тесная связь между массой отдельных фракций и диаметром дерева в культурах сосны обыкновенной. Запасы древесной зелени с увеличением возраста культур возрастают, но её доля в общей фитомассе уменьшается. Н.П.Георгиевский (1948), Y.I.Kittredge (1944), А.И.Ахромейко (1950) установили наличие парных связей массы хвои деревьев с диаметром ствола и диаметром кроны; протяжённостью кроны и объёмным текущим приростом ствола. Зависимость различных фракций фитомассы крон от таксационных показателей насаждения в кедровых и пихтовых древостоях Хамар-Дабана была изучена А.А.Онучиным (1985) на основе регрессионных моделей.

Ю.Э.Панеж (1988) для определения фитомассы обследовал сосновые культуры 5 - 45-летнего возраста I - III классов бонитета в степной зоне Воронежской и Ростовской областей с изучением выхода отдельных фракций фитомассы насаждений в зависимости от диаметра ствола и высоты дерева. В.А.Бугаев (1987) установил зависимость объёма фракций фитомассы от диаметра деревьев. Массу хвои и ветвей сосны по дендрометрическим данным определяли Т.А.Гульбе, А.И.Уткин, Я.И.Гульбе (1991). С.Р.Larocque, P.L.Marchall (1994) выявили зависимость между биомассой хвои и объёмом кроны у сосны смолистой. А.И.Уткин и др. (1996) определяли все фракции фитомассы сосны, ели, березы и осины по линейным таксационным признакам деревьев (диаметру и высоте ствола) с помощью аллометрических уравнений. И.Н.Шумилов (1989) установил, что интенсивность роста деревьев и формирования их крон тесно связаны с общим количеством закладываемых ветвей, а не с числом живых на данный момент. А.А.Молчанов (1952) выявил тесную зависимость между запасами хвои и общей производительностью древостоев ($r=0.87$ и выше). G.L.Baskerville (1965) пишет о том, что продуктивность тесно связана с массой хвои. Большой объём работ по выявлению корреляционных связей между массой различных частей деревьев и их таксационными признаками приведён В.В.Протопоповым (1972, 1975). Зависимости между таксационными и биометрическими показателями изучались В.М.Горбатенко (1970) на примере сосновых древостоев. Р.А.Зиганшиным (1969) установлено соотношение компонентов надземной

фитомассы в сосняках зеленомошных Южносибирской тайги. А.А.Храмов и Н.Ф.Храмова (1974) считают, что процентные соотношения массы отдельных вегетативных органов у деревьев близких по возрасту, мало зависят от их размеров и весьма близки между собой.

Для определения фитомассы древостоев существуют много различных методик, из которых выделены три наиболее распространённых: регрессионный метод, отношения площадей сечений модельных деревьев и древостоя и метод среднего дерева. Ранее чаще использовался метод среднего дерева. В настоящее время исследователями признана недостаточная точность такого метода, в частности из-за того, что место среднего дерева зависит от конкретного признака, по которому составлен ряд распределения.

Для определения фитомассы различных частей дерева существуют разные методики: А.А.Молчанов (1952) учитывал массу хвои отдельных деревьев по модельным ветвям, выбираемым по пять - десять штук из середины каждой трети кроны с учётом их длины, диаметра и степени охвоённости. G.L.Baskerville (1965) при изучении биологической продуктивности средневозрастных древостоев пихты бальзамической использовал способ, при котором все ветви отделялись отдельно по мутовкам. По И.Е.Кузикову (1979) масса стволовой древесины может определяться несколькими способами. Он же указывает, что для изучения фитомассы молодняков в практике США и Скандинавии широко используется метод непосредственного взвешивания. По нашему мнению предпочтение следует отдавать методам полного взвешивания фракций дерева. Наземную фитомассу древостоя определяют по модельным или учётным деревьям. А.А.Хиров (1959) отдаёт предпочтение модельным деревьям. Исходя из методических данных, приведённых М.Г.Семечкиной (1978), точность учёта фракций фитомассы древостоя во многом зависит от способа отбора модельных деревьев. Мы считаем, что предпочтителен отбор модельных деревьев в пределах всего диапазона варьирования их размеров на пробной площади. Количество деревьев и метод их отбора в каждом конкретном случае должны определяться, исходя из оптимального соотношения необходимой точности и трудозатрат. По данным Whittaker (1961) 10 модельных деревьев обеспечивают точность определения фитомассы от 3 до 7%. А.А.Молчанов (1952) установил, что точность опыта определения

запасов хвои сосны по пяти модельным деревьям составляет около 6%. По нашим наблюдениям при оценке фитомассы для получения надёжных результатов опыта достаточно пяти средних модельных деревьев (Усольцев, 1988). Увеличение числа модельных деревьев больше этой цифры на точность определения запасов фитомассы почти не влияет. В.М.Горбатенко, В.В.Протопопов (1971) считают, что для определения массы хвои и кроны в чистых одновозрастных древостоях Средней Сибири достаточно использовать пять модельных деревьев для получения точности опыта до 5%. Но авторы указывают, что при малом числе моделей следует брать модельные деревья по ступеням толщины или классам роста, предварительно вычисляя размер моделей. Изучением фитомассы древесных растений в молодняках занимались: В.М.Ефименко (1981), оценивающий рост надземной фитомассы после рубок ухода в сосновых молодняках Белоруссии, В.Н.Дюкаров (1972), исследовавший структуру и продуктивность фитомассы зеленомошно-папоротниковых ельников в процессе их возрастного развития. В.В.Огиевский (1949) анализировал динамику развития кроны и дифференциацию деревьев в культурах сосны обыкновенной в период, предшествующий смыканию. В.Т.Ярмишко (1989) изучал формирование массы хвои в сосновых молодняках на Кольском полуострове. Я.К.Палуметс (1988) установил распределение фракций фитомассы ели европейской в зависимости от возраста. Ю.И.Манько, В.П.Ворошилов (1972) изучали рост и формирование фитомассы надземной части подроста кедрового на вырубках. Н. Madgwick (1993) исследовал распределение хвои в процессе роста внутри кроны *Pinus radiata*. Им установлено, что фракция однолетней хвои уменьшается вниз по кронам и с увеличением возраста деревьев. J.Zavitkovski и D.H.Dawson (1978) изучали структуру и формирование фитомассы в плантациях одно-семилетней интенсивной культуры сосны чёрной в Висконсине. P.Gornowicz, Z.Pilarek (1993) определяли фитомассу сосны обыкновенной в возрасте 23 лет. G.R.Lagosque, P.L.Marchall (1994) исследовали развитие кроны сосны смолистой на плантациях в интервале 13 - 33-летнего возраста.

M. Van Miegroet, N.Last (1983) вели наблюдение за ростом и накоплением фитомассы саженцев пихты великой. Н.А.Воронков (1970) исследовал запасы хвои в культурах сосны в связи с их возрастом. Л.А.Ящерицыной (1981) установлена зависимость запасов фитомассы в насаждениях от возраста.

В.Н.Габеев (1969, 1975) исследовал продуктивность и биометрические показатели культур сосны в раннем возрасте, а также фитомассу 10-летних культур сосны обыкновенной.

Закономерности формирования и структура фитомассы в плантационных культурах кедровых сосен в последнее время исследуются нами (Усольцев, Щерба, 1992; Щерба, 1996; Усольцев, Щерба, 1996; Щерба, 1997).

1.3. Экотипическое и формовое разнообразие кедровых сосен

Произрастая в России на огромной территории - 39,4 млн. га (Парфёнов, 1979), кедр сибирский и кедр корейский формируют разные экотипы, климатипы, морфологические и фенологические формы. П.И.Молотков, В.Л.Ильин (1983) отмечают, что в 1953 г. П.Свободой были выделены следующие климатипы кедрового: уральский, западно-сибирский, якутский, алтайский, западно-саянский, восточно-саянский, прибайкальский и Яблонева хребта. В кедровых насаждениях выделено несколько морфологических форм. "Горная" произрастает в горах Алтая, Саян, Северной Монголии на высоте 2100 м над уровнем моря. Она отличается по форме кроны, окраске и размерам хвои, форме и размерам шишек. Так по данным Д.И.Литвинова (1913) горная форма кедрового сибирского имеет высоту до 20 м, широкую низкоопущенную крону куполообразной формы, тёмную короткую хвою, шишки средних размеров. Кедр сибирский низкорослой формы имеет высоту до 10 м, "рямовой" формы - до 7 м. Обе эти формы имеют мелкие шишки и семена. А "рямовая" форма отличается ещё и короткой светло-зелёной хвоей. И.В.Зыков (1953) выделил в Кемеровской области высокоурожайную форму кедрового, отличающуюся многовершинностью и широко раскидистой кроной. В условиях Урала к урожайным формам отнесён кедр сибирский, имеющий продольнотрешиноватую форму кроны (Луганский, 1962), булавовидную форму кроны (Андриевских, 1984). В условиях Западной Сибири к урожайным формам отнесён кедр сибирский, имеющий шаровидную и овально-цилиндрическую формы кроны (Попов, Арефьев, Гашева, 1985). Е.В.Титов (1995) отмечает, что крупношишечные формы имеют ускоренное развитие всех генеративных и вегетативных органов. О встречаемости фенотипов кедрового сибирского разной

смолопродуктивности писал Ю.Н.Ильчев (1989). Он относил к высокосмолопродуктивным формам кедр сибирский, имеющий шишки цилиндрической и шаровидной форм и тёмноокрашенные семена. Г.В.Сенчукова (цит. по: Коновалов, Пугач, 1978) выделила "плитчатокорую форму кедр корейского как наиболее быстрорастущую". По развитию ассимиляционного аппарата выделяют формы длиннохвойные и короткохвойные (Матвеева, Буторова, 1990). С.А.Мамаев (1973) указывает, что размеры хвои зависят от типа развития дерева, чем быстрее оно развивается, тем крупнее хвоя. Однако он же отмечает, что из этого правила имеются исключения. По данным А.С.Яблокова (1962), наиболее длинную хвою имеет кедр сибирский, условно отнесённый к женской половой форме. Н.Ф.Храмова (1966), Н.К.Таланцев, А.Н.Пряжников и Н.П.Мишуков (1978) отмечают изменчивость кедр сибирского по длине хвои от 5 до 14 см, по толщине - от 0.2 до 1.2 мм и продолжительности жизни - от 3 до 11 лет. А.И.Ирошников (1974) установил варьирование числа хвоинок в брахибластах - от 5 до 7 шт. Биохимический полиморфизм кедр сибирского и его связь с изменчивостью количественных признаков рассмотрены в работе К.В.Крутовского, Д.В.Политова, Ю.П.Алтухова (1988). По формовому разнообразию кедровых сосен на ранних этапах онтогенеза имеются следующие данные: Г.В.Крылов, Н.К.Таланцев, Н.Ф.Козакова (1983) выделили в культурах кедр корейского формы по окраске и форме хвои: с пёстрой, золотистой, прямой, изогнутой, курчавой хвоей. Р.Н.Матвеева (1994, 1998), изучая изменчивость всходов, сеянцев, саженцев кедр сибирского, установила их формовое разнообразие и выделила фенологические и морфологические формы: ранние, быстрорастущие, многосемядольные, многопочковые, ускоренного развития (раннего семеношения), декоративные (низкорослые с шаровидной формой кроны). Из приведённых данных видно, что формовое разнообразие кедровых сосен изучено в основном при отборе быстрорастущих, урожайных, смолопродуктивных и декоративных форм. Формовым разнообразием кедровых сосен по накоплению фитомассы с учётом их экологической ценности в последние годы занимается один из соавторов (Щерба, 1996), изучая возможности отбора особей, отличающихся максимальным образованием хвои

оптимального качественного состава, для создания плантационных культур местных и инорайонных экотипов.

1.4. Создание географических и плантационных культур кедровых сосен

Опыт создания географических культур с целью определения наиболее быстрорастущих экотипов для конкретных условий произрастания как на территории России, так и за рубежом имеет давнюю историю. В нашей стране к изучению состояния культур разного географического происхождения впервые приступил М.К.Турский в 1877 году (цит. по: Мамаев, 1973). В начале двадцатого века (1910 - 1916 гг.) была заложена сеть географических культур по инициативе В.Д.Огиевского (Куприянов и др., 1993), позднее (1920 - 1930 гг.) географические культуры стали создавать в Японии, США и других странах мира (Пальцев, Мерзленко, 1990).

В условиях Сибири созданием географических культур кедровых сосен и изучением их изменчивости занимались с 1955 года под руководством О.П.Олисовой, А.И.Ирошникова и др. (Олисова и др., 1966; Ларионова, 1970; Ирошников и др., 1971; Лузганов, 1972; Матвеева и др., 1986, 1991, 1994 и др.). Географические культуры кедровых сосен создавали за пределами ареала при их интродукции (Орлов, 1972; Смаглюк и др., 1977; Дроздов, 1992; Брынцев, Коженкова, 1992 и др.). О создании географических культур в условиях Хабаровского края с использованием кедр сибирского и кедр корейского писали В.И.Штейникова, Г.Ф.Зеленская (1980); Г.Ф.Ковалёва, Т.К.Плишкина (1987) и др. На основании результатов обследования географических культур было разработано лесосеменное районирование, изучена географическая изменчивость многих видов древесных растений, выделены наиболее продуктивные климатипы. З.Ю.Герушинский и др. (1983) пишут о возможности использования быстрорастущих климатипов с целью повышения продуктивности лесов.

Проблеме создания плантационных культур древесных пород уделяется большое внимание в связи с энергетическим кризисом, возникшем во многих странах. На XVII Всемирном конгрессе ИЮФРО, состоявшемся в Японии в 1981 году, говорилось о том, что приоритет должен принадлежать разработке эффективных методов энергетического использования древесины (Усольцев,

1988). U.Zavtkovski (1983) сообщает, что в Канаде создана программа "Максимальный урожай древесины и энергии при интенсивной плантационной культуре". В последние годы разрабатывают различные программы по выращиванию и использованию биомассы плантационных насаждений. Так, в работе Christersson, Sennerby-Forsse, Zsutta (1993) приведены данные о том, что в Швеции для полной замены нефтепродуктов потребуется около 200 тыс. га энергетических лесных плантаций. Международная биологическая программа включает развитие работ по изучению количественных и качественных характеристик фитомассы деревьев и её частей (Мелехов, 1980).

Большое внимание уделяется созданию лесосеменных плантаций в связи с генеральной схемой развития и перевода лесного семеноводства на генетико-селекционную основу. А.М.Данченко, В.Н.Воробьев (1990, 1992) разработали программу селекционного улучшения кедровых лесов Томской области, программу плантационного выращивания кедра сибирского на генетико-селекционной основе, согласно которым создание семенных плантаций должно способствовать сохранению генофонда и получению генетически ценного посевного материала.

Данные о создании плантационных культур кедровых сосен целевого назначения - на "орех" или ускоренное получение древесины - имеются в работах Н.И.Бывалец (1971); Е.П.Смолоногова и др., (1979); Р.Н.Матвеевой (1982, 1994); И.И.Дроздова, В.В.Заварзина (1991); А.М.Данченко, В.Н.Воробьева (1992); Е.В.Титова (1995) и других исследователей. О перспективности создания плантационных культур, скороплодных лесосадовых кедровых насаждений в зелёной зоне писали А.В.Хохрин (1981), Д.М.Гиряев, М.Ф.Петров (1983). По данным Р.Н.Матвеевой (1994) технология создания плантационных культур, ориентированных на максимальное получения урожая или древесины, различна.

Анализ литературных данных показал, что несмотря на важность проблемы создания лесных плантационных культур, отличающихся наибольшей экологической эффективностью, многие вопросы остаются нерешёнными, особенно это касается кедровых сосен.

Биометрические показатели и фитомассу саженцев определяли по существующим методикам (Огиевский, 1949; Молчанов, Смирнов, 1967; Горбатенко, Протопопов, 1971 и др.) и разработанным нами (Усольцев, Нагимов, 1988, 1989; Щерба, 1997).

Для этого проводили сплошной перебор деревьев на каждой плантации. При этом были учтены высота, диаметр ствола на высоте 10 см от поверхности почвы (по методике Огиевского, 1949), диаметр ствола на высоте 1,3 м, протяжённость, диаметр кроны, годовые приросты центрального побега в высоту, длина хвои, количество боковых побегов в каждой мутовке и угол прикрепления ветвей к стволу по общепринятым методикам. Диаметры ствола и кроны деревьев измерены в двух противоположных направлениях с точностью до 0.1 см и 5.0 см в соответствии с нашими методическими разработками (Усольцев, Нагимов, 1988).

Фитомассу надземной части растений определяли как общеизвестным способом с использованием модельных деревьев, так и предлагаемым нами, основанном на учёте фитомассы по пробным ветвям (Щерба, 1997). Этот способ базируется на положениях методики Ю.А.Абатурова и А.А.Матвеевой (1974), разработанной для определения фитомассы молодых деревьев сосны обыкновенной, которая представляет собой вариант метода "средних проб" (Родин и др., 1968).

Модельные деревья брали в количестве 4 - 5 шт. из каждого варианта опыта, которые отбирали с учетом класса роста по предварительно вычисленным данным (Науменко, 1940). Срок взятия модельных деревьев - конец августа - начало сентября, после полного формирования хвои текущего года (Аткин, 1974; Семечкина, 1978; Усольцев, Нагимов, 1988 и др.).

В лабораторных условиях с каждого модельного дерева полностью оципывали хвою, как рекомендовано А.А.Молчановым и В.В.Смирновым (1967), отдельно по мутовкам, ветвям и годам. Оголённые боковые побеги и ствол расчленили по мутовкам (годам), одновременно определяя годовые приросты ствола по диаметру.

При определении фитомассы корней использовали методику М.И.Калинина (1976). Брели монолиты, размером $1 \times 1 \times 0.5 \text{ м}^3$, корни очищали от минеральных примесей и отмывали.

Полученные фракции фитомассы высушивали в сушильном шкафу до абсолютно сухого состояния при температуре $100 - 105^\circ\text{C}$. При сушке образцов руководствовались ГОСТом 11 486 - 65 "Лесоматериалы. Методы физико-механических испытаний древесины". Массу всех высушенных фракций кедровых сосен определяли непосредственно взвешиванием на весах ВЛКТ-500.

Для того, чтобы установить динамику накопления фитомассы растений за любой период роста, её прирост рассчитывали на каждый год жизни дерева по опубликованной ранее методике (Усольцев, Нагимов, 1988, 1989).

При определении фитомассы по предлагаемому нами способу "пробных ветвей" с каждой мутовки срезали ветвь средних размеров. Расчленили ветвь по годам, отделяя хвою от побегов, и определяли массу всех фракций в абсолютно сухом состоянии. Полученные результаты умножали на количество ветвей в данной мутовке. Ежегодный прирост массы ствола устанавливали с помощью поправочных коэффициентов, рассчитанных нами как отношение массы ствола соответствующей мутовки к массе боковых ветвей той же мутовки, определённой при взятии модельных деревьев (I-й способ).

Для определения отдельных фракций надземной фитомассы кедрового I класса возраста предложены формулы.

1. Для определения массы хвои ($m_{\text{ХВ}}$)

$$m_{\text{ХВ}} = m_{\text{ХВ1}} n_1 + \dots + m_{\text{ХВк}} n_k, \quad (2.1)$$

где $m_{\text{ХВ1}}$ - масса хвои на средней пробной ветви однолетней мутовки, г;

$m_{\text{ХВк}}$ - масса хвои на среднем охвоенном побеге последней мутовки, г;

n_1 - число ветвей на однолетней мутовке, шт.;

n_k - число ветвей на последней "охвоенной" мутовке, шт.

2. Для определения массы боковых ветвей ($m_{\text{В}}$)

$$m_{\text{В}} = m_{\text{В1}} n_1 + \dots + m_{\text{Вк}} n_k, \quad (2.2)$$

где $m_{\text{В1}}$ - масса средней пробной ветви на однолетней мутовке, г;

$m_{\text{Вк}}$ - масса средней боковой ветви на самой нижней (первой) мутовке, г;

n_1 - число боковых ветвей на однолетней мутовке, шт.;

n_k - число боковых ветвей на самой нижней мутовке, шт.

3. Для определения массы ствола ($m_{\text{СТВ}}$)

$$m_{\text{СТВ}} = m_{\text{СТВ1}} + \dots + m_{\text{СТВк}} + m_{\text{ОСТ}}, \quad (2.3)$$

где $m_{\text{СТВ1}}$ - масса ствола, соответствующая однолетней мутовке, г;

$m_{\text{СТВк}}$ - масса ствола, соответствующая самой нижней мутовке, г;

$m_{\text{ОСТ}}$ - масса ствола от корневой шейки до нижней мутовки, г.

Масса ствола дерева, соответствующая однолетней и последующим мутовкам, определена с использованием поправочных коэффициентов, равных для однолетней мутовки 1.47 ± 0.06 ; для двухлетней 0.98 ± 0.04 ; для трёхлетней 0.68 ± 0.03 ; для четырёхлетних 0.43 ± 0.02 ; для пятилетней 0.28 ± 0.01 ; для шестилетней 0.18 ± 0.01 , для семилетней 0.11 ± 0.11 . Масса ствола до нижней мутовки определена через массу боковых ветвей с использованием поправочного коэффициента, равного 1.74 ± 0.06 .

Таким образом, общая масса ствола ($m_{\text{СТВ}}$) определена по формуле:

$$m_{\text{СТВ}} = 1.47 m_{\text{В1}} n_1 + 0.98 m_{\text{В2}} n_2 + 0.68 m_{\text{В3}} n_3 + 0.43 m_{\text{В4}} n_4 + 0.28 m_{\text{В5}} n_5 + 0.18 m_{\text{В6}} n_6 + 0.11 m_{\text{В7}} n_7 + 1,74 m_{\text{ОСТ}}. \quad (2.4)$$

Все поправочные коэффициенты определены с показателем точности до 5%. Правомерность использования предлагаемого нами метода отражена в приложении 1.

Фитомассу по модельным деревьям определяли двумя способами.

Первый способ. Учитывали массу хвои, побегов, ствола отдельно для каждого года жизни дерева - чтобы иметь возможность проследить за процессом накопления надземной фитомассы растениями за любой период роста.

Массу хвои ($m_{\text{ХВ}}$) определяли по формуле:

$$m_{\text{ХВ}} = m_{\text{ХВn}} + m_{\text{ХВn-1}} + \dots + m_{\text{ХВn-(n-k)}}, \quad (2.5)$$

где $m_{\text{ХВn}}$ - масса однолетней хвои на дереве за последний, n-й год его жизни (обследования);

$m_{\text{ХВn-1}}$ - масса хвои на дереве за предпоследний год его жизни;

$m_{\text{ХВn-(n-k)}}$ - масса хвои за последний год ее жизни на дереве;

k - продолжительность жизни хвои, лет.

Массу боковых ветвей ($m_{\text{ПОВ}}$) определяли по формуле:

$$m_{\text{ПОВ}} = m_{\text{ПОВn}} + m_{\text{ПОВn-1}} + \dots + m_{\text{ПОВn-(n-k)}}, \quad (2.6)$$

где $m_{\text{поб } n}$ - масса древесины, образовавшаяся на боковых побегах за последний год жизни (обследования) дерева;

$m_{\text{поб } n-1}$ - масса древесины, накопленная растением за предпоследний год обследования дерева;

$m_{\text{поб } n-(n-k)}$ - масса древесины, за последний год образования мутовок (боковых побегов) на стволе;

k - число мутовок на дереве, шт.

Массу древесины, образованную на боковых побегах в разные годы, определяли по формулам:

$$m_{\text{поб } n} = \frac{m_{\text{поб } n}}{n-(n-1)} + \frac{m_{\text{поб } n-1}}{n-(n-2)} + \dots + \frac{m_{\text{поб } n-(n-k)}}{n}; \quad (2.7)$$

$$m_{\text{поб } n-1} = \frac{m_{\text{поб } n-1}}{n-(n-2)} + \frac{m_{\text{поб } n-2}}{n-(n-3)} + \dots + \frac{m_{\text{поб } n-n-1}}{n-(n-k)}; \quad (2.8)$$

где $m_{\text{поб } n-(n-k)}$ - масса древесины боковых побегов, соответствующая возрасту мутовок на дереве.

Массу ствола ($m_{\text{ств}}$) находили по формуле

$$m_{\text{ств}} = m_{\text{ств } n} + m_{\text{ств } n-1} + \dots + m_{\text{ств } n-(n-k)}, \quad (2.9)$$

где $m_{\text{ств } n}$ - масса ствола за последний год жизни (обследования) растения;

$m_{\text{ств } n-1}$ - масса ствола за предпоследний год;

$m_{\text{ств } n-(n-k)}$ - масса ствола, соответствующая образованию первой мутовки;

n - возраст дерева, лет;

k - возраст дерева, при котором была заложена первая (нижняя) мутовка.

Ежегодную массу ствола определяли с учётом радиальных приростов по диаметру. Для этого с помощью окуляр-микрометра по горизонтальным спилам находили приросты по диаметру за каждый год. Затем, с помощью получаемых расчётным путём площадей сечений на годовых отрезках ствола и длины отрезка определяли объёмы секций ствола по каждому году по формулам:

$$S_1 = \frac{\pi D_1^2}{4}; \quad S'_1 = \frac{\pi D_2^2}{4}, \quad (2.10)$$

где S_1 - площадь поперечного сечения на верхнем конце отрезка за первый год жизни дерева, см^2 ;

S'_1 - площадь поперечного сечения на нижнем конце отрезка за первый год жизни дерева, см^2 ;

Формулы для определения площадей сечений отрезков, образованных в другие годы жизни дерева, аналогичны вышеприведённым.

Объёмы секций ствола, соответствующие каждой мутовке, рассчитывали по формулам:

$$V_{O1} = H_1 \frac{(S_1 + S'_1)}{2}; \quad V_{O2} = H_1 \frac{(S_2 + S'_2)}{2}; \quad V_{On} = H_1 \frac{(S_n + S'_n)}{2}; \quad (2.11)$$

где V_{O1} - объём ствола секции за первый год жизни дерева на нижней мутовке, м^3 ;

V_{O2} - объём ствола секции за второй год жизни дерева на нижней мутовке, м^3 ;

V_{On} - объём ствола секции за последний год обследования дерева на той же мутовке, м^3 ;

H_1 - длина центрального побега, соответствующего первой (нижней) мутовке, м.

Объём стволовой древесины за отдельно взятый год жизни дерева равен сумме объёмов стволов соответствующих мутовок:

$$V_x = V^1_{Ox} + V^2_{Ox} + \dots + V^n_{Ox}, \quad (2.12)$$

где V^1_{Ox} - объём ствола x -го года жизни дерева на первой мутовке, м^3 ;

V^2_{Ox} - объём ствола x -го года жизни дерева на 2-й мутовке, м^3 ;

V^n_{Ox} - объём ствола x -го года жизни дерева на n -й мутовке, м^3 ;

n - число лет нижней (последней) мутовки, имеющей прирост ствола за x -й год жизни дерева.

Затем определяли объём всего отрезка (V_{Ox})

$$V_{Ox} = V_{O1} + V_{O2} + \dots + V_{On}, \quad (2.13)$$

где V_{O1} - объём ствола первого года жизни дерева на отдельно взятой мутовке, м^3 ;

V_{O2} - объём ствола второго года жизни дерева на той же мутовке, м^3 ;

V_{On} - объём ствола последнего (n -го) года этой мутовки, м^3 .

Массу ствола (m_x), соответствующую отдельному году, определяли:

$$m_x = \frac{m_{Ox} V_x}{V_{Ox}}, \quad (2.14)$$

где m_{Ox} - масса ствола всего отрезка, соответствующая объёму V_{Ox} , г.

Таким образом, масса ствола за первый год жизни дерева ($m_{ств1}$) найдена по формуле:

$$m_{ств1} = m_1^1 + m_1^2 + \dots + m_1^n, \quad (2.15)$$

где

$$m_1^1 = \frac{m_{O1} V_1}{V_{O1}}, \quad m_1^2 = \frac{m_{O2} V_2}{V_{O2}}, \quad m_1^n = \frac{m_{On} V_n}{V_{On}}. \quad (2.16)$$

Масса ствола за любой другой год роста растений находится по аналогичным формулам.

Второй способ. Определяли фитомассу по мутовкам модельных деревьев, что позволило рассматривать вертикально-фракционное распределение фитомассы кроны.

Массу хвои дерева ($m_{хвд}$) определяли по формуле:

$$m_{хвд} = m_{хв1} + m_{хв2} + \dots + m_{хвn}, \quad (2.17)$$

где $m_{хв1}$ - масса хвои всех ветвей мутовки на приростах за последний год обследования дерева, г;

$m_{хв2}$ - масса хвои всех ветвей мутовки на приросте предпоследнего года, г;

$m_{хвn}$ - масса хвои всех ветвей мутовки на приросте n-го года жизни дерева, г;

n - продолжительность жизни хвои на дереве, лет.

Массу побегов дерева ($m_{побд}$) находили по формуле:

$$m_{побд} = m_{поб1} + m_{поб2} + \dots + m_{побn}, \quad (2.18)$$

где $m_{поб1}$ - масса побегов за последний год жизни (обследования) растения, г;

$m_{поб2}$ - масса побегов за предпоследний год, г;

$m_{побn}$ - масса побегов за n-й год жизни дерева, г;

n - возраст дерева, соответствующий образованию первой (нижней) мутовки, лет.

Массу ствола ($m_{ств}$) определяли по формуле:

$$m_{ств} = m_{ств1} + m_{ств2} + \dots + m_{ствn} + m_{ствост}, \quad (2.19)$$

где $m_{ств1}$ - масса ствола, соответствующая однолетней мутовке, г;

$m_{ств2}$ - масса ствола, соответствующая двухлетней мутовке дерева, г;

$m_{ствn}$ - масса ствола, за n-й год жизни дерева, г;

n - число лет, соответствующая образованию мутовок на дереве;

$m_{ствост}$ - масса ствола от корневой шейки до места образования мутовок, г.

Все полученные данные обрабатывали методами математической статистики. Меру изменчивости признаков определяли по М.Л.Дворецкому

(1971): V - до 5% - слабая; V - 6 - 10% - умеренная; V - 11 - 20% - значительная; V - 21 - 50% - большая; V - 51 и > - очень большая.

Объектами исследований явились плантационные культуры кедровых сосен, произрастающие в пригородной зоне г. Красноярск, по лесорастительному районированию относящейся к югу Средней Сибири (Сергеев, 1971). Они находятся в лесостепном равнинном округе Западно-Сибирской равнинной провинции с резко континентальным климатом, характеризующимся холодной зимой (средняя температура воздуха в январе -14.6°C) и жарким летом (средняя температура воздуха в июле $+18.9^{\circ}\text{C}$). Среднегодовая температура воздуха близка к 0°C . Годовое количество осадков составляет 430 мм, 42% которых приходится на летние месяцы (июнь - август). За зимний период (январь - март) выпадает всего 7% осадков от их годового количества. Продолжительность периода вегетации - 153 дня, со 2 мая по 3 октября. Преобладающие ветры - юго-западного направления. Почвы, характерные для района исследований, - серые лесные, легкосуглинистые, слабоподзоленные.

Первый объект исследований представляет собой плантационные культуры площадью 4 га, созданные саженцами кедра сибирского разных морфологических форм весной 1987 г. На момент перечёта фитомассы растения достигли 15-летнего биологического возраста (3-летние сеянцы + 7-летние саженцы + 5-летние культуры). Семена для создания этого объекта были собраны в 1976 году в Дивногорском лесхозе, прошли траншейную стратификацию, высеяны в 1977 году. В 1980 году трёхлетние сеянцы были рассортированы по группам: по высоте (средние - 9.0 - 9.5 см; больше средних - 10.5 см и более; меньше средних - менее 8.0 см), по числу верхушечных почек (1, 2 и 3 шт.). Опытные сеянцы, отселектированные по категориям крупности (1К, 2К, 3К) и числу почек (1П, 2П, 3П), были высажены в школьное отделение питомника, где их выращивали в течение семи лет. Плантационные культуры созданы данным посадочным материалом по схеме 4 x 4 м.

Плантационные культуры второго объекта, созданные на площади 6 га кедром сибирским и кедром корейским разных экотипов, представлены двумя секциями 29- и 30-летнего возраста, заложенными весной и осенью 1983 года под руководством Р.Н.Матвеевой.

Характеристика места сбора семян кедровых сосен разных экотипов

Происхождение, обозначение варианта, номер паспорта	Место сбора семян			высота над уро- внем моря, м	
	регион	предприятие	широта, град. с.ш.		долгота, град. в.д.
	кедр сибирский				
Бирюсинское, Би, 114/11	Красноярский край	Учебно-опытный лесхоз, Бирюсинское лесничество	56°	92° 50'	300
Танзыбейское, Та, 72/3	Красноярский край	Танзыбейский ЛПХ, Танзыбейское лесничество	53°	92° 45'	800
Черемховское, Че, 115/12	Иркутская область	Черемховский лесхоз, Малокретское лесничество	53°	103° 04'	960
Каракокшинское, Ку, 106/3	Горно-Алтайская а.о.	Каракокшинский ЛПХ, урочище Курли	51°	86° 00'	1000
	кедр корейский				
Вакское, Ко, 108/5	Хабаровский край	Вакский лесхоз, Тудо- Вакское лесничество	49°	134° 50'	200

Первая секция, созданная весной 1983 года, представлена экотипами кедровых сосен следующих происхождений: Красноярский край (Учебно-опытный лесхоз СибГТУ, Бирюсинское лесничество), Красноярский край (Танзыбейский ЛПХ), Иркутская область (Черемховский лесхоз, Малокретское лесничество, урочище Среднее), Горно-Алтайская автономная область (Каракокшинский ЛПХ, урочище Курли), Хабаровский край (Вакский лесхоз, Тудо-Вакское лесничество). Семена, из которых выращены сеянцы для создания этой секции плантационных культур, были посеяны весной 1964 года. Растения пересажены на постоянное место весной 1983 года по схеме 5 x 5 м. Происхождение семян отражено в табл. 2.1.

Как видно из приведённых данных, экотипы кедровых сосен первой секции отличаются по широте на 7° и по долготе на 48° 50'.

Таксационная характеристика маточных насаждений, в которых были собраны семена для создания данных плантационных культур, представлена в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Таксационная характеристика маточных насаждений

Происхождение	Класс		Тип леса	Состав насаждения	Масса 1000 шт. семян, г
	бонитета	возраста			
кедр сибирский					
Бирюсинское	III	VII	Крт	7К2Е1П	220
Танзыбейское	III	V	Крт	7К3П	250
Черемховское	II	V	Кчер	9К1П ед.Е	218
Каракокшинское	III	VI	Крт	6К3П1Б+Ос	230
кедр корейский					
Вакское	III	IV	Крт	3К2Е1П2Бж1Лп1Яс +Кл ед.Бк	524

Вторая секция 29-летних плантационных культур кедра сибирского создана с использованием семян следующих происхождений: Красноярский край (Учебно-опытный лесхоз, Шумихинское лесничество, в настоящее время это лесничество отнесено к Дивногорскому лесхозу), Хакассия (Сонский

Таблица 2.3

Характеристика места сбора семян разных экотипов

Происхождение, обозначение варианта, номер паспорта	Место сбора семян				высота над уро- внем моря, м
	регион	предприятие	широ-та, град. с.ш.	долгота, град. в.д.	
Шумихинское, Шу, 104/1	Красноярский край	Дивногорский лесхоз,	56°	92° 50'	500
Сонское, Со, 100/31	Хакасия	Шумихинское лесничество	53°	90° 10'	900
Красночиойское, Чи, 113/10	Читинская область	Красночиойский лесхоз	50°	108° 43'	900

лесхоз), Читинская область (Красночиойский лесхоз). Семена для создания этих культур были посеяны весной 1965 года. В конце августа - сентябре 1983 года сеянцы в биологическом возрасте 19 лет были пересажены на постоянное место по схеме 5 x 5 м. Данные, характеризующие место сбора семян, отражены в табл. 2.3.

Из приведённых материалов видно, что экотипы кедр сибирского отличаются по широтному расположению на 6° и по долготе на 18° 33'. По высотному распределению варьирование составляет до 400 м (от 500 до 900 м над уровнем моря).

Таксационная характеристика маточных насаждений, в которых были собраны семена, приведена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Таксационная характеристика маточных насаждений кедр сибирского

Происхождение	Класс		Тип леса	Состав насаждения	Масса 1000 шт. семян, г
	бонитета	возраста			
Шумихинское	III	VII	Крт	7К2Е1П	184
Сонское	III	VI	Кпрт	9К1Е	229
Красночиойское	III	IV	Крт	10К	249

3. СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ КЕДРА СИБИРСКОГО 15-ЛЕТНЕГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ

3.1. Изменчивость биометрических показателей кедр сибирского разных морфологических форм

О целесообразности выделения морфологических форм среди сеянцев, саженцев древесных пород писали Е.Г.Орленко (1971, 1972), И.Андрюшкявичене (1977), Kremer, Larson (1982), Р.Н.Матвеева (1988, 1993) и др. Так, Е.Г.Орленко (1971), И.Андрюшкявичене (1977) выделили морфологические формы по количеству верхушечных почек и установили, что между их числом и быстротой роста саженцев сосны обыкновенной существует положительная связь. А.Кремер и П.Ларсон (Kremer, Larson, 1982) указывали, что число почек может быть диагностическим признаком при выделении быстрорастущих экземпляров. П.П.Попов (1976) установил, что сеянцы ели, отобранные по высоте в трехлетнем возрасте, к семи годам превышали несортированные более чем на 50%. Он указывает, что быстрорастущие экземпляры имели и большее количество боковых ветвей. Имеются данные и о том, что лучшим показателем при отборе быстрорастущих форм является диаметр стволика сеянцев (Chavass, 1977; Rai Vinaya, Krichnaswami, Sinivasan, 1982). Р.Н.Матвеева (1994) считает, что при редких посевах кедр сибирского определяющим показателем, диагностирующим быстроту роста саженцев, является диаметр стволика у основания, при загущенных - высота. Изучая состояние лесных культур, созданных калиброванным посадочным материалом, она пришла к выводу (Матвеева, 1988), что лучшим ростом в первые годы жизни (до 10 лет) отличается кедр сибирский, имеющий в трёхлетнем возрасте наибольшие показатели по высоте, диаметру и числу крупных верхушечных почек.

Целью наших исследований явилось изучение структуры фитомассы в плантационных культурах кедр сибирского 15-летнего биологического возраста, созданных в пригородной зоне г. Красноярска саженцами, отличающимися в трёхлетнем возрасте высотой и числом верхушечных почек. При обследовании плантационных культур выявлено, что кедр сибирский 15-летнего биологического возраста имел следующие средние показатели:

высоту, равную $1.6 \pm 0,08$ м, диаметр стволика на расстоянии 10 см от поверхности почвы - $4.6 \pm 0,12$ см, диаметр кроны - $66.2 \pm 5,03$ см, длину хвои на годовичном приросте побега 15-летних саженцев - 10.2 см. Показатель варьирования (V, %) изученных признаков колебался от 14.7% до 63.5% (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Изменчивость биометрических показателей кедр сибирского в 15-летнем возрасте

Параметры саженцев	Статистические показатели					Уровень изменчивости
	X_i	$\pm m_x$	$\pm \delta$	P, %	V, %	
Высота, м	1.6	0.08	0.44	4.7	27.6	высокий
Диаметр ствола, см	4.6	0.12	1.18	3.0	29.9	высокий
Диаметр кроны, см	66.2	5.03	24.60	7.6	37.5	высокий
Длина однолетней хвои на центральной побега, см	10.2	0.14	1.51	1.4	14.7	средний
Годичный прирост центрального побега, см	17.8	0.55	4.94	3.1	27.6	высокий
Среднее число боковых ветвей 1 порядка ветвления в мутовке, шт.	5.7	0.13	1.32	2.3	23.1	высокий
Общее число боковых ветвей 1 порядка ветвления, шт.	46.9	1.31	11.80	2.8	25.1	высокий
Масса однолетней хвои, г	196.5	12.20	116.10	6.2	59.1	очень высокий
Масса хвои на дереве, г	489.1	30.20	310.67	7.2	63.5	очень высокий

Из приведённых данных видно, что очень высокий уровень изменчивости наблюдается по массе хвои в абсолютно сухом состоянии как на годовичных приростах центрального и боковых побегов 15-летних саженцев, так и ее суммарной массы, образованной и на побегах прошлых лет.

Варьирование основных показателей с учётом выделенных градаций различно. Так, высота 15-летних саженцев имеет показатель варьирования от 16.7 до 39.3%. Наибольшую высоту, подтвержденную математической обработкой, имеют саженцы в варианте 3К (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Варьирование высоты 15-летних саженцев по вариантам опытов

Варианты опытов	Статистические показатели					
	X, м	$\pm m_x$, м	$\pm \delta$, м	P, %	V, %	t_{ϕ} (при $t_{05}=1.99$)
1П	1.6	0.09	0.39	5.6	24.4	1.75
2П	1.7	0.12	0.47	7.1	27.6	0.72
3П	1.8	0.07	0.30	3.9	16.7	-
1К	1.6	0.07	0.37	4.4	23.1	2.02
2К	1.5	0.12	0.59	8.0	39.3	2.16
3К	1.8	0.07	0.38	4.1	21.1	-

Диаметр изменяется от 3.6 до 4.7 см, а коэффициент варьирования данного признака внутри каждой группы составляет 16.0 - 41.7%. Наибольший диаметр отмечен у саженцев в варианте 3П (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Варьирование диаметра 15-летних саженцев по вариантам опытов

Варианты опытов	Статистические показатели					
	X, см	$\pm m_x$, см	$\pm \delta$, см	P, %	V, %	t_{ϕ} (при $t_{05}=1.99$)
1П	3.8	0.23	1.11	6.1	29.2	3.28
2П	4.3	0.24	1.07	5.6	24.9	1.41
3П	4.7	0.15	0.75	3.2	16.0	-
1К	3.7	0.19	1.12	5.1	30.3	1.91
2К	3.6	0.30	1.50	8.3	41.7	1.71
3К	4.2	0.18	1.07	4.3	25.5	-

Текущий прирост в высоту 15-летних саженцев колеблется от 24.4 до 30.6 см без достоверных различий между сравниваемыми вариантами опытов (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Варьирование текущего прироста в высоту 15-летних саженцев по вариантам опытов

Варианты опытов	Статистические показатели					
	X, см	$\pm m_x$, см	$\pm \delta$, см	P, %	V, %	t_{ϕ} (при $t_{05}=1.99$)
1П	24.4	2.20	10.77	9.0	44.1	1.86
2П	26.1	2.22	9.92	8.5	38.0	1.34
3П	30.6	2.51	11.51	8.2	37.6	-
1К	27.0	1.56	9.77	5.8	36.2	1.30
2К	25.4	1.91	12.38	7.5	48.7	1.79
3К	30.1	1.80	10.34	6.0	34.4	-

Число боковых ветвей 1 порядка ветвления, длина хвои 15-летних саженцев не имеют существенных различий по вариантам опыта (приложение 2).

У саженцев отмечен неодинаковый возраст закладки боковых ветвей. Более раннее образование мутовок происходит в группах с тремя почками (3П) и наибольшей категории крупности (3К). В этих вариантах отмечено большее количество мутовок с охвоенными побегами в сравнении с 1К и 1П.

3.2. Ежегодное накопление фитомассы

Большое значение в экологическом плане имеют как линейные размеры саженцев, так и фитомасса, которая является комплексным показателем биопродуктивности плантационных культур. При изучении прироста фитомассы у саженцев кедра сибирского 15-летнего возраста по модельным деревьям выявлено, что наибольшая масса годичной хвои, боковых побегов, ствола в абсолютно сухом состоянии была в вариантах наибольшей категории крупности (3К) и в вариантах с 3 почками (3П). Критерий достоверности различий фактический больше $t_{05}=1.99$ (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Годичный прирост фитомассы 15-летними саженцами кедров сибирского
в плантационных культурах

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	± m _x , г	± δ, г	P, %	V, %	t _Ф (при t ₀₅ =1.99)
1П	хвоя	154.5	11.99	53.62	7.8	34.7	3.54
	побеги	84.3	7.81	34.93	9.3	41.5	3.80
	ствол	57.3	5.31	23.75	9.3	41.4	3.81
2П	хвоя	206.2	16.86	85.98	8.2	41.7	1.31
	побеги	132.1	10.90	53.41	8.3	40.4	0.55
	ствол	89.9	7.41	36.31	8.2	40.4	0.55
3П	хвоя	242.1	21.65	96.81	8.9	40.0	-
	побеги	141.4	12.83	57.38	9.1	40.6	-
	ствол	96.2	8.73	39.03	9.1	40.6	-
1К	хвоя	165.3	14.34	68.78	8.7	41.6	3.55
	побеги	88.0	6.04	24.90	6.9	28.3	5.11
	ствол	59.9	4.11	16.94	6.9	28.3	5.11
2К	хвоя	198.3	18.70	93.49	9.4	47.1	2.10
	побеги	123.1	11.93	57.20	9.7	46.5	1.70
	ствол	83.7	8.11	38.91	9.7	46.5	1.71
3К	хвоя	259.5	22.30	99.71	8.6	38.4	-
	побеги	150.2	10.56	42.24	7.0	28.1	-
	ствол	102.2	7.18	28.73	7.0	28.1	-

Установленное соотношение годичной массы хвои, побегов, ствола у 15-летних саженцев отражено в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Соотношение годичного прироста фракций фитомассы 15-летних саженцев

Варианты опытов	Масса, г			% соотношения		
	хвоя	побеги	ствол	хвоя	побеги	ствол
1	2	3	4	5	6	7
1П	154.5	84.3	57.3	52.2	28.5	19.3

Окончание табл. 3.6

	1	2	3	4	5	6	7
2П	206.2	132.1	89.9	48.1	30.9	21.0	
3П	242.1	141.4	96.2	50.5	29.5	20.0	
1К	165.3	88.0	59.9	52.8	28.1	19.1	
2К	198.3	123.1	83.7	49.0	30.4	20.6	
3К	259.5	150.2	102.2	50.7	29.3	20.0	
Среднее значение	204.3	119.9	81.5	50.4	29.5	20.1	

Приведённые данные свидетельствуют о том, что большая часть годичной фитомассы саженцев данного возраста приходится на хвою (50.4%), наименьшая - на стволы (20.1%) и промежуточное положение занимает масса боковых побегов (29.5%) без больших отклонений между сравниваемыми вариантами опытов. Годичный прирост фитомассы 14-летних саженцев представлен в табл. 3.7

Таблица 3.7

Годичный прирост фитомассы 14-летних саженцев
кедров сибирского в плантационных культурах

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	± m _x , г	± δ, г	P, %	V, %	t _Ф (при t ₀₅ =1.99)
1	2	3	4	5	6	7	8
	хвоя	92.7	8.74	39.09	9.4	42.2	6.70
1П	побеги	45.3	4.45	19.89	9.8	43.9	4.08
	ствол	46.2	4.54	20.29	9.8	43.9	4.09
	хвоя	138.3	11.95	56.05	8.6	40.5	3.44
2П	побеги	69.4	6.00	29.38	8.6	42.3	1.13
	ствол	70.8	6.12	30.00	8.6	42.4	1.13
	хвоя	200.3	13.46	53.85	6.7	26.9	-
3П	побеги	80.0	7.23	32.33	9.0	40.4	-
	ствол	81.6	7.38	33.00	9.0	40.4	-
	хвоя	93.0	8.93	38.94	9.6	41.9	4.74

Окончание табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8
1К	побеги	47.4	4.01	16.55	8.5	34.9	4.35
	ствол	48.3	4.09	16.88	8.5	34.9	4.36
	хвоя	123.8	11.52	57.61	9.3	46.5	3.03
2К	побеги	63.6	5.92	27.12	9.3	42.6	2.38
	ствол	64.9	6.04	27.67	9.3	42.6	2.38
	хвоя	188.9	18.17	81.26	9.6	43.0	-
3К	побеги	88.3	8.51	39.90	9.6	45.2	-
	ствол	90.1	8.68	40.71	9.6	45.2	-

Данные таблицы 3.7 указывают на превалирование годичного прироста массы хвои над приростом массы боковых побегов и ствола. Общий прирост фитомассы 14-летних саженцев за этот период уступает аналогичному приросту саженцев 15-летнего биологического возраста: хвоя составляет 139,5 г, боковые побеги - 65,7 г, ствол - 66,9 г. Наибольшие показатели, имеющие достоверные различия по накоплению годичной фитомассы 14-летними саженцами, приходится на варианты 3П и 3К. Увеличение массы хвои у саженцев этих вариантов составляет 2 и более раз.

В 13 лет кедр сибирский дал годичный прирост фитомассы, в среднем составляющий по хвое - 97,2 г, по боковым ветвям - 41,5 г, по стволу - 60,9 г, сохраняя большие показатели у саженцев в вариантах 3П и 3К (табл. 3.8).

Таблица 3.8

Годичный прирост фитомассы саженцев кедра сибирского
13-летнего возраста

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05}=1.99$)
1	2	3	4	5	6	7	8
1П	хвоя	64.6	5.26	22.30	8.1	34.5	4.45
	побеги	32.0	2.95	13.86	9.2	43.3	3.48
	ствол	47.0	4.35	20.38	9.3	43.4	3.48

1	2	3	4	5	6	7	8
2П	хвоя	95.7	8.04	37.72	8.4	39.4	1.61
	побеги	43.4	3.36	16.46	7.7	37.9	1.42
	ствол	63.8	4.94	24.21	7.7	37.9	1.42
3П	хвоя	117.0	10.55	42.20	9.0	36.1	-
	побеги	51.8	4.88	21.27	9.4	41.1	-
	ствол	76.2	7.17	31.27	9.4	41.0	-
1К	хвоя	64.9	6.46	28.15	9.9	43.4	5.49
	побеги	29.0	2.77	11.44	9.6	39.4	4.45
	ствол	42.6	4.08	16.82	9.6	39.5	4.43
2К	хвоя	90.7	8.77	43.89	9.7	48.4	3.57
	побеги	38.0	3.16	14.49	8.3	38.1	2.78
	ствол	55.8	4.65	21.30	8.3	38.2	2.78
3К	хвоя	150.0	14.09	66.09	9.4	44.1	-
	побеги	54.5	5.03	23.61	9.2	43.3	-
	ствол	80.1	7.41	34.74	9.3	43.4	-

Приросты фитомассы боковых побегов, ствола саженцев кедра сибирского с 9 до 12-летнего возраста приведены в приложении 3, а масса ствола 8-летних саженцев - в приложении 4.

Общая масса хвои, побегов и ствола саженцев в 15-летнем биологическом возрасте отражена в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Фитомасса саженцев кедра сибирского в 15-летнем биологическом
возрасте по вариантам опыта

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05}=1.99$)
1	2	3	4	5	6	7	8
1П	хвоя	385.2	37.46	187.30	9.7	48.6	3.17
	побеги	195.3	18.41	88.29	9.4	45.2	3.61
	ствол	291.5	27.47	131.76	9.4	45.2	3.61

Окончание табл. 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8
	хвоя	543.4	55.00	285.90	10.1	52.6	0.20
2П	побеги	285.9	24.08	115.49	8.4	40.4	0.82
	ствол	426.8	35.94	172.36	8.4	40.4	0.82
3П	хвоя	556.9	39.23	156.91	7.0	28.2	-
	побеги	316.1	27.91	118.41	8.8	37.5	-
	ствол	471.7	41.66	176.73	8.8	37.5	-
1К	хвоя	382.5	30.16	156.73	7.9	41.0	4.67
	побеги	209.5	21.68	112.65	10.3	53.8	3.75
	ствол	312.7	32.36	168.13	10.3	53.8	3.75
2К	хвоя	464.8	37.22	186.08	8.0	40.0	3.34
	побеги	265.2	26.70	128.03	10.1	48.3	2.26
	ствол	395.7	39.85	191.09	10.1	48.3	2.26
3К	хвоя	710.7	63.56	289.14	8.9	42.0	-
	побеги	366.0	35.70	167.49	9.8	45.8	-
	ствол	546.3	53.29	249.97	9.8	45.8	-

Из приведенных данных видно, что 15-летние саженцы, имеющие в 3-летнем возрасте 3 почки, образовали большую массу всех фракций надземной фитомассы по сравнению с саженцами, выращенными из однопочковых семян. Большим накоплением хвои, боковых побегов и ствола отличались также саженцы, относящиеся к варианту, где семена имели наибольшую категорию крупности. Выявленное соотношение массы хвои, побегов, ствола у 15-летних саженцев кедра сибирского отражено в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Соотношение фракций фитомассы плантационных культур
15-летних саженцев по вариантам опытов

Варианты опытов	Масса, г			% соотношения		
	хвоя	побеги	ствол	хвоя	побеги	ствол
1	2	3	4	5	6	7
1П	385.2	195.3	291.5	44.2	22.4	33.4
2П	543.4	285.9	426.8	43.2	22.8	34.0

Окнрчание табл. 3.10

1	2	3	4	5	6	7
3П	556.9	316.1	471.7	41.4	23.5	35.1
1К	382.5	209.5	312.7	42.3	23.1	34.6
2К	464.8	265.2	395.7	41.3	23.6	35.1
3К	710.7	366.0	546.3	43.8	22.6	33.6
Среднее значение	507.3	273.0	407.5	42.7	23.0	34.3

Таким образом, в среднем 15-летние саженцы кедра сибирского в плантационных культурах накапливают 42.7% массы хвои, 23.0% массы побегов и 34.3% массы ствола. Наибольшей экологической эффективностью отличается кедр сибирский в вариантах, где отмечается большее накопление надземной фитомассы.

3.3. Вертикально-фракционное распределение надземной фитомассы

Изучение вертикально-фракционного распределения фитомассы кроны позволяет исследовать массу дерева по вертикальному профилю (Уткин, 1986 и др.). Наши исследования показали, что зависимость величины отдельных фракций фитомассы деревьев от размеров семян в трёхлетнем возрасте при вертикально-фракционном распределении сохраняется, то есть различия по массе хвои, побегов, ствола у вариантов 3К, 2К и 1К достоверны. У растений, имеющих в трёхлетнем возрасте две, три почки, процесс накопления фитомассы идёт гораздо интенсивнее, чем с одной верхушечной почкой. Ниже приведены данные (табл. 3.11), характеризующие вертикально-фракционное распределение фитомассы кедра сибирского по вариантам опыта.

Из приведённых данных видно, что варьирование по массе хвои составляет от 31.8 до 48.7% при средней величине от 11.2 до 18.1 г. Масса побегов колеблется от 31.8 до 46.2%, при среднем значении от 4.7 до 9.7 г, масса ствола - от 7.0 до 13.6 г, а изменчивость - от 31.8 до 46.5%.

Таблица 3.11

Фитомасса однолетней мутовки кедрового сибирского
в 15-летнем возрасте по вариантам опытов

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05}=1.99$)
1П	хвоя	11.2	0.99	4.77	8.8	42.6	1.71
	побеги	5.0	0.41	1.59	8.2	31.8	3.02
	ствол	7.7	0.63	2.45	8.2	31.8	3.02
2П	хвоя	15.4	1.61	7.90	10.4	48.7	-0.61
	побеги	8.1	0.76	3.74	9.4	46.2	-0.69
	ствол	12.4	1.19	5.77	9.5	46.5	-0.63
3П	хвоя	14.1	1.38	5.52	9.8	39.1	-
	побеги	7.4	0.68	2.88	9.2	38.9	-
	ствол	11.4	1.05	4.45	9.2	39.0	-
1К	хвоя	11.2	0.76	3.82	6.8	34.1	4.48
	побеги	4.7	0.45	1.98	9.6	42.1	5.61
	ствол	7.0	0.60	2.77	8.6	39.6	5.09
2К	хвоя	13.3	1.32	5.77	9.9	43.4	2.55
	побеги	6.6	0.57	2.19	8.6	33.2	3.23
	ствол	10.1	0.87	3.37	8.6	33.4	2.43
3К	хвоя	18.1	1.34	5.98	7.4	33.0	-
	побеги	9.7	0.77	3.59	7.9	37.0	-
	ствол	13.6	1.15	5.15	8.5	37.9	-

Соотношение массы частей растений, соответствующих однолетней мутовке, приведено в табл. 3.12. Средняя масса хвои составляет 44.6% от всей её фитомассы, масса побегов - 22.1%, ствола - 33.3%, без существенных колебаний между вариантами опытов.

Таблица 3.12

Соотношение фракций фитомассы кедрового сибирского 15-летнего биологического возраста, соответствующих однолетней мутовке по вариантам опытов

Варианты опытов	Масса, г			Масса, %		
	хвоя	побеги	ствол	хвоя	побеги	ствол
1П	11.2	5.0	7.7	46.9	20.9	32.2
2П	15.4	8.1	12.4	42.9	22.6	34.5
3П	14.1	7.4	11.4	42.9	22.5	34.6
1К	11.2	4.7	7.0	48.9	20.5	30.6
2К	13.3	6.6	10.1	44.3	22.0	33.7
3К	18.1	9.7	13.6	43.7	23.4	32.9
Среднее значение	13.9	6.9	10.4	44.6	22.1	33.3

Установлено, что масса хвои, боковых побегов и ствола, соответствующая двухлетней мутовке, достоверно отличается в вариантах 3П и 3К в сравнении с 1П и 1К (табл. 3.13).

Таблица 3.13

Фитомасса, соответствующая двухлетней мутовке кедрового сибирского разных вариантов

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05}=1.99$)
1	2	3	4	5	6	7	8
1П	хвоя	25.2	2.08	9.74	8.3	38.7	2.02
	побеги	10.5	0.96	3.61	9.1	34.4	4.73
	ствол	9.9	1.00	4.26	10.1	43.0	3.20
2П	хвоя	33.8	2.60	9.74	7.7	28.8	-0.14
	побеги	18.3	1.70	6.80	9.3	37.2	0.39
	ствол	15.3	1.42	5.70	9.3	37.3	0.05
3П	хвоя	33.2	3.37	13.48	10.2	40.6	-
	побеги	19.2	1.57	6.65	8.2	34.6	-
	ствол	15.4	1.40	6.10	9.1	39.6	-

Окончание табл. 3.13

1	2	3	4	5	6	7	8
	хвоя	25.0	1.89	9.07	7.6	36.3	2.91
1К	побеги	12.1	1.19	5.73	9.8	47.4	3.60
	ствол	10.3	0.96	5.03	9.3	48.8	3.15
	хвоя	34.4	3.19	11.50	9.3	33.4	0.28
2К	побеги	19.2	1.70	7.40	8.9	38.5	0.36
	ствол	16.1	1.51	6.59	9.4	40.9	0.13
	хвоя	35.7	3.48	13.02	9.7	36.5	-
3К	побеги	20.1	1.88	7.04	9.4	35.0	-
	ствол	16.4	1.68	5.83	10.2	35.5	-

Абсолютное накопление массы хвои на двухлетней мутовке составляет 31,2 г против 13, 9 г на однолетней. Отмечено увеличение массы боковых побегов более чем в два раза. Процентное соотношение фитомассы двухлетней мутовки в сравнении с однолетней характеризуется увеличением массы хвои и уменьшением массы ствола (табл. 3.14).

Таблица 3.14

Соотношение фракций фитомассы у кедра сибирского на двухлетней мутовке по вариантам опытов

Варианты опытов	Масса, г			Масса, %		
	хвоя	побеги	ствол	хвоя	побеги	ствол
1П	25.2	10.5	9.9	55.3	23.0	21.7
2П	33.8	18.3	15.3	50.1	27.2	22.7
3П	33.2	19.2	15.4	49.0	28.3	22.7
1К	25.0	12.1	10.3	52.8	25.5	21.7
2К	34.4	19.2	16.1	49.4	27.5	23.1
3К	35.7	20.1	16.4	49.5	27.8	22.7
Среднее значение	31.2	16.6	13.9	50.6	26.9	22.5

Изучая соотношение фракций фитомассы на мутовках более старшего возраста, отмечено, что запасы хвои с увеличением возраста мутовок возрастают, но ее доля в общей фитомассе уменьшается (табл. 3.15).

Таблица 3.15

Соотношение фракций фитомассы у кедра сибирского на мутовках разного возраста

Возраст мутовок, лет	Масса, г			Масса, %		
	хвоя	побеги	ствол	хвоя	побеги	ствол
1	13.9	6.9	10.4	44.6	22.1	33.3
2	31.2	16.6	13.9	50.6	26.9	22.5
3	60.3	36.7	30.6	47.2	28.8	24.0
4	62.4	31.1	43.0	45.7	22.8	31.5
5	64.7	33.5	42.6	46.0	23.8	30.2
6	66.2	38.4	35.3	47.3	27.5	25.2
7	70.8	42.8	66.5	39.2	23.8	37.0

Так, на однолетней мутовке запасы хвои были в несколько раз меньше, чем на семилетней, однако ее доля в запасе фитомассы составила в первом случае 39,2%, а во втором - 44,6%. Полученные данные согласуются с выводом Н.А.Бабич (1989), изучающего этот вопрос в культурах сосны обыкновенной. Запасы и распределение фитомассы по вариантам опытов на 3-7-летних мутовках приведены в приложениях 5, 6, где получены подобные закономерности, что и при анализе данных, касающихся первых двух мутовок. В приложении 7 приведена масса стволов от корневой шейки до нижней мутовки по вариантам опытов. Установлено, что в вариантах 3П и 3К она составила 261,7 г и 217,8 г против 159,3 г и 153,5 г у 1П и 1К соответственно.

Суммарная масса хвои, побегов и ствола саженцев 15-летнего биологического возраста приведена в табл. 3.16.

Таблица 3.16

Общая масса хвои, побегов и ствола саженцев кедра сибирского
в 15-летнем биологическом возрасте по вариантам опытов

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05}=1.99$)
1П	хвоя	383.8	38.16	179.00	10.0	46.6	2.51
	побеги	195.4	17.78	85.26	9.1	43.6	2.78
	ствол	296.1	26.94	129.20	9.1	43.6	3.11
2П	хвоя	549.6	52.70	277.40	9.6	50.5	-0.11
	побеги	288.6	23.01	110.36	8.0	38.2	0.53
	ствол	430.7	34.35	164.74	8.0	38.2	0.53
3П	хвоя	541.7	50.09	227.69	9.2	42.0	-
	побеги	308.7	30.54	139.95	9.9	45.3	-
	ствол	460.8	45.59	208.90	9.9	45.3	-
1К	хвоя	379.1	32.13	166.93	8.5	44.0	4.66
	побеги	208.3	20.98	104.91	10.1	47.2	3.91
	ствол	311.1	30.83	154.15	9.9	49.5	3.93
2К	хвоя	478.1	37.25	186.23	7.8	39.0	2.98
	побеги	265.4	26.58	127.49	10.0	48.0	2.32
	ствол	396.1	39.67	190.26	10.0	48.0	2.32
3К	хвоя	676.2	55.01	263.81	8.1	39.0	-
	побеги	366.9	34.68	162.67	9.5	44.3	-
	ствол	547.6	51.77	242.80	9.5	44.3	-

Из приведенных данных видно, что у 15-летних саженцев в зависимости от опытных вариантов масса хвои колеблется от 379,1 г до 676,2 г, боковых ветвей - от 195,4 г до 366,9 г, ствола - от 296,1 г до 547,6 г, достигая максимальных размеров в вариантах 3К и 3П.

Соотношение отдельных элементов надземной фитомассы у саженцев кедра сибирского 15-летнего биологического возраста отражено в табл. 3.17, рис. 3.1.

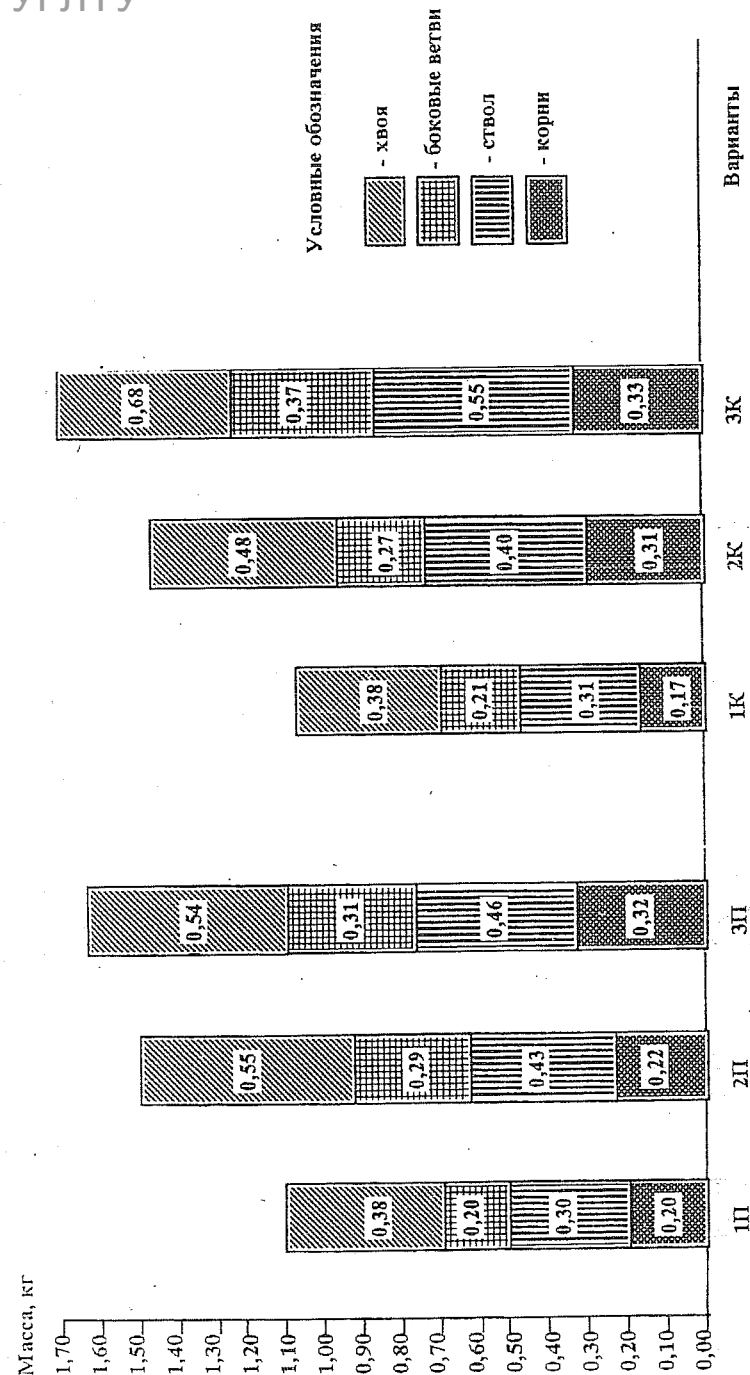


Рис. 3.1 Фитомасса кедра сибирского 15-летнего биологического возраста

Таблица 3.17

Соотношение отдельных фракций фитомассы кедрового сибирского
в 15-летнем возрасте по вариантам опыта

Варианты опытов	Масса, г			Масса, %		
	хвоя	побеги	ствол	хвоя	побеги	ствол
1П	383.8	195.4	296.1	43.9	22.3	33.8
2П	549.6	288.6	430.7	43.3	22.7	34.0
3П	541.7	308.7	460.8	41.4	23.5	35.1
1К	379.1	208.3	311.1	42.2	23.2	34.6
2К	478.1	265.4	396.1	42.0	23.3	34.7
3К	676.2	366.9	547.6	42.5	23.1	34.4
Среднее значение	501.4	272.2	407.1	42.5	23.0	34.5

В целом, на долю хвои в запасе фитомассы всего дерева в 15-летнем возрасте приходится 42.5%, побегов - 23.0%, ствола - 34.5%.

На основании приведённых данных можно сделать вывод о том, что с увеличением размеров посадочного материала (вариант 3К) возрастают запасы надземной фитомассы деревьев в более позднем возрасте (до 15 лет). Также большую фитомассу имеют растения с двумя - тремя верхушечными почками в раннем возрасте (2П; 3П). Распределение фитомассы по фракциям колеблется в зависимости от высоты растения и возраста мутовок.

Данные о накоплении массы корневой системы саженцев в верхнем горизонте почвы по вариантам опыта приведены в табл. 3.18.

Таблица 3.18

Масса корней 15-летних саженцев в плантационных
культурах разных вариантов

Варианты опытов	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_Φ (при $t_{05}=1.99$)
1	2	3	4	5	6	7
1П	201.8	17.58	87.89	8.7	43.6	3.45
2П	220.7	12.43	62.16	5.6	28.2	3.11
3П	317.8	28.58	131.06	9.0	41.2	-

Окончание табл. 3.18

1	2	3	4	5	6	7
1К	165.9	15.59	81.00	9.4	48.8	4.99
2К	315.9	25.02	125.11	7.9	39.6	0.44
3К	333.7	31.41	150.62	9.4	45.1	-
Среднее значение	259.3	21.80	106.31	8.4	41.0	-

В среднем, в монолите 1.0 x 1.0 x 0.5 м³ почвы содержится 259.3 г корневой массы кедрового сибирского, с превышением в вариантах опыта с 3 почками (3П) и второй и третьей категории крупности (2К, 3К).

3.4. Взаимосвязь фитомассы с биометрическими показателями

С целью расчленения фенотипических составляющих биопродуктивности кедрового сибирского на плантации проведено сопоставление вариантов, где трёхлетние сеянцы были рассортированы по числу почек на центральном побеге (1, 2, 3 шт.) - вариант П и по высоте ($H > H_{CP}$, $H = H_{CP}$, и $H < H_{CP}$) - вариант К.

Однако годичный прирост фитомассы определяется не только исходным фенотипическим признаком, например, числом почек на центральном побеге, но в значительной мере - морфологическими показателями дерева: высота, диаметр ствола и кроны, которые варьируют и вне зависимости от числа почек и высоты посадочного материала, а также возрастом дерева (A_B , лет), на который приходится годичный прирост той или иной фракции надземной фитомассы. Фактический возраст фракции кроны в годах, за которые определён прирост её массы рассчитан по формуле

$$A_B = (A - A_P) + 1, \quad (3.1)$$

где A - возраст дерева на настоящий момент (15 лет), A_P - ретроспективный возраст фракции (для текущего года $A_P = 1$, для предшествующего - $A_P = 2$ и т.д.) Для выявления вклада фенотипического признака в общее варьирование прироста фитомассы дерева был применён метод "фиктивных" переменных (Дрейпер, Смит, 1973). В нашем случае "фиктивные" переменные соответствуют фенотипическим признакам, один из которых - число почек

верхушечного побега (П) - кодируется по числу почек числами натурального ряда (1П, 2П, 3П), а вторая - принадлежность к той или иной градации сеянца по высоте (К) в возрасте 3 года на момент посадки сеянцев в школьное отделение питомника, которая по нарастающей высоте также кодируется числами 1К, 2К, 3К. Рассчитаны многофакторные уравнения вида:

$$Z_1 = f(\Pi, H, D_0, D_{кр}, A_B); \quad (3.2)$$

$$Z_1 = f(K, H, D_0, D_{кр}, A_B); \quad (3.3)$$

где Z_1 - годичный прирост массы хвои, ветвей или ствола в абсолютно сухом состоянии, г; H - высота дерева, м; D_0 - диаметр шейки корня, см; $D_{кр}$ - диаметр кроны, м. Для хвои прирост Z_1 - масса её на дереве, соответствующей возрасту A_B . Для ветвей прирост Z_1 - масса, рассчитанная для каждой ветви 1 порядка, расчленённой по мутовкам, которые по отношению к мутовкам ствола являются мутовками 2 порядка, с последующим делением на число годичных колец каждого междоузлия ветвей 1 порядка и с завершающей операцией суммирования полученных значений по каждому году, соответствующему возрасту A_B . Для ствола прирост массы Z_1 рассчитывался по ширине годичных колец и длине междоузлий на стволе (Усольцев, Щерба, 1993).

Получены уравнения:

для массы ветвей, по варианту К:

$$\ln Z_1 = -38.6851 + \frac{0.1642 K}{3.5} + \frac{40.2182}{4.00} \ln H - \frac{1.7104}{4.2} (\ln H)^2 - \frac{3.6831}{7.2} \ln D_0 - \frac{28.6035}{3.6} \ln D_{кр} + \frac{14.7984}{4.5} \ln A_B - \frac{10.0488}{2.5} \ln H \ln A_B; \quad R^2 = 0.957; \quad (3.4)$$

и по варианту П:

$$\ln Z_1 = -16.0022 + \frac{0.2718 \Pi}{5.0} - \frac{0.9851}{2.4} \ln D_{кр} + \frac{6.5576}{31.5} \ln A_B + \frac{1.1310}{6.7} \ln H \ln A_B + \frac{0.8896}{2.5} (\ln H)^2; \quad R^2 = 0.945. \quad (3.5)$$

В уравнениях (3.4) и (3.5) в числителе - значение константы, в знаменателе - её значимость по Стьюденту. Все константы значимы на уровне $t_{05} = 2.00$ и выше. Совокупность факторов, включённых в (3.4) и (3.5), объясняет в первом случае 95.7% общей изменчивости прироста ветвей, а во втором -

94.5%. При подстановке фиксированных значений H, D_0 , $D_{кр}$, A_B в уравнении (4) приросты ветвей по варианту 3К превышают значения по варианту K=1 в 1.4 раза, а при той же манипуляции с уравнением (3.5) приросты ветвей по варианту П=3 больше приростов по варианту П=1 в 1.7 раза.

Вклад одного и другого фенотипического признака в объяснение изменчивости годичного прироста хвои статистически не значим ($t_{\Phi} = 0.65$ и 0.21 , что $< t_{05} = 2.0$), и обобщённое по всем вариантам уравнение для прироста массы хвои имеет вид:

$$\ln Z_1 = -12.2552 - \frac{3.4779}{4.8} \ln D_0 + \frac{2.4824}{5.8} \ln D_{кр} + \frac{7.0809}{19.7} \ln A_B + \frac{3.4523}{5.7} \ln H; \\ \ln D_0 - \frac{3.3118}{6.3} \ln D_{кр} \ln D_0; \quad R^2 = 0.862. \quad (3.6)$$

Аналогичная ситуация выявлена относительно вклада фенотипических признаков в изменчивость годичного прироста массы стволов ($t_{\Phi} = 0.44$ и 0.91), и обобщённое по всем вариантам уравнение для прироста ствола имеет вид:

$$\ln Z_1 = 2.0810 - \frac{1.9123}{2.6} \ln D_0 + \frac{5.7366}{10.5} \ln D_{кр} - \frac{6.2772}{5.8} (\ln H)^2 + \frac{2.3292}{3.2} \ln D_0 \ln H \\ + \frac{2.3944}{3.2} \ln D_{кр} \ln H + \frac{0.9872}{2.1} \ln H \ln A_B + \frac{1.0798}{4.7} \ln D_0 \ln A_B - \frac{2.2712}{6.6} \ln D_{кр} \ln A_B; \\ R^2 = 0.939. \quad (3.7)$$

Путём табулирования уравнения (3.4.....3.7) можно получить динамику прироста фитомассы деревьев за последние 7 - 8 лет как по отдельным фракциям, так и в целом для надземной части дерева, для прироста массы ветвей, к тому же, отселектированную по фенотипическим признакам.

Результаты проведённых исследований показали, что саженцы кедра сибирского 15-летнего возраста образуют разное количество надземной фитомассы. Масса хвои, побегов зависит от периода образования мутовок (3 - 9 лет), охвоенности боковых побегов, их числа в мутовках, диаметра кроны. Высота саженцев коррелирует с диаметром кроны, массой хвои, числом мутовок на дереве (табл. 3.19).

Таблица 3.19

Зависимость высоты 15-летних саженцев от биометрических показателей

Показатели	Коэффициент корреляции	Теснота связи
Высота и масса хвои	0.81 + 0.070	высокая
Высота и диаметр кроны	0.96 + 0.015	очень высокая
Высота и число мутовок на дереве	0.61 + 0.070	значительная

Данные табл. 3.19 указывают на существование высокой и очень высокой тесноты связи между высотой 15-летних саженцев кедров сибирского и массой хвои, а также высотой и диаметром кроны.

3.5. Выводы

В результате проведенных исследований по формированию фитомассы кедров сибирского 15-летнего биологического возраста в плантационных культурах было установлено следующее:

1. Отмечен очень высокий и высокий уровни варьирования массы хвои, диаметра кроны, диаметра ствола, высоты, годового прироста центрального побега, числа боковых ветвей в мутовках, что при одинаковых условиях выращивания обусловлено генотипическими особенностями организмов.

2. Наибольшую высоту имеют 15-летние саженцы, отобранные в трёхлетнем возрасте по высоте; наибольший диаметр отмечен у 15-летних саженцев, имеющих в трёхлетнем возрасте 2 и 3 почки.

3. Кедр сибирский разных морфологических форм отличается по количеству боковых ветвей в мутовках. Наибольшее их число отмечено у саженцев в вариантах, где в качестве посадочного материала были использованы 3-летние сеянцы с наибольшим количеством верхушечных почек и высотой, большей, чем средняя.

4. Показатели общей массы хвои, ветвей, стволов и корней также положительно связаны как с числом почек, так и с высотой сеянцев, и эта связь достоверна ($t_{\phi} > t_{05}$). В среднем, саженцы кедров сибирского накапливают к 15-летнему возрасту надземную фитомассу, распределённую между хвоей, ветвями и стволом в процентном выражении соответственно как 43, 23 и 34%.

5. Установлена закономерность увеличения фитомассы разных фракций с увеличением возраста саженцев кедров сибирского.

6. Отмечено значительное увеличение массы хвои в вариантах максимальной категории крупности (превышение составляет 85.8%) и с использованием многопочковых форм (44.6%).

7. Установлено вертикально-фракционное распределение фитомассы 15-летних саженцев кедров сибирского разных вариантов. Соотношение фракций фитомассы в первых шести мутовках от вершины, т.е. в мутовках 1...6-летнего возраста, составила для хвои, ветвей и ствола соответственно 45...51, 22...29 и 22...33%. В семилетней мутовке резко снижается доля хвои (соотношение соответственно 39, 24, 37%), а в восьмилетней мутовке хвоя обычно уже отсутствует при использовании в качестве посадочного материала семилетних саженцев.

8. Масса корней у 15-летних саженцев кедров сибирского достигает наибольших величин в тех вариантах, где отмечен наиболее интенсивный рост надземной фитомассы.

9. Установлено наличие высокой и очень высокой тесноты связи между высотой 15-летних саженцев и массой хвои, а также высотой и диаметром кроны.

10. При создании плантационных культур кедров сибирского, отличающихся максимальным экологическим эффектом, необходимо использовать трёхлетние сеянцы, отобранные по наибольшей высоте и числу верхушечных почек, способных в последующем образовать фитомассу в большом количестве, то есть чем лучше посадочный материал с учетом биометрических показателей, тем более высокие экологические свойства будут иметь формируемые насаждения.

4. СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ КЕДРОВЫХ СОСЕН РАЗНЫХ ВИДОВ И ЭКОТИПОВ

4.1. Изменчивость биометрических показателей кедровых сосен в зависимости от видовой и экотипической принадлежности

Изучены биометрические показатели и структура фитомассы в 30-летних плантационных культурах (первый участок), созданных кедром сибирским следующих происхождений: Бирюсинское, Танзыбейское, Черемховское и Каракокшинское - по названию предприятий, где произрастают маточные насаждения; в дальнейшем они обозначаются соответственно как популяции (1, 2, 3 и 4) и кедром корейским (одна популяция). Разброс по широте мест произрастания популяций составляет от 49° до 56° с.ш. по долготе - от 86° до $134^{\circ} 50'$ в.д., по высоте над уровнем моря - от 200 до 1000 м.

Все маточные насаждения относятся к III классу бонитета, кроме Черемховских, имеющих II класс бонитета. Масса 1000 шт. семян, использованных для выращивания посадочного материала и создания плантационных культур, варьировала для кедра сибирского от 218 до 250 г, для кедра корейского составила 524 г. Средняя высота кедровых сосен 30-летнего биологического возраста в плантационных культурах равна 4.3 м (табл. 4.1). Наибольшую высоту имеет кедр сибирский Черемховского происхождения в сравнении с местными ($t_{\phi} > t_{05}$). Экотипы местный (Бирюсинский), Танзыбейский и Каракокшинский (Горный Алтай) имеют высоту с небольшими колебаниями ($t_{\phi} < t_{05}$). Кедр корейский по высоте значительно уступает сравнимым экотипам кедра сибирского. Уровень изменчивости высоты в каждом экотипе - от значительного до большого.

Варьирование диаметра ствола на высоте 1.3 м от поверхности почвы отражено в табл. 4.2. Из приведённых данных видно, что диаметр у кедра сибирского в зависимости от экотипической принадлежности колеблется от 6.5 до 7.1 см. Уровень изменчивости внутри экотипов кедра сибирского большой, кедра корейского - очень большой. Кедр корейский того же возраста имеет меньший диаметр в сравнении с кедром сибирским как местного, так и инорайонного происхождений ($t_{\phi 1} = 3.28$, что $> t_{05} = 2.04$).

Таблица 4.1

Еарьирование высоты кедровых сосен 30-летнего возраста

Происхождение	Статистические показатели				Уровень изменчивости		$t_{05} = 2.04$	
	X, м	$\pm m_x$, м	$\pm \delta$, м	P, %	V, %	$t_{\phi 1}$	t_{02}	
Бирюсинское	4.1	0.15	1.02	3.7	24.9	-	2.28	
Танзыбейское	4.3	0.15	0.93	3.5	21.6	-0.95	1.14	
Черемховское	4.5	0.09	1.14	2.0	25.3	-2.28	-	
Каракокшинское	4.3	0.15	0.89	3.5	20.7	-0.95	1.14	
Вакокое	3.4	0.17	0.97	5.0	28.5	3.08	5.72	

кедр сибирский

кедр корейский

Таблица 4.2

Варьирование диаметра ствола (на выкоте 1.3 м от поверхности почвы) у кедровых сосен 30-летнего возраста

Происхождение	Статистические показатели					Уровень изменчивости		$t_{05} = 2.04$	
	X, см	$\pm m_x$, см	$\pm \delta$, см	P, %	V, %	изменчивости	$t_{\Phi 1}$	$t_{\Phi 2}$	
Бирюсинское	6.8	0.21	1.98	3.1	29.1	большой	-	0.72	
Танзыбейское	6.9	0.31	1.90	4.5	27.5	большой	-0.27	0.42	
Черемховское	7.1	0.36	2.23	5.1	31.4	большой	-0.72	-	
Каракокшинское	6.5	0.33	1.90	5.1	29.2	большой	0.77	1.23	
Вакское	5.6	0.30	2.12	5.4	37.9	очень большой	3.28	3.20	

кедр сибирский

кедр корейский

52

53

Сумма годовых приростов центрального побега с 1991 по 1993 г. у кедра сибирского разных экотипов составляет от 62.1 до 68.5 см, у кедра корейского - 40.6 см, что указывает на менее интенсивный рост у кедра корейского и в последующие годы. Уровень изменчивости годовых приростов от значительного до большого, что указывает на продолжающуюся дифференциацию деревьев по данному показателю (табл. 4.3).

Протяжённость кроны кедровых сосен варьирует от 2.4 до 3.1 м у экотипов кедра сибирского и составляет 1.6 м у кедра корейского. Выделены экотипы кедра сибирского - Черемховский и Каракокшинский, имеющие большую протяжённость кроны. Кедр корейский имеет меньшую протяжённость кроны. Диаметр кроны у кедровых сосен варьирует от 1.3 до 1.6 м без достоверных различий при сравнении данного показателя (приложение 8). Сравнение длины хвои на боковом побеге прироста 1993 г. мутовки 1986 г. у кедра сибирского разных экотипов и кедра корейского показало, что длина хвои у экотипов кедра сибирского находится в пределах 8.9 - 9.4 см. Кедр корейский сформировал более короткую хвою - 8.4 см, различия подтверждаются математической обработкой ($t_{\Phi 1} > t_{05}$). Данные по длине хвои приведены в приложении 9.

Продолжительность жизни хвои у экотипов кедра сибирского составляет 5.4 года, кедра корейского значительно меньше - 4.2 года (приложение 10).

Число боковых ветвей в мутовках кедровых сосен за период с 1991 по 1993 гг. представлено в табл. 4.4. Наибольшее число боковых побегов у экотипов местного происхождения (Бирюсинский), Танзыбейского и Черемховского. Кедр сибирский Горно-Алтайского происхождения (Каракокшинский) образует меньшее количество боковых побегов в мутовках ($t_{\Phi 1}$ в сравнении с местным экотипом равен 2.30, при $t_{05} = 2.04$). Кедр корейский имеет в мутовках самое наименьшее количество боковых ветвей - 8.2 шт. за этот период. Рассмотрены углы прикрепления боковых ветвей к стволу. Установлено, что в верхней части кроны минимальный угол прикрепления боковых побегов к стволу имеют кедры Горно-Алтайского происхождения - 46.4° , средний - у Бирюсинского, Танзыбейского и Черемховского экотипов, максимальный - у кедра корейского - 58.6° . Уровень изменчивости данного показателя значительный (приложение 11).

Таблица 4.3

Варьирование суммы приростов центрального побега за последние 3 года
роста кедровых сосен 30-летнего возраста

Происхождение	Статистические показатели					Уровень изменчивости	$t_{05} = 2.04$	
	X, см	$\pm m_x$, см	$\pm \delta$, см	P, %	V, %		t_{01}	t_{02}
кедр сибирский								
Бирюсинское	65.7	2.27	12.40	3.5	18.9	значительный	-	0.70
Танзыбейское	67.3	3.36	20.69	5.0	30.7	большой	-0.39	0.26
Черемховское	68.5	3.28	20.10	4.8	29.3	большой	-0.70	-
Каракокшинское	62.1	4.30	24.71	6.9	39.8	большой	0.74	1.18
кедр корейский								
Вакское	40.6	3.82	19.48	9.4	48.0	большой	5.65	5.54

54

55

Максимальный угол прикрепления боковых ветвей к стволу формируется в нижней части кроны. Его показания варьируют от 81° у кедра корейского до 72.6° у кедра сибирского Горно-Алтайского происхождения. По углу прикрепления боковых ветвей в нижней части побега к стволу выделены кедр Бирюсинского, Черемховского и Каракокшинского происхождений, имеющие более острый угол. Кедр сибирский Танзыбейского происхождения и кедр корейский имеют угол прикрепления боковых ветвей к стволу, приближающийся к прямому (приложение 12).

Проанализированы данные, характеризующие успешность произрастания интродуцированного вида - кедра корейского в пригородной зоне г. Красноярск. Критерии достоверности различия между показателями кедра корейского и кедра сибирского разных экотипов приведены в табл. 4.5. Из приведенных данных видно, что по большинству биометрических показателей (высота и диаметр ствола, прирост побега за последние 3 года, число ветвей в мутовке, протяжённость и диаметр кроны, длина хвои и продолжительность её жизни, угол прикрепления ветвей к стволу) популяции кедра сибирского между собой не различаются или различие находится на пределе допустимого значения t-критерия. Кедр корейский в сравнении с кедром сибирским имеет на достоверном уровне меньшую высоту, диаметр ствола, число ветвей в мутовке, диаметр кроны, длину хвои, продолжительность жизни хвои, но большие углы прикрепления ветвей к стволу и протяжённость кроны.

На втором участке выполнен анализ изменчивости биометрических показателей кедра сибирского 29-летнего возраста следующих мест происхождения: Красноярского, Хакаского и Читинского (соответственно популяции 1, 2 и 3).

Наибольшую высоту, диаметр ствола на высоте 0.1 и 1.3 м от поверхности почвы имеет кедр сибирский Хакаского (Сонского) происхождения. Сумма годовых приростов за последние три года (на момент учёта) наибольшая у деревьев Сонского и местного (Красноярского) происхождений. Протяжённость кроны у кедра сибирского колеблется от 1.6 до 2.2 м, достигая наибольших размеров у саженцев местного и Сонского происхождений. Диаметр кроны наибольший таюке у саженцев Сонского

Таблица 4.4

Число боковых побегов в мутовках кедровых сосен 30-летнего возраста за последние 3 года их роста

Происхождение	Статистические показатели					Уровень изменчивости		$t_{05} = 2.04$	
	X, шт.	± глх, шт.	± δ, шт.	ρ, %	V, %	изменчивости	$t_{Ф1}$	$t_{Ф2}$	
Бирюсинское	13.8	0.39	2.18	2.8	15.8	значительный	-	0.56	
Танзыйбайское	14.2	0.59	3.62	4.2	25.5	большой	-0.56	-	
Черемховское	13.9	0.72	4.46	5.2	32.1	большой	-0.12	0.32	
Каракокшинское	11.9	0.73	4.19	6.1	35.2	большой	2.30	2.45	
Вакское	8.2	0.57	2.89	7.0	35.2	большой	8.11	7.31	

кедр сибирский

кедр корейский

56

Таблица 4.5

Критерии достоверности различий ($t_{Ф}$) между кедром корейским и кедром сибирским изученных экотипов

Происхождение	Критерии достоверности различий ($t_{Ф}$) при сравнении									
	высот	диаметров ствола на высоте 1.3 м	приростов за 1991 - 1993 гг.	диаме- тров кроны	длины хвои	продолжи- тельности жизни хвои	числа боковых ветвей	углов прикреп- ления боковых ветвей к стволу		
								min	max	
Бирюсинские	-3.08	-3.28	-5.65	-1.92	-3.24	-5.55	-8.11	3.63	3.28	
Танзыйбайские	-3.97	-3.01	-5.25	-2.16	-2.74	-7.07	-7.31	3.14	0.82	
Черемховские	-5.72	-3.20	-5.54	-2.16	-3.55	-6.51	-6.21	3.18	4.08	
Каракокшинские	-3.97	-2.02	-3.74	-1.44	-1.89	-6.25	-3.99	5.06	0.92	

57

происхождения. Он составляет 1.7 м в сравнении с Красноярским экотипом - 1.3 м и Красночикоиским из Читинской области - 1.2 м. Длина хвои сравниваемых экотипов не имеет достоверных различий. Она в среднем составляет 8.3 см. Продолжительность жизни хвои наибольшая у кедр Красноярского и Сонского происхождений (5.0 и 5.5 лет), наименьшая у Читинского экотипа - 4.2 года. Число боковых ветвей на мутовках наибольшее у саженцев Сонского происхождения. Наиболее острый угол прикрепления боковых ветвей к верхней части кроны формирует кедр сибирский Красночикоиского происхождения - 56.8 град., в то время как у кедр Сонского происхождения боковые ветви крепятся к стволу под более острым углом 43.9 град. В нижней части кроны угол прикрепления боковых ветвей к стволу варьирует от 72.7 град. до 81.3 град. без достоверных различий между сравниваемыми вариантами (приложение 13).

4.2. Вертикально-фракционное распределение фитомассы у кедровых сосен 30-летнего биологического возраста

Сравнительная характеристика распределения фитомассы на однолетней мутовке разных экотипов кедр сибирского и кедр корейского приведена в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Фракционное распределение фитомассы на однолетней мутовке кедровых сосен 30-летнего биологического возраста

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_Φ (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	15.8	0.37	2.83	2.3	17.9	-
Побеги	6.8	0.19	1.43	2.8	21.0	-
Ствол	55.8	4.55	34.35	8.2	61.6	-
Общая фитомасса	78.4	5.11	38.61	6.5	49.2	-

1	2	3	4	5	6	7
Танзыбейское,						
Хвоя	8.9	0.39	3.41	4.4	38.3	12.84
Побеги	6.0	0.22	1.87	3.7	31.2	2.75
Ствол	41.0	0.56	23.58	1.4	57.5	3.23
Общая фитомасса	55.9	1.17	28.86	2.1	51.6	4.25
Черемховское,						
Хвоя	13.4	0.22	1.45	1.6	10.8	5.56
Побеги	9.2	0.34	2.27	3.7	24.7	-6.16
Ствол	23.6	0.93	6.20	3.9	26.3	6.93
Общая фитомасса	46.2	1.49	9.92	3.2	21.5	6.07
Каракокшинское,						
Хвоя	15.8	0.26	3.16	1.6	20.0	0.00
Побеги	8.4	0.15	1.79	1.8	21.3	-6.61
Ствол	14.2	0.45	5.46	3.2	38.5	9.10
Общая фитомасса	38.4	0.86	10.41	2.2	27.1	7.69
кедр корейский						
Вакское						
Хвоя	7.1	0.15	1.01	2.1	14.2	21.79
Побеги	3.7	0.30	2.08	8.1	56.2	8.73
Ствол	7.4	0.28	1.92	3.8	25.9	10.60
Общая фитомасса	18.2	0.73	5.01	4.0	27.5	11.60

Из приведённых данных видно, что фитомасса кедр сибирского изученных экотипов относительно однолетней мутовки вдвое больше, чем у кедр корейского. Сравнение накопления фитомассы кедр сибирского разных экотипов показало, что наибольшую фитомассу имеет однолетняя мутовка у кедр местного происхождения, наименьшую - у кедр сибирского из Горного Алтая (Каракокшинский экотип). Черемховский и Каракокшинский экотипы образовали большую массу боковых побегов ($t_\Phi = 6.16$ и 6.61 при $t_{05} = 2.04$).

Фитомасса на однолетней мутовке у кедр сибирского Танзыбейского происхождения и кедр корейского имеет наименьшие показатели по массе хвои и боковых побегов. Масса ствола наибольшая у кедр сибирского Бирюсинского происхождения, наименьшая - у Каракокшинского.

Образование фитомассы на двухлетней мутовке отражено в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Фитомасса, соответствующая двухлетней мутовке кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7
кедр сибирский						
Бирюсинское,						
Хвоя	45.2	2.77	20.89	6.1	46.2	-
Побеги	21.5	1.03	7.74	4.8	36.0	-
Ствол	58.1	3.88	28.91	6.6	49.8	-
Общая фитомасса	124.8	7.63	57.54	6.1	46.1	-
Танзыбейское,						
Хвоя	57.5	2.74	23.70	4.8	41.2	-3.16
Побеги	24.1	0.79	6.82	3.3	28.3	-2.00
Ствол	33.3	2.28	19.77	6.8	59.4	5.56
Общая фитомасса	114.9	5.81	50.29	5.1	43.8	1.03
Черемховское,						
Хвоя	36.3	1.78	11.86	4.9	32.7	2.70
Побеги	25.9	1.36	9.05	5.3	34.9	-2.58
Ствол	61.2	4.17	27.64	6.8	45.2	-0.55
Общая фитомасса	123.4	7.31	48.55	5.9	39.3	0.13
Каракокшинское,						
Хвоя	42.3	0.49	5.98	1.2	14.1	1.03
Побеги	26.0	0.54	6.53	2.1	25.1	-3.87
Ствол	41.3	1.35	16.39	3.3	39.7	4.14
Общая фитомасса	109.6	2.38	28.90	2.2	26.4	1.90

Окончание табл. 4.7

1	2	3	4	5	6	7
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	10.0	0.36	2.51	3.6	25.1	12.60
Побеги	6.0	0.35	2.44	5.8	40.7	14.25
Ствол	9.8	0.56	3.85	5.7	39.3	12.48
Общая фитомасса	25.8	1.27	8.80	4.9	34.1	12.80

Двухлетняя мутовка имеет наибольшую фитомассу у кедр сибирского местного и Черемховского происхождений. Снижение фитомассы двухлетней мутовки на 12.2% отмечено у кедр сибирского Каракокшинского происхождения в сравнении с Бирюсинским. Наименьшая фитомасса на двухлетней мутовке приходится на кедр корейский. Наибольшую массу хвои на двухлетней мутовке имеет кедр сибирский Танзыбейского происхождения, массу боковых побегов - Черемховского и Каракокшинского происхождений.

Трехлетняя мутовка накапливает большую фитомассу, чем двухлетняя (табл. 4.8).

Таблица 4.8

Фитомасса, соответствующая трёхлетней мутовке кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7
кедр сибирский						
Бирюсинское,						
Хвоя	46.9	2.65	20.00	5.7	42.6	-
Побеги	29.9	1.62	12.24	5.4	40.9	-
Ствол	50.4	3.44	26.00	6.8	51.6	-
Общая фитомасса	127.2	7.71	58.24	6.1	45.8	-

Окончание табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7
Танзыбейское,						
Хвоя	41.3	1.82	15.74	4.4	38.1	1.74
Побеги	29.2	1.89	16.38	6.5	56.1	0.28
Ствол	42.4	1.60	13.83	3.8	32.6	2.16
Общая фитомасса	112.9	5.31	45.95	4.7	40.7	1.53
Черемховское,						
Хвоя	63.4	4.16	27.61	6.6	43.5	-3.35
Побеги	49.0	3.80	25.23	7.8	51.5	-4.62
Ствол	85.7	6.57	43.59	7.7	50.9	-4.76
Общая фитомасса	198.1	14.53	96.43	7.3	48.7	-4.31
Каракокшинское,						
Хвоя	55.6	0.89	10.74	1.6	19.3	-3.11
Побеги	32.4	0.74	9.01	2.3	27.8	-1.40
Ствол	52.8	2.10	25.46	4.0	48.2	-0.60
Общая фитомасса	140.8	3.73	45.21	2.6	32.1	-1.59
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	44.1	2.46	17.02	5.6	38.6	0.77
Побеги	19.3	1.23	8.50	6.4	44.0	5.21
Ствол	10.6	0.48	3.33	4.5	31.4	2.11
Общая фитомасса	74.0	4.17	28.85	5.6	39.0	6.07

Из приведённых данных видно, что на трёхлетней мутовке имеется большая фитомасса у кедра сибирского Черемховского происхождения, здесь наблюдается превышение по массе всех фракций: хвои, боковых побегов и ствола—в сравнении с фитомассой на трёхлетней мутовке у кедров местного и других происхождений. Большая масса хвои наблюдается и у кедра сибирского Каракокшинского происхождения. Наименьшую массу побегов и ствола на трёхлетней мутовке имели кедр корейский и массу ствола кедр сибирский Танзыбейского происхождения.

Четырёхлетняя мутовка наибольшую фитомассу по всем фракциям имеет у кедра сибирского Танзыбейского и Каракокшинского происхождений - при сравнении массы хвои и боковых побегов с фитомассой кедров местного происхождения. Наименьшая фитомасса на четырёхлетней мутовке - у кедра корейского (табл. 4.9).

Таблица 4.9

Фитомасса, соответствующая четырёхлетней мутовке кедровых сосен
в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	± m _x , г	± δ, г	P, %	V, %	t _φ (при t ₀₅ = 2.04)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Еирюсинское,						
Хвоя	82.0	3.11	23.46	3.8	28.6	-
Побеги	55.3	2.47	18.65	4.5	33.7	-
Ствол	64.5	2.93	22.13	4.5	34.3	-
Общая фитомасса	201.8	8.51	64.24	4.2	31.8	-
Танзыбейское,						
Хвоя	114.6	3.59	31.10	3.1	27.1	-6.74
Побеги	65.9	2.39	20.69	3.6	31.4	-3.08
Ствол	77.2	3.62	31.39	4.7	40.7	-2.73
Общая фитомасса	257.7	9.60	83.18	3.7	32.3	-6.58
Черемховское,						
Хвоя	78.5	3.49	23.18	4.4	29.5	0.75
Побеги	58.6	2.41	16.00	4.1	27.3	-0.96
Ствол	91.2	7.92	52.55	8.7	57.6	-3.16
Общая фитомасса	228.3	13.82	91.73	6.1	40.2	-3.12
Каракокшинское,						
Хвоя	135.0	4.36	52.87	3.2	39.2	-9.90
Побеги	87.7	3.77	45.75	4.3	52.2	-7.19
Ствол	70.2	2.63	31.85	3.7	45.4	-1.45
Общая фитомасса	292.9	10.76	130.47	3.7	44.5	-10.72

Окончание табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	28.3	1.14	7.92	4.0	28.0	16.21
Побеги	11.4	0.59	4.12	5.2	36.1	17.29
Ствол	15.5	1.37	9.51	8.8	61.4	15.15
Общая фитомасса	55.2	3.10	21.55	5.6	39.0	17.25

Фитомасса на пятилетней мутовке кедровых сосен представлена в табл. 4.10.

Таблица 4.10

Фитомасса, соответствующая пятилетней мутовке кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_Φ (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	139.6	4.87	36.80	3.5	26.4	-
Побеги	96.8	3.91	29.50	4.0	30.5	-
Ствол	92.6	2.89	21.85	3.1	23.6	-
Общая фитомасса	329.0	11.67	88.15	3.6	26.8	-
Танзыбейское,						
Хвоя	119.3	5.73	49.63	4.8	41.6	2.70
Побеги	75.3	3.55	30.71	4.7	40.8	4.07
Ствол	79.2	3.49	30.25	4.4	38.2	2.96
Общая фитомасса	273.8	12.77	110.59	4.7	40.4	3.18
Черемховское,						
Хвоя	134.1	6.96	46.14	5.2	38.1	0.64
Побеги	95.7	5.49	36.43	6.4	42.4	0.16
Ствол	111.4	7.12	47.23	6.3	42.1	-2.45
Общая фитомасса	341.2	19.57	129.80	5.6	38.0	-0.54

Окончание табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7
Каракокшинское,						
Хвоя	120.9	2.50	30.29	2.1	25.1	3.42
Побеги	74.1	2.35	28.46	3.2	38.4	4.98
Ствол	114.7	2.90	35.11	2.5	30.6	-5.40
Общая фитомасса	309.7	7.75	93.86	2.5	30.3	1.37
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	51.5	4.67	32.35	9.1	62.8	13.06
Побеги	20.7	1.66	11.48	8.0	55.5	17.92
Ствол	13.3	0.45	3.11	3.4	23.4	27.11
Общая фитомасса	85.5	6.78	46.92	7.9	54.9	18.05

Из приведённых данных видно, что кедр сибирский местного происхождения накапливает большую фитомассу на пятилетней мутовке в сравнении с кедром сибирским других экотипов и кедром корейским. Исключением является большее накопление массы ствола у кедра сибирского Черемховского и Каракокшинского происхождений.

На шестилетней мутовке отмечено большее накопление фитомассы у кедра сибирского местного и Черемховского происхождений. Кедр сибирский Танзыбейского и Каракокшинского происхождений образовали меньшую массу хвои и боковых побегов, достоверность различий подтверждается математической обработкой ($t_\Phi > t_{05}$). Кедр корейский по массе центрального и боковых побегов на шестилетней мутовке значительно уступает кедру сибирскому всех сравниваемых экотипов (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Фитомасса, соответствующая шестилетней мутовке кедровых сосен
в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_Φ (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	106.8	3.61	27.22	3.4	25.5	-
Побеги	87.3	3.97	30.00	4.5	34.4	-
Ствол	88.5	3.23	24.39	3.6	27.6	-
Общая фитомасса	282.6	10.81	81.61	3.8	28.9	-
Танзыбейское,						
Хвоя	88.5	0.57	4.97	0.7	6.2	7.11
Побеги	56.2	1.30	11.25	2.3	20.0	7.44
Ствол	84.2	3.36	29.10	4.0	34.6	0.92
Общая фитомасса	221.2	5.23	45.32	2.4	20.5	5.11
Черемховское,						
Хвоя	92.0	5.84	38.73	6.3	42.1	2.16
Побеги	70.2	4.87	32.32	6.9	46.0	2.72
Ствол	96.6	6.70	44.45	6.9	46.0	-1.09
Общая фитомасса	258.9	17.41	115.50	6.7	44.6	1.15
Каракокшинское,						
Хвоя	84.9	3.45	41.83	4.1	49.3	4.39
Побеги	64.4	3.03	36.73	4.7	57.0	4.59
Ствол	91.0	3.13	37.97	3.4	41.7	-0.56
Общая фитомасса	240.3	9.61	116.53	3.9	48.5	2.92
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	45.9	2.26	15.66	4.9	34.1	14.30
Побеги	32.0	1.71	11.86	5.3	37.1	12.79
Ствол	12.0	0.54	3.74	4.5	31.2	23.36
Общая фитомасса	89.9	4.51	31.26	5.0	34.8	16.45

Наибольшая фитомасса на семилетней мутовке отмечена, так же как и на мутовке предыдущего года, у кедр сибирского местного происхождения, наименьшая - у кедр сибирского других экотипов и у кедр корейского (табл. 4.12).

Таблица 4.12

Фитомасса, соответствующая семилетней мутовке кедровых сосен
в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_Φ (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	157.6	1.85	14.00	1.2	8.9	-
Побеги	129.4	3.80	28.70	2.9	22.2	-
Ствол	76.7	2.82	21.26	3.7	27.7	-
Общая фитомасса	363.7	8.47	63.96	2.3	17.6	-
Танзыбейское,						
Хвоя	104.5	3.41	29.50	3.3	28.2	13.69
Побеги	90.9	4.31	37.32	4.7	41.1	6.70
Ствол	71.0	1.85	16.05	2.6	22.6	1.69
Общая фитомасса	266.4	9.57	82.87	3.6	31.1	7.61
Черемховское,						
Хвоя	130.6	9.60	63.68	7.4	48.8	2.76
Побеги	103.6	7.67	50.86	7.4	49.1	3.01
Ствол	88.8	5.62	37.27	6.3	42.0	-1.92
Общая фитомасса	323.0	22.89	151.81	7.1	47.0	1.66
Каракокшинское,						
Хвоя	126.8	3.64	44.19	2.9	34.9	7.54
Побеги	110.7	3.31	40.14	3.0	36.3	3.71
Ствол	67.4	2.22	26.90	3.3	39.9	2.59
Общая фитомасса	304.9	9.17	111.23	3.0	36.5	4.71

Окончание табл. 4.12

1	2	3	4	5	6	7
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	20.9	1.50	10.40	7.2	49.8	57.40
Побеги	17.0	1.04	7.23	6.1	42.5	28.53
Ствол	15.4	0.81	5.64	5.3	36.6	20.89
Общая фитомасса	53.3	3.35	23.27	6.3	43.6	34.10

Фитомасса на восьмилетней мутовке наибольшая у кедра сибирского, Каракокшинского и Черемховского происхождений и наименьшая - у кедра корейского и кедра сибирского Танзыбейского происхождения по массе хвои и ствола (табл. 4.13).

Таблица 4.13

Фитомасса, соответствующая восьмилетней мутовке кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{ϕ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7
кедр сибирский						

Бирюсинское,						
Хвоя	138.4	2.91	22.40	2.1	16.2	-
Побеги	118.9	2.64	19.96	2.2	16.8	-
Ствол	87.8	3.41	25.74	3.9	29.3	-
Общая фитомасса	345.1	6.35	47.94	1.8	13.9	-
Танзыбейское,						
Хвоя	134.2	0.72	6.22	0.5	4.6	1.40
Побеги	119.1	2.81	24.32	2.4	20.4	-0.05
Ствол	61.5	2.09	18.09	3.4	29.4	6.58
Общая фитомасса	314.8	5.62	48.63	1.8	15.4	3.57
Черемховское,						
Хвоя	214.0	11.92	79.09	5.6	37.0	-6.16

Окончание табл. 4.13

1	2	3	4	5	6	7
Побеги	191.9	11.09	73.55	5.8	38.3	-6.40
Ствол	95.2	6.13	40.68	6.4	42.7	-1.05
Общая фитомасса	501.1	29.14	193.32	5.8	38.6	-5.23
Каракокшинское,						
Хвоя	259.2	8.17	99.01	3.2	38.2	-13.92
Побеги	241.8	8.37	101.54	3.5	42.0	-14.00
Ствол	63.9	2.15	26.10	3.4	40.8	5.93
Общая фитомасса	564.9	18.69	226.65	3.3	40.1	-11.14
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	26.4	1.13	7.81	4.3	29.6	35.88
Побеги	20.3	0.74	5.10	3.6	25.1	35.96
Ствол	29.4	2.26	15.64	7.7	53.2	14.28
Общая фитомасса	76.1	4.13	28.55	5.4	37.5	35.53

Фитомасса, образованная на девяти-одиннадцатилетних мутовках по массе всех фракций, имела наименьшие показатели у кедра Танзыбейского и Каракокшинского происхождений, а также у кедра корейского. Больше накопление фитомассы в сравнении с местным экотипом отмечено у кедра Черемховского происхождения (табл. 4.14).

Таблица 4.14

Фитомасса, соответствующая девяти-одиннадцатилетней мутовкам кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{ϕ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7
кедр сибирский						

Бирюсинское,						
Хвоя	159.7	4.90	37.00	3.1	23.2	-
Побеги	163.7	6.57	49.57	4.0	30.3	-
Ствол	108.4	3.66	27.61	3.4	25.5	-

Окончание табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7
Общая фитомасса	431.8	15.13	114.18	3.5	26.4	-
Танзыбейское,						
Хвоя	136.0	3.40	29.42	2.5	21.6	3.97
Побеги	135.9	4.39	38.00	3.2	28.0	3.52
Ствол	69.7	3.07	26.61	4.4	38.2	8.10
Общая фитомасса	341.6	10.86	94.03	3.2	27.5	4.84
Черемховское,						
Хвоя	171.3	9.74	64.59	5.7	37.7	-1.06
Побеги	178.4	11.34	75.23	6.4	42.2	-1.12
Ствол	146.7	10.70	71.00	7.3	48.4	-3.39
Общая фитомасса	496.4	31.78	210.82	6.4	42.5	-1.63
Каракокшинское,						
Хвоя	147.1	4.37	53.02	3.0	36.0	1.92
Побеги	131.5	5.31	64.33	4.0	48.9	3.81
Ствол	62.8	2.65	32.16	4.2	51.2	10.09
Общая фитомасса	341.4	12.33	149.51	3.6	43.8	4.63
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	50.3	2.58	15.93	5.1	31.7	19.76
Побеги	37.4	1.63	10.07	4.4	26.9	18.66
Ствол	50.9	2.72	18.84	5.3	37.0	12.61
Общая фитомасса	138.6	6.93	44.84	5.0	32.4	17.62

Из приведённых данных видно, что в год посадки и два последующих года, когда у кедровых сосен шёл процесс восстановления корневой системы, отмечалось слабое накопление фитомассы всех фракций: хвои, боковых побегов и ствола. Наибольшей восстановительной способностью отличались кедр сибирский местного и Черемховского прохождения, наименьшей - Танзыбейского, Каракокшинского. Кедр корейский и в эти годы имеет наименьшую фитомассу. Это свидетельствует, вероятно, о наиболее продолжительном периоде их адаптации.

Данные по накоплению фитомассы на третий год после посадки (двенадцатилетняя мутовка) отражены в табл. 4.15.

Таблица 4.15

Фитомасса, соответствующая двенадцатилетней мутовке кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	138.3	4.57	34.50	3.3	24.9	-
Побеги	130.9	5.26	39.74	4.0	30.4	-
Ствол	111.4	3.94	29.72	3.5	26.7	-
Общая фитомасса	308.6	13.77	103.96	4.5	33.7	-
Танзыбейское,						
Хвоя	163.1	2.62	22.70	1.6	13.9	-4.71
Побеги	142.1	4.65	40.23	3.3	28.3	-1.60
Ствол	102.2	2.75	23.80	2.7	23.3	1.91
Общая фитомасса	407.4	10.02	86.73	2.5	21.3	-5.80
Черемховское,						
Хвоя	369.7	20.90	138.64	5.7	37.5	-10.82
Побеги	321.8	18.87	125.18	5.9	38.9	-9.75
Ствол	185.0	15.21	100.91	8.2	54.5	-4.68
Общая фитомасса	876.5	54.98	364.73	6.3	41.6	-10.02
Каракокшинское,						
Хвоя	171.6	7.80	94.58	4.5	55.1	-3.68
Побеги	173.9	8.06	97.70	4.6	56.2	-4.47
Ствол	123.3	4.62	55.96	3.7	45.4	-1.96
Общая фитомасса	468.8	20.48	248.24	4.4	53.0	-6.51

кедр корейский

Вакское,						
Хвоя	63.3	5.25	32.36	8.3	51.1	10.78

Окончание табл. 4.15

1	2	3	4	5	6	7
Побеги	54.3	4.93	30.37	9.1	55.9	10.63
Ствол	97.7	7.47	51.74	7.6	53.0	1.62
Общая фитомасса	215.3	17.65	120.37	8.2	55.9	4.18

Как видно из табл. 4.15, наибольшую фитомассу на третий год посадки имеет кедр сибирский Черемховского происхождения в сравнении с кедром сибирским других экотипов и кедром корейским.

В табл. 4.16 отражено накопление фитомассы, соответствующей тринадцатилетней мутовке. Из приведённых данных следует, что и на тринадцатилетней мутовке наибольшую фитомассу формирует кедр сибирский Черемховского происхождения.

Таблица 4.16

Фитомасса, соответствующая тринадцатилетней мутовке кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	176.1	3.67	27.70	2.1	15.7	-
Побеги	184.5	5.83	43.98	3.2	23.8	-
Ствол	142.2	4.86	36.67	3.4	25.8	-
Общая фитомасса	502.8	14.36	108.35	2.8	21.5	-
Танзыбейское,						
Хвоя	223.5	8.24	62.24	3.7	27.8	-5.25
Побеги	222.5	8.12	61.30	3.6	27.6	-3.80
Ствол	114.8	3.52	30.52	3.1	26.6	4.57
Общая фитомасса	560.8	19.88	154.06	3.5	27.5	-2.36
Черемховское,						
Хвоя	296.6	14.86	98.59	5.0	33.2	-7.87
Побеги	288.8	15.38	102.02	5.3	35.3	-6.34

Окончание табл. 4.16

1	2	3	4	5	6	7
Ствол	223.4	16.32	108.23	7.3	48.4	-4.77
Общая фитомасса	808.8	46.56	308.84	5.7	38.2	-6.28
Каракокшинское,						
Хвоя	208.7	5.49	66.53	2.6	31.9	-4.94
Побеги	207.5	6.24	75.61	3.0	36.4	-2.69
Ствол	176.8	4.84	58.64	2.7	33.2	-5.04
Общая фитомасса	593.0	16.57	200.78	2.8	33.8	-4.11
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	126.0	6.12	48.24	4.9	38.3	7.02
Побеги	103.4	4.83	32.60	4.7	31.5	10.71
Ствол	76.8	4.68	24.53	6.1	31.9	9.69
Общая фитомасса	306.2	15.63	105.37	5.1	34.4	3.46

На четырнадцатилетней мутовке сохраняется превышение фитомассы у кедра сибирского Черемховского происхождения как при учёте массы хвои, побегов, так и стволовой древесины (табл. 4.17).

Таблица 4.17

Фитомасса, соответствующая четырнадцатилетней мутовке кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	141.2	6.23	47.01	4.4	33.3	-
Побеги	161.7	7.19	54.32	4.4	33.6	-
Ствол	141.6	3.82	28.83	2.7	20.4	-
Общая фитомасса	444.5	17.24	103.16	3.9	23.2	-
Танзыбейское,						
Хвоя	179.1	1.09	8.26	0.6	4.6	-5.99

Окончание табл. 4.17

1	2	3	4	5	6	7
Побеги	200.7	0.72	5.41	0.4	2.7	-5.40
Ствол	140.0	3.60	31.14	2.6	22.2	0.30
Общая фитомасса	519.8	5.41	44.81	1.0	8.6	-4.16
Черемховское,						
Хвоя	208.4	8.14	54.00	3.9	25.9	-6.56
Побеги	209.9	8.92	59.16	4.2	28.2	-4.21
Ствол	254.9	19.35	128.36	7.6	50.4	-5.74
Общая фитомасса	673.2	36.41	241.52	5.4	35.9	-5.67
Каракокшинское,						
Хвоя	164.2	7.97	96.57	4.9	58.8	-2.27
Побеги	176.8	8.43	102.22	4.8	57.8	-1.36
Ствол	180.7	4.78	58.01	2.6	32.1	-6.39
Общая фитомасса	521.7	21.18	256.80	4.1	49.2	-2.82
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	80.3	3.76	42.50	4.7	52.9	8.37
Побеги	103.5	5.36	58.24	5.2	56.3	6.50
Ствол	82.7	3.24	27.82	3.9	33.6	11.76
Общая фитомасса	266.5	12.36	128.56	4.6	48.2	8.39

На пятнадцатилетней мутовке наибольшую массу хвои имеет кедр сибирский Черемховского происхождения, наименьшую - местного (Бирюсинского) происхождения (табл. 4.18). Масса боковых ветвей и ствола преобладает также у кедра сибирского Черемховского и Каракокшинского экотипов.

На шестнадцатилетней мутовке наблюдается резкое увеличение фитомассы у кедра сибирского Каракокшинского происхождения (в основном, за счёт увеличения массы боковых побегов и хвои). Меньшее накопление фитомассы отмечено у кедра сибирского Танзыбейского происхождения и у кедра корейского (табл. 4.19).

Фитомасса, соответствующая пятнадцатилетней мутовке
кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	± m _x , г	± δ, г	P, %	V, %	t _φ (при t ₀₅ = 2.04)
1	2	3	4	5	6	7
кедр сибирский						
Бирюсинское,						
Хвоя	149.7	2.73	17.90	1.8	12.0	-
Побеги	169.1	3.87	25.37	2.3	15.0	-
Ствол	145.3	4.87	36.80	3.4	25.3	-
Общая фитомасса	464.1	11.47	80.07	2.5	17.2	-
Танзыбейское,						
Хвоя	163.8	0.94	7.09	0.6	4.3	-4.88
Побеги	209.5	2.82	21.28	1.3	10.2	-8.44
Ствол	133.7	3.26	28.19	2.4	21.1	1.98
Общая фитомасса	507.0	7.02	56.56	1.4	11.2	-3.19
Черемховское,						
Хвоя	309.4	13.42	89.05	4.3	28.8	-11.66
Побеги	317.4	14.33	95.05	4.5	29.9	-9.99
Ствол	251.1	17.35	115.11	6.9	45.8	-5.87
Общая фитомасса	877.9	45.10	299.21	5.1	34.1	-8.89
Каракокшинское,						
Хвоя	182.4	4.16	50.45	2.3	27.7	-6.57
Побеги	237.5	4.70	56.98	2.0	24.0	-11.23
Ствол	228.8	4.69	56.90	2.0	24.9	-12.35
Общая фитомасса	648.7	13.55	107.43	2.1	16.6	-10.39
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	73.6	4.16	32.66	5.6	44.4	15.31
Побеги	132.4	7.83	59.34	5.9	44.8	4.20
Ствол	94.8	5.42	31.45	5.7	33.2	6.93
Общая фитомасса	300.8	17.41	123.45	5.8	41.0	7.83

Таблица 4.19

Фитомасса, соответствующая шестнадцатилетней мутовке
кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	194.7	3.99	21.86	2.0	11.2	-
Побеги	223.5	5.01	27.43	2.2	12.3	-
Ствол	142.4	5.52	41.65	3.9	29.2	-
Общая фитомасса	560.6	14.52	90.94	2.6	16.2	-
Танзыбейское,						
Хвоя	130.3	5.47	41.30	4.2	31.7	9.51
Побеги	131.1	6.27	47.33	4.8	36.1	8.40
Ствол	127.3	3.73	32.29	2.9	25.4	2.27
Общая фитомасса	388.7	15.47	120.92	3.9	31.1	8.10
Черемховское,						
Хвоя	272.3	9.50	52.90	3.5	19.3	-7.53
Побеги	281.1	7.10	39.54	2.5	14.1	-6.63
Ствол	227.9	12.48	82.80	5.5	36.3	-6.27
Общая фитомасса	781.3	29.08	175.24	3.7	22.4	-6.79
Каракокшинское,						
Хвоя	355.5	9.65	95.52	2.7	26.9	-15.40
Побеги	469.3	13.97	138.28	3.0	29.5	-22.16
Ствол	270.3	5.32	64.56	2.0	23.9	-16.68
Общая фитомасса	1095.1	28.94	298.36	2.6	27.2	-16.51

кедр корейский

Вакское,						
Хвоя	114.2	4.36	32.64	3.8	28.6	13.64
Побеги	138.6	6.28	48.50	4.5	35.0	10.57
Ствол	117.8	5.93	41.62	5.0	35.3	3.03
Общая фитомасса	370.6	16.57	122.76	4.5	33.1	8.62

На семнадцатилетней мутовке наибольшая фитомасса хвои, боковых побегов и ствола обнаружена у кедра сибирского Черемховского происхождения, у кедра сибирского Танзыбейского происхождения отмечено увеличение массы хвои, Каракокшинского - массы хвои и ствола (табл. 4.20).

Таблица 4.20

Фитомасса, соответствующая семнадцатилетней мутовке
кедровых сосен в плантационных культурах

Происхождение, фракции	Статистические показатели					
	X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{Φ} (при $t_{05} = 2.04$)
1	2	3	4	5	6	7

кедр сибирский

Бирюсинское,						
Хвоя	159.2	5.79	31.71	3.6	19.9	-
Побеги	211.0	9.73	53.30	4.6	25.3	-
Ствол	143.4	5.75	43.40	4.0	30.3	-
Общая фитомасса	513.6	21.27	128.41	4.1	25.0	-
Танзыбейское,						
Хвоя	185.7	6.12	37.71	3.3	20.3	-3.15
Побеги	164.4	2.58	15.89	1.6	9.7	4.63
Ствол	157.7	4.83	41.89	3.1	26.6	1.90
Общая фитомасса	507.8	13.53	95.49	2.7	18.8	0.23
Черемховское,						
Хвоя	362.3	15.47	86.13	4.3	23.8	-12.30
Побеги	387.5	13.42	74.74	3.5	19.3	-10.65
Ствол	260.3	13.35	88.57	5.1	34.0	-8.04
Общая фитомасса	1010.1	42.24	249.44	4.2	24.7	-10.49
Каракокшинское,						
Хвоя	194.2	6.92	68.48	3.6	35.3	-3.88
Побеги	220.0	5.02	49.68	2.3	22.6	0.82
Ствол	215.4	5.61	68.03	2.6	31.6	-8.96
Общая фитомасса	629.6	17.55	186.19	2.8	29.6	-4.21

Окончание табл. 4. 20

1	2	3	4	5	6	7
кедр корейский						
Вакское,						
Хвоя	116.3	4.32	28.56	3.7	24.6	-5.94
Побеги	128.4	3.90	21.12	3.0	16.4	-7.88
Ствол	106.1	5.24	18.36	4.9	17.3	4.80
Общая фитомасса	350.8	13.46	68.04	3.8	19.4	6.47

Динамика вертикально-фракционного распределения фитомассы у кедр сибирского разных экотипов и кедр корейского отражена на рис. 4.1, табл. 4.21. Из приведённых данных следует, что наиболее интенсивное накопление общей фитомассы происходит на мутовках более старшего возраста (16 - 17 лет). Наибольшая суммарная фитомасса отмечена у кедр сибирского Черемховского происхождения в сравнении с другими экотипами данного вида и кедром корейским. Динамика вертикально-фракционного распределения массы ствола приведена в приложении 14. Здесь показано, что с увеличением возраста мутовок происходит большее накопление массы древесины. Наиболее интенсивное накопление массы ствола отмечено на мутовках 13 - 17-летнего возраста. Кедр сибирский Черемховского происхождения отличается наиболее интенсивным накоплением массы ствола от 3-летней мутовки до мутовки 17-летнего возраста.

Вертикально-фракционное распределение массы боковых побегов и хвои отражено в прил. 15. Из приведённых данных видно, что наибольшая масса боковых побегов приходится на мутовки 16 - 17-летнего возраста у кедр сибирского местного происхождения; 13 - 15-летнего возраста - у кедр сибирского Танзыбейского происхождения, 12 - 17-летнего возраста - у Черемховского, 13 - 17-летнего - у Каракочшинского происхождений. Кедр корейский формирует большую фитомассу боковых ветвей на мутовках 16 - 17-летнего возраста.

Наибольшее накопление массы хвои отмечено на боковых побегах 13 - 17-летних мутовок. Суммарная масса хвои на 17 мутовках наибольшая у кедр сибирского Черемховского происхождений и наименьшая у кедр корейского.

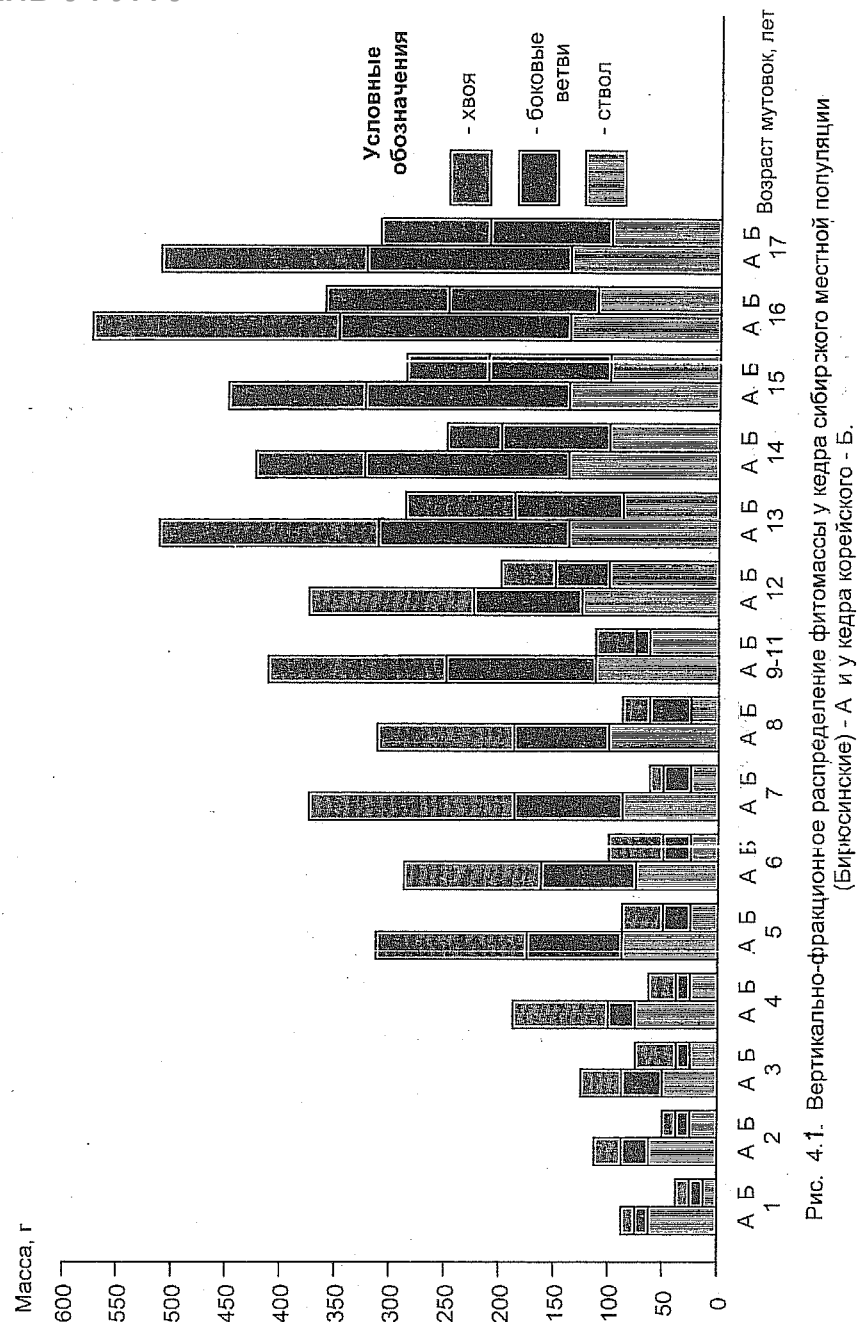


Рис. 4.1. Вертикально-фракционное распределение фитомассы у кедр сибирского местного происхождения (Бирюсинские) - А и у кедр корейского - Б.

Таблица 4.21

Динамика распределения надземной фитомассы кедровых сосен разных видов и экотипов по мутовкам

Происхождение	Возраст мутовки / дерева, лет							
	1/30	2/29	3/28	4/27	5/26	6/25	7/24	8/23
1	2	3	4	5	6	7	8	9

кедр сибирский

Бирюсинское	78.4	124.8	127.2	201.8	329.0	282.6	363.7	345.1
Танзыбейское	55.9	114.9	112.9	257.7	273.8	221.2	266.4	314.8
Черемховское	46.2	123.4	198.1	228.3	341.2	258.9	323.0	501.1
Каракокшинское	38.4	109.6	140.8	292.9	309.7	240.3	304.9	564.9

кедр корейский

Вацское	18.2	25.8	74.0	55.2	86.8	89.9	53.3	76.1
---------	------	------	------	------	------	------	------	------

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 4.21

Происхождение	Возраст мутовки / дерева, лет							Итого фитомассы на 17 мутовках, г
	9-11/20-22	12/19	13/18	14/17	15/16	16/15	17/14	
1	10	11	12	13	14	15	16	17

кедр сибирский

Бирюсинское	431.8	308.6	502.8	444.5	464.1	560.6	513.6	5078.6
Танзыбейское	341.6	407.4	560.8	519.8	507.0	388.7	507.8	4850.7
Черемховское	496.4	876.5	808.8	673.2	877.9	781.3	1010.1	7543.5
Каракокшинское	341.4	468.8	593.0	521.7	648.7	1095.1	629.6	6299.8

кедр корейский

Вацское	138.6	215.3	306.2	266.5	300.8	370.6	350.8	2427.1
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Масса ствола до 14-летней мутовки у кедр сибирского 30-летнего возраста приведена в табл. 4.22.

Таблица 4.22

Масса стволовой древесины у кедр сибирского 30-летнего возраста до 14-летних мутовок

Вид	Кедр сибирский				Кедр корейский
	Происхождение	Бирюсинское	Танзыбейское	Черемховское	Каракокшинское
Масса ствола, г	2621.1	1867.5	3527.0	2765.1	1269.6

Сравнительный анализ фитомассы деревьев приведён в приложении 16, табл. 4.23.

Таблица 4.23

Фитомасса кедр сибирского в плантационных культурах

Происхождение	Фитомасса, г		Показатель достоверности различий t_{ϕ} (при $t_{05} = 2.04$)
	X	$\pm m_x$	
кедр сибирский			
Бирюсинское	7599.7	280.32	-
Танзыбейское	6718.2	236.41	2.40
Черемховское	11070.2	592.55	-5.29
Каракокшинское	9064.9	263.59	-3.81
кедр корейский			
Вакское	3696.7	251.59	10.36

Таким образом, вертикально-фракционный анализ распределения фитомассы деревьев первого участка, стратифицированной по мутовкам, имеющим возраст от 1 до 17 лет, показал, что масса каждой фракции и общая фитомасса возрастают от однолетних мутовок к мутовкам старшего возраста (16 - 17 лет). Более интенсивно это увеличение происходит у кедр сибирского из Черемховской популяции и менее - у кедр корейского. Подобным образом соотносятся и суммарные значения фракций фитомассы по названным

популяциям. По общей фитомассе дерева кедр сибирского различных популяций расположены (в порядке снижения): 3 → 4 → 1 → 2, наименьшей фитомассой характеризуются деревья кедр корейского. Превышение наибольшего значения фитомассы (популяция 3 кедр сибирского) над наименьшим (кедр корейский) - трёхкратное (11.1 : 3.7 кг).

Анализ накопления фитомассы на 2-ом участке - у кедр сибирского Шумихинского (местного), Сонского и Читинского происхождений показал, что наибольшая фитомасса образована у кедр сибирского Сонского и местного происхождений (табл. 4.24).

Таблица 4.24

Накопление фитомассы у кедр сибирского разных экотипов на втором участке

Происхождение	Фитомасса, г		Критерий достоверности различий t_{ϕ} (при $t_{05} = 2.04$)
	X	$\pm m_x$	
Шумихинское	3811.8	299.91	-
Сонское	4162.1	396.57	-0.70
Читинское	3720.5	156.20	0.27

Следовательно, из приведённых материалов можно заключить, что кедр сибирский разных экотипов и кедр корейский формируют разное количество фитомассы, что необходимо учитывать при создании пригородных плантационных культур.

Достоверность различия по накоплению фитомассы кедровыми соснами была установлена и с применением дисперсионного анализа (табл. 4.25).

Таблица 4.25

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Показатели достоверности	
				F_{ϕ}	$F_{\text{табл.}}$
Общая	5.95	9	0.66	-	-
Вариантов	5.67	3	1.89	37.8	3.7
Остаточная	0.28	6	0.05	-	-

F_{ϕ} равна 37.8, что превышает в 10 раз $F_{\text{табл.}}(3.7)$, это в свою очередь указывает на существенное различие фитомассы кедровых сосен разных видов и экотипов.

Накопление фитомассы зависит от диаметра кроны. Установлено наличие значительной и высокой тесноты связи между высотой 29 - 30-летних саженцев кедров сибирского, протяжённостью и диаметром их кроны в плантационных культурах (табл. 4.26).

4.3. Выводы

Изучение особенностей роста кедровых сосен, структуры фитомассы позволили сделать следующие выводы:

1. Лучший рост в пригородной зоне г. Красноярска имеет кедр сибирский Черемховского экотипа, что, вероятно, связано с происхождением семян, которые были собраны в более продуктивных насаждениях II класса бонитета в сравнении с остальными экотипами, семена которых были собраны в насаждениях III класса бонитета.

2. Как показало изучение вертикально-фракционного распределения фитомассы у кедровых сосен 29 - 30-летнего возраста, наибольшее количество фитомассы образует кедр сибирский Иркутского, Горно-Алтайского, Хакасского и Красноярского происхождений. Отстают по накоплению фитомассы кедр корейский и кедр сибирский Читинского происхождения.

3. При создании плантационных культур необходимо наряду с местными экотипами использовать и инорайонные, которые отличаются наиболее быстрым ростом, формированием большей фитомассы в сравнении с местными.

Таблица 4.26

Связь диаметра кроны с высотой кедровых сосен разных экотипов 29 - 30-летнего возраста

Происхождение	Коэффициенты				Теснота связи	Уравнение связи
	Γ	η	γ	t_{γ}		
кедр сибирский						
Бирюсинское	0.231	0.792	0.570	4.10	высокая	$Y = 5.63 - 2.03 X + 0.25 X^2$
Танзыйбайское	0.698	0.850	0.240	1.70	значительная	$Y = 0.22 + 0.33 X$
Черемховское	0.809	0.878	0.120	2.32	высокая	$Y = 0.31 + 0.29 X$
Каракокшинское	0.852	0.906	0.090	0.90	высокая	$Y = -0.34 + 0.44 X$
Шумихинское	0.580	0.698	0.150	1.07	значительная	$Y = 0.35 + 0.3 X$
Сонское	0.824	0.907	0.140	1.00	высокая	$Y = 3.57 - 0.51 X$
Читинское	0.676	0.841	0.250	1.04	значительная	$Y = 0.35 + 0.28 X$
кедр корейский						
Вакское	0.755	0.873	0.190	1.20	высокая	$Y = -0.16 + 0.47 X$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Исследования по изучению роста и структуры фитомассы кедровых сосен в плантационных культурах пригородной зоны г. Красноярска позволили установить следующее:

1. При определении надземной фитомассы у отдельных деревьев и на гектаре плантационных культур использование метода пробных ветвей позволяет проводить отбор перспективных экземпляров, семей и отдельных популяций без рубки деревьев, представляющих большую ценность в экологических культурах.

2. Рост и накопление фитомассы в плантационных культурах зависят от качества посадочного материала, включая его формовое разнообразие. Наиболее продуктивны те плантационные культуры, для создания которых использовали сеянцы наибольшей категории крупности и образующие в трёхлетнем возрасте максимальное количество верхушечных почек.

3. Фитомасса всех фракций у 15-летних саженцев плантационных культур и ее вертикально-фракционное распределение имеют прямую связь с количеством почек и высотой сеянцев в трёхлетнем возрасте.

4. Соотношение фракций надземной фитомассы 15-летних саженцев следующее: 43% (хвоя), 23% (боковые ветви), 34% (ствол).

5. Интенсивность роста и формирования фитомассы зависят от экотипической принадлежности кедра сибирского и биологического вида. Лучшим ростом и большим накоплением фитомассы в условиях пригородной зоны г. Красноярска отличался кедр сибирский испытанных экотипов, наследственность которых формировалась в различных экологических условиях: Красноярские, Иркутские, Горно-Алтайские, Хакасские. Отстают в росте и накоплении фитомассы кедр корейский и кедр сибирский Читинского происхождения.

6. Общая фитомасса у кедра сибирского разных экотипов и кедра корейского снижается от мутовок более старшего возраста к однолетней. Наиболее интенсивно идет снижение массы у кедра сибирского Черемховского происхождения и в меньшей степени - у кедра корейского.

7. Большое влияние на интенсивность роста и формирование фитомассы оказывает продуктивность маточных растений, в частности, класс бонитета.

Кедр сибирский Черемховского происхождения, выращенный из семян, собранных в насаждении II класса бонитета, в условиях пригородной зоны г. Красноярска характеризуется наибольшим накоплением фитомассы.

При создании экологически ценных плантационных культур кедровых сосен в пригородной зоне г. Красноярска необходимо учитывать следующие рекомендации:

1. Кедр сибирский целесообразно использовать при создании экологических плантационных культур; кедр корейский - вводить в экологические плантационные культуры с целью повышения фитонцидной активности культур, а также использовать в качестве интродуцента при формировании дендрариев.

2. Для создания плантационных культур кедра сибирского целесообразно использовать семена Черемховского и местного происхождения, собранных в насаждениях высокой продуктивности.

3. При выращивании посадочного материала - саженцев, целесообразно сеянцы перед перешколиванием рассортировать по формовому разнообразию и использовать для выращивания саженцев сеянцы, относящиеся к высокой категории крупности ($> N_{ср}$) и заложившие на центральном побеге 3 и более крупных верхушечных почек.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абатуров Ю.Д., Матвеева А.А. Определение массы хвои у молодых деревьев сосны по средним побегам // Лесоведение. - 1974. - № 2. - С. 81 - 85.
2. Алимбек Б.М. Перспективы интродукции кедра корейского в Среднем Поволжье // Лесное хозяйство. - 1991. - № 9. - С. 20 - 22.
3. Андреевских Т.П. Лесоводственно-биохимические особенности различных форм кедров сибирского на Урале. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. - Свердловск, 1984. - 22 с.
4. Андриюшквичене С.И. Изучение трёхлетнего потомства отдельных деревьев сосны обыкновенной // Труды Литовского н.-и. ин-та лесного хозяйства, т. XII. - Вильнюс, 1977. - С. 84 - 89.
5. Арутюнян С.Г., Уткин А.И. Биологическая продуктивность и вертикально-фракционная структура естественных средневозрастных древостоев трёх типов сосняков // Вертикально-фракционное распределение фитомассы в лесах. - М.: Наука, 1986. - С. 163 - 180.
6. Аткин А.С. О точности учёта различных фракций фитомассы в сосновых молодняках // Леса и древесные породы Северного Казахстана. - Л.: Наука, 1974. - С. 57 - 63.
7. Аткин А.С. Фитомасса и обмен веществ в сосновых лесах. - Красноярск: Ин-т леса и древесины, 1984. - 135 с.
8. Ахромейко А.И. Булузский бор. - М. - Л.: Гослесбумиздат, 1950. - Т. 3. - 264 с.
9. Бабич Н.А. Выход различных фракций фитомассы сосны обыкновенной в сосняке брусничном искусственного происхождения // Растительные ресурсы. - М. - 1989. - 25, № 1. - С. 39 - 42.
10. Бахтин А.А. Анализ некоторых способов отбора деревьев для определения фитомассы ели // Лесная таксация и лесостроительство. - Красноярск, 1988. - С. 100 - 104.

11. Брынцев В.А., Коженкова А.А. Рост и развитие сеянцев кедров сибирского разных климатипов при интродукции // Лесхоз. инф. - 1992. - № 4. - С. 17 - 20.
12. Бугаев В.А., Онищенко В.В. Фитомасса сосновых древостоев Тебердинского заповедника // Изв. вузов. Лес. ж. - 1987. - № 6. - С. 15 - 17.
13. Бывалец Н.И. Опыт создания лесных культур и выращивания сеянцев кедров в питомниках // Использование и воспроизводство кедровых лесов. - Новосибирск, 1971. - С. 150 - 155.
14. Ватковский О.С. Методы определения фитомассы ствола и кроны дуба // Лесоведение. - 1968. - № 6. -
15. Вейсов С., Каплин В.Г. К методике определения надземной фитомассы белого саксаула в Восточных Каракумах // Пробл. освоения пустынь. - 1976. - № 1. - С. 60 - 64.
16. Влияние леса на окружающую среду /И.И.Ханбеков, Н.А.Недвецкий, В.Н.Власюк и др. - М.: Лесн. пром-сть, 1980. - 136 с.
17. Воронков Н.А. Запасы хвои в культурах сосны в связи с их возрастом и водным режимом // Лесоведение. - 1970. - № 5. - С. 34 - 46.
18. Габеев В.Н. Фитомасса 10-летних культур сосны // Лесоведение. - 1969. - № 3. - С. 75 - 78.
19. Габеев В.Н. Опыт разведения кедров в лесостепной зоне Западной Сибири // Пути улучшения лесостроительства и лесопользования в Западной Сибири. - Новосибирск, 1975. - С. 157 - 164.
20. Генетическая изменчивость сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* Du Roi. //К.В.Крутовский, Д.В.Политова, Ю.П.Алтухов и др. // Генетическое разнообразие и степень генетической дифференциации между популяциями. Сообщение № 1. - Генетика. - 1980. - № 10. - С. 2009 - 2032.
21. Географические культуры сосны обыкновенной на Львовском Ростоцье /З.Ю.Герушинский, Г.Т.Криницкий, Р.Т.Гут и др. - Львов, 1983. - 48 с.
22. Географические культуры хвойных на Енисейском Севере /Г.М.Говорин, Г.В.Кузнецова, А.В.Сунцов и др. // Экологич.-географ. пробл. сохранения и восстановления лесов Севера. Тез. докл. Всес. науч. конф., посв.

280-летию со дня рожд. М.В.Ломоносова /Арханг. фил. Географ. о-ва СССР. - Архангельск, 1991. - С. 248 - 250.

23. Гиряев Д.М., Петров М.Ф. Разведение кедров сибирского в нечернозёмной зоне РСФСР // Лесное хозяйство. - 1983. - № 3. - С. 63 - 65.

24. Голиков В.В. Биологическая продуктивность сибирских хвойных пород. - Красноярск, 1976. - 102 с.

25. Голиков В.В. Продуктивность надземной фитомассы хвойных древостоев Сибири: Автореф. дис. докт. с.-х. наук. - Красноярск, 1987. - 42 с.

26. Горбатенко В.М. Зависимости между таксационными и биометрическими показателями сосновых древостоев // Тр. 4-й Забайкальской научно-произ. конф. по горному лесоведению и лесоводству. - Чита, 1970.

27. Горбатенко В.М., Протопопов В.В. О точности учёта фитомассы крон и хвои сосновых древостоев // Лесное хозяйство. - 1971. - № 4. - С. 39 - 41.

28. Городков А.В. Натурно-экспериментальные исследования пылеаккумулирующих свойств зеленых насаждений.-С.-Петербург: С.-Петербург. гос. архит.-строит. ун-т, 1996.- 17 с.

29. Гульбе Я.И. Фитомасса и годовая продукция неморально-кисличных сероольшаников Ярославской области // Закономерности роста и производительности древостоев: Тез. докл. - Каунас: ЛитСХА, 1985. - С. 216 - 218.

30. Гульбе Т.А., Гульбе Я.И., Рождественский С.Г. Биологическая продуктивность и вертикальная структура ели // Вертикально-фракционное распределение фитомассы в лесах. - М.: Наука, 1986. - С. 138 - 149.

31. Данилов М.Д. Динамика листовой массы и поверхности в берёзовых древостоях с возрастом // Научн. тр. / Поволжский АТИ, 1956. - т. 51. - С. 87 - 108.

32. Данченко А.М., Воробьёв В.Н. Плантационное выращивание кедров на генетико-селекционной основе // Проблемы лесовосстановления в таёжной зоне. - Красноярск, 1988. - С. 63 - 65.

33. Данченко А.М., Воробьёв В.Н. Программа плантационного выращивания кедров сибирского на генетико-селекционной основе // Проблемы кедров. - Томск, 1990. - Вып. 3. - С. 63 - 68.

34. Данченко А.М., Воробьёв В.Н. Программа селекционного улучшения кедровых лесов Томской области // Проблемы экол. Том. обл.: Тез. докл. регион. конф. - Томск, 22 - 24 апр., 1992. - т. 1. - Томск, 1992. - С. 77 - 79.

35. Дворецкий М.Л. Пособие по вариационной статистике. - М.: Лесн. пром-сть, 1971. - 104 с.

36. Дроздов И.И., Брынцев В.А. Проблемы создания семенной базы кедров сибирского при интродукции // Лесн. генетика, селекция и физиология древесных растений. - Воронеж, 1989: Матер. междуна. семинара. - М., 1989. - С. 187 - 188.

37. Дроздов И.И., Заварзин В.В. Концепция промышленных плантаций кедров сибирского при интродукции. - М.: Моск. лесотехн. ин-т, 1991. - № 245. - С. 91 - 95.

38. Дроздов И.И. Интродукция сосны кедровой сибирской в европейскую часть лесной зоны: Автореф. дис. докт. с.-х. наук. - М., 1992. - 48 с.

39. Дюкарев В.Н. Структура и продуктивность фитомассы зеленомошно-папоротниковых ельников в процессе их возрастного развития: Дис. канд. с.-х. наук /Южный и ср. Сихотэ-Алинь/. - Владивосток, 1972. - 189 с.

40. Ермоленко П.М., Ермоленко Л.Г. Высотно-поясные особенности роста кедров и пихты в Западном Саяне // Формирование и продуктивность древостоев. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. - С. 19 - 53.

41. Ефименко В.М. Рост надземной фитомассы после рубок ухода в высокопродуктивных сосновых молодняках Белоруссии. Дис. канд. с.-х. наук. - Гомель, 1981. - 160 с.

42. Зеленин Н.П. Возрастная структура, особенности роста и продуктивность кедровников Горного Алтая: Дис. канд. с.-х. наук. - Воронеж, 1986. - 332 с.

43. Зиганшин Р.А. О соотношении компонентов надземной фитомассы в сосняках зеленомошниковых Южносибирской тайги // Охрана природы Красн. края. Материалы 1 краевой научно-техн. конф. молодых учёных и специалистов. - Красноярск, 1969.

44. Зыков И.В. Кедр - феномены // Природа. - 1953. - № 3. - С. 116 - 117.

45. Зюбина В.И., Протопопов В.В. Влияние леса на климат прилегающих территорий в Красноярско-Ачинской и Канской лесостепях // Средообразующая роль леса. - Красноярск, 1974. - С. 20 - 29.

46. Зююв Н.С., Лобачёва М.Е. Масса хвои в сосновых молодняках сухой степи // Бюл. ВНИАЛМИ. - 1979. - № 2230. - С. 16 - 20.

47. Иванов А.И. Вертикальная структура фитомассы древостоев болотных сосняков // Биогеоценологическое изучение болотных лесов в связи с опытной гидромелиорацией. - М.: Наука, 1982. - С. 132 - 158.

48. Изучение имеющихся и создание новых географических культур: Программа и методика работ. - Пушкино, 1972. - 52 с. Прил.: Программы по заготовке семян и закладке географических культур сосны, ели, лиственницы, кедра, пихты и дуба. - 16 с.

49. Ильичёв Ю.Н. Ботанико-лесоводственные основы селекции кедра сибирского на смолопродуктивность: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. - Красноярск, 1989. - 19 с.

50. Иматов А.Р., Чиндяев А.С. Влияние исходной высоты посадочного материала на рост культур // Гидромелиор.: задачи и координация исслед. Инф. матер. и коорд. - ц. научно-произв. совещ., пос. Сиверский, Ленинград. обл., 21 - 23 сент., 1994. - СПб., 1994. - С. 41 - 42.

51. Ирошников А.И., Авров В.Д., Колегова Н.Ф. Географические семенные прививочные плантации хвойных пород в Сибири // Матер. 1 Забайкальской конф. по лесн. хоз-ву. - Чита, 1971. - Вып. 54. - С. 84 - 97.

52. Ирошников А.И. Полиморфизм популяций кедра сибирского // Изменчивость древесных растений Сибири. - Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1974. - С. 77 - 103.

53. Ирошников А.И. Географические культуры хвойных в Южной Сибири // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. - Новосибирск, 1977. - С. 4 - 11.

54. Исаков И.П. Надземная фитомасса кедровников Причулымья // Лесоведение. - 1975. - № 4. - С. 53 - 58.

55. Казимиров Н.И., Митруков А.Е. Изменчивость и математическая модель фитомассы сосновых деревьев и древостоев // Формирование и продуктивность сосновых насаждений Карельской АССР и Мурманской области. - Петрозаводск: Ин-т леса КФ АН СССР, 1978. - С. 142 - 148.

56. Калинин М.И. Методика исследования корневых систем деревьев // Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. - Вып. 7. - Киев. "Будівельник", 1976.

57. Калинин М.И. Строение и формирование корневых систем древесных пород: Автореф. докт. с.-х. наук. - М., 1979. - 42 с.

58. Каменецкая И.В. Фитомасса и годичный прирост сосны *Pinus silvestris* L. в тридцатилетних сосняках южной тайги // Формирование годичного кольца и накопление органической массы у деревьев. - М., 1970. - С. 62 - 83.

59. Каргин Л.П. Закономерности накопления и учёт биомассы пихтарников предгорного Алтая: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. - Л., 1972. - 25 с.

60. Климат Красноярска. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 232 с.

61. Кобранов Н.П. Обследование и исследование лесных культур // Тр. по лес. опыт. делу. - Вып. VIII, - Л., 1930.

62. Ковалёва Т.Ф., Плишкина Т.К. Опыт выращивания сеянцев и саженцев географических культур кедра корейского и сибирского в Хабаровском крае // Тр. Дальневост. НИИ лесн. хоз-ва. - 1987. - Вып. 29. - С. 84 - 90.

63. Кожевников А.М., Ефименко В.М., Решетников В.Ф. Модели роста надземной фитомассы полных и оптимально изреживаемых еловых культур // Закономерности роста и производительности древостоев: Тез. докл. - Каунас: ЛитСХА, 1985. - С. 221 - 223.

64. Коженкова А.А., Брынцев В.А. Исследование кедр сибирского разного географического происхождения // Науч. тр. Моск. лесотехн. ин-та. - 1991. - № 245. - С. 40 - 43.

65. Коновалов Н.А., Пугач Е.А. Основы лесной селекции и сортового семеноводства. - М.: Лесная пром-сть, 1978. - 176 с.

66. Крылов Г.В. Народнохозяйственное значение кедровых лесов и задачи лесоводственной науки // Использование и воспроизводство кедровых лесов. - Новосибирск: Наука, 1971. - С. 5 - 15.

67. Крылов Г.В., Пряжников А.Н. О фитонцидности и биологической полезности кедровников // Изв. СО АН СССР. - 1965. - Вып. 3 - № 12. - С. 3 - 13.

68. Крылов Г.В., Таланцев Н.К., Козакова Н.Ф. Кедр. - М.: Лесн. пром-сть, 1983. - 215 с.

69. Кузиков И.Е. Изменение фитомассы в пихтарниках зеленомошного типа леса в различных климатических условиях Средней Сибири: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. - Красноярск: СибТИ, 1979. - 24 с.

70. Кузнецова Т.С. Фитоценотическая структура кедровников Западного Саяна: Автореф. дис. канд. биол. наук. - Красноярск, 1966. - 158 с. *К-89*

71. Кузьмичёв В.В. Эколого-ценотические закономерности роста одновозрастных сосновых древостоев: Автореф. дис. докт. биол. наук. - Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1980. - 31 с.

72. Кузьмичёв В.В. Влияние густоты, возраста и производительности на изменение суммы площадей сечений и запаса древостоев // Закономерности роста и производительности древостоев: Тез. докл. - Каунас: ЛитСХА, 1985. - С. 44 - 46.

73. Куприянов Н.В., Веретенников С.С., Шишов Б.В. Старейшее искусственное насаждение сосновые культуры М.Г.Здорина // Лесное хозяйство. - 1993. - № 4. - С. 22 - 23.

74. Кучко А.А. Продуктивность надземной фитомассы в березняках Хибинских гор // Лесоведение. - 1975. - № 1. - С. 37 - 41.

75. Ларионова Н.А. Особенности роста кедр сибирского в географических культурах под Красноярском // Лесная генетика, селекция и семеноводство. - Петрозаводск: Карелия, 1970. - С. 440 - 445.

76. Ларионова Н.А., Олисова О.П. Рост кедр сибирского разного географического происхождения в Западных отрогах Восточного Саяна // Материалы конф. по итогам науч.-исслед. работ. - Красноярск, 1970. - С. 87 - 89.

77. Лес и здоровье человека / М.М.Марус, И.Ф.Сарв, Х.Л.Янес и др. - М.: Лесн. пром-сть, 1979. - 110 с.

78. Литвинов Д.И. Pinus sibirica - горный сибирский кедр // Тр. Ботан. музея АН. - М. - 1913. - Вып. 11. - С. 20 - 26.

79. Луганский Н.А. Использование внутривидовой изменчивости кедр сибирского в лесохозяйственной практике // Научно-техн. конф. молодых специалистов, 1961. - Доклады. - Свердловск, 1962. - С. 97 - 100.

80. Лузганов А.Г. Изучение географической изменчивости кедр сибирского на прививках в центральных районах Средней Сибири // Материалы конф. по итогам науч. исслед. работ за 1971 г. - Красноярск: СТИ, 1972. - С. 127 - 129.

81. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. - М.: Наука, 1973. - 284 с.

82. Манько Ю.И., Ворошилов В.П. Рост и фитомасса надземной части подроста кедр корейского на вырубках // Лесоведение. - 1972. - № 5. - С. 48 - 52.

83. Матвеева Р.Н. Перспективы создания кедровых лесов в зелёной зоне г. Красноярска. - Красноярск, 1982. - С. 169 - 170.

84. Матвеева Р.Н., Теплов В.В. Опыт создания ГСП кедровых сосен // Тезисы докл. краевой науч.-техн. конф. - Красноярск: СТИ, 1986. - С. 26.

85. Матвеева Р.Н. Изменчивость кедр сибирского и проведение отбора в молодом возрасте. - Красноярск: СТИ, 1988. - 170 с.

86. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Особенности создания постоянной лесосеменной базы основных лесобразующих пород Сибири. - Красноярск: КПИ, 1990. - 80 с.

87. Матвеева Р.Н. Особенности хранения семян, выращивания посадочного материала и создания культур целевого назначения сосны сибирской. Дис. докт. с.-х. наук. - Красноярск, 1994. - 368 с.

88. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Щерба Н.П. Особенности создания плантационных культур кедрового сибирского // Науч. тр. Российской науч.-техн. конф. "Проблемы химико-лесного комплекса". - Красноярск: КГТА, т. II, 1994. - С. 179 - 183.

89. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Щерба Н.П. Рациональное использование кедровых популяций Сибири // Актуальные проблемы геологии и географии Сибири. Т. 4./ Матер. науч. конф., посв. 120-летию основания Том. гос. ун-та, 1-4 апреля 1998 г., Томск: Том. гос. ун-т, 1998. - С. 196-198.

90. Матвеева Р.Н., Щерба Н.П. Создание плантационных культур кедрового сибирского разного целевого назначения // Проблемы химико-лесного комплекса.- Науч.-практ. конф. Сборник тезисов докладов.- Ч. 1.- Красноярск: КГТА, 1996.- С. 54.

91. Мелехов И.С. Значение и использование леса как составной части окружающей Среды. - М., 1977. - 42 с.

92. Мелехов И.С. Лесоведение. - М.: Лесн. пром-сть, 1980. - 406 с.

93. Мельников В.П. О состоянии культур кедрового сибирского на юге Красноярского края // Матер. конф. по итогам науч. исслед. работ за 1971 г. - Красноярск: СТИ, 1972. - С. 101 - 104.

94. Методические разработки "Методы таксации фитомассы древостоев". - М., 1988.

95. Молотков П.И., Ильин В.Л. Межвидовая гибридизация сосен // Обзорная информация. - М.: ЦБНИЛесхоз, 1983. - Вып. 2. - 40 с.

96. Молчанов А.А. Запасы хвой в сосновых древостоях различного возраста. Докл. АН СССР. - М. - Л., 1988. - Т. 67. - № 5. - С. 909 - 912.

97. Молчанов А.А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. - М.: Изд-во АН СССР, 1952. - 467 с.

98. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. - М.: Наука, 1967. - 100 с.

99. Нагимов З.Я., Сальникова И.С. Возраст крон деревьев и его применение при оценке фитомассы крон в сосняках Среднего Урала/ Лесная таксация и лесоустройство.-Красноярск, 1997.-С. 48-55.

100. Науменко И.М. Достоверно ли определение текущего прироста насаждений по моделям // Лесное хозяйство. - 1940. - № 6. - С. 36 - 41.

101. Нестеров В.Г. Лесная опытная дача в Петровском-Разумовском под Москвой. - М. - Л.: Госиздат колхоз. и совхоз. литер., 1935.

102. Общая биогеосистемная экология / И.В.Стебаев, Ж.Ф.Пивоварова, Б.С.Смоляков и др. - Новосибирск: ВО "Наука", Сибирская издательская фирма, 1993. - 288 с.

103. Огиевский В.В. Лесные культуры. - М.: Лесн. пром-сть, 1949. - 176 с.

104. Одум Ю.П. Экология. - Т. I. - М.: Мир, 1986. - 328 с.

105. Олисова О.П., Ларионова Н.А., Лузганов А.Г. Ритм роста кедрового сибирского в географических культурах под Красноярском // Тез. докл. к конф. по итогам науч.-исслед. работ за 1965 г. - Красноярск, 1966. - С. 71 - 79.

106. Олисова О.П., Матвеева Р.Н. Влияние дополнительного освещения на рост семян кедрового сибирского разного возраста и происхождения // Лесоводство, лесные культуры, охрана и защита леса.- Воронеж: ВГУ, 1973.- Вып. 1.- С.113-115.

107. Онучин А.А., Спицина Н.Т. Закономерности изменения массы хвои в хвойных древостоях // Лесоведение.-1995.-№ 5.-С. 48-58.

108. Онучин А.А. Фитомасса крон и хвои кедровых и пихтовых древостоев Хамар-Дабана // Строение, рост и инвентаризация лесонасаждений. - Красноярск, 1985. - С. 78 - 86.

109. Орленко Е.Г. Влияние географического ф и происхождения семян сосны обыкновенной на рост культур // Лесхоз. наука и практика. - 1971. - Вып. 21. - С. 7 - 11.

110. Орленко Е.Г. Ранняя диагностика наследственных свойств плюсовых хвойных деревьев // Лесное хозяйство и лесн. пром-сть СССР. - М., 1972. - С. 325 - 328.
111. Орлов Ф.Б. Культуры кедров сибирского в Архангельской области // Кедр сибирский на Европейском Севере СССР. - Л., 1972. - С. 59 - 63.
112. Основные положения по лесовосстановлению и лесоразведению в лесном фонде СССР. - М.: ВНИИЦлесресурс, 1991. - 35 с.
113. О создании государственной сети географических культур основных лесообразующих пород и уточнении лесосеменного районирования. Приказ Председателя Государственного комитета лесного хозяйства Совета Министров СССР № 29 от 6 февраля 1973 г. - М.: ЦБНТИлесхоз, 1973. - 4 с.
114. ОСТ 56-69-88. Пробные площади лесоустроительные. - М.: ГОСЛЕСХОЗ СССР, 1988. - 8 с.
115. Оськина Н.В. Почвенные условия и продуктивность фитомассы сосновых насаждений приокских террас в Московской области. Дис. канд. с.-х. наук. - М., 1981. - 285 с.
116. Палуметс Л.К. Распределение фракции фитомассы ели европейской в зависимости от возраста и климатических факторов // Лесоведение. - 1988. - № 2. - С. 34 - 40.
117. Панеж Ю.Э. Сортиментная структуры фитомассы сосновых молодняков искусственного происхождения степной зоны // Лесная таксация и лесоустройство. - Красноярск, 1988. - С. 125 - 126.
118. Парамонов Е.Г. Лесоводственное обоснование дифференцированной системы ведения хозяйства в горных кедровниках Алтая: Автореф. дис. докт. с.-х. наук. - Йошкар-Ола, 1994. - 36 с.
119. Парфенов В.Ф. Комплекс в кедровом лесу. - М.: Лесн. пром-сть, 1979. - 240 с.
120. Поздняков Л.К., Протопопов В.В., Горбатенко В.М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. - Красноярск, 1969. - 153 с.
121. Поликарпов Н.П. Формирование сосновых молодняков на концентрированных вырубках. - М.: Изд-во АН СССР, 1982. - 172 с.

122. Полякова-Минченко Н.Ф. Облиствение широколиственных насаждений степной зоны // Сообщение лаборатории лесоведения АН СССР. - 1961. - Вып. 4. - С. 40 - 53.
123. Попов В.Е. Рост и строение кедровых насаждений Лено-Ангарского плато. Дис. канд. с.-х. наук. - Красноярск, 1985. - 233 с.
124. Попов В.Е. Взаимосвязь биометрических показателей и продуктивность кедровых древостоев // Продуктивность и структура лесн. сообществ. - Красноярск, 1985. - С. 107 - 116.
125. Попов П.П. Ранняя диагностика быстроты роста ели сибирской // Лесное хозяйство. - 1976. - № 12. - С. 32 - 34.
126. Попов П.П. Индивидуальная изменчивость семян ели сибирской и использование её при закладке лесосеменных участков // Инф. листок. - Свердловск, 1977. - 4 с.
127. Попов П.П., Арефьев С.П., Гашева М.Н. Изменчивость морфологических признаков деревьев в припоселковом кедровнике // Леса и лесн. хоз-во Зап. Сибири. - М., 1985. - С. 53 - 62.
128. Протопопов В.В. Фитонцидность хвойных лесов Западного Саяна // Кристаллоносные микроорганизмы и перспективы их использования в лесном хозяйстве. - М.: Наука, 1967. - С. 64.
129. Протопопов В.В. Влияние темнохвойного леса на среду в системе поверхность почвы - атмосфера: Автореф. дис. докт. с.-х. наук. - Красноярск, 1972. - 47 с.
130. Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса. - Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1975. - 328 с.
131. Протопопов В.В., Зюбина В.И. Взаимосвязь климатических факторов Среды с фитомассой насаждений и методика её расчёта // Экологическое влияние леса на среду. - Красноярск, 1977. - С. 3 - 15.
132. Протопопов В.В., Пёрышкина Г.И., Черняева Г.Н. Фитонцидные свойства некоторых типов леса Средней Сибири // Средообразующая роль леса. - Красноярск, 1974. - С. 155 - 180.

133. Пряжников А.Н. Оценка фитонцидных и некоторых других санитарно-гигиенических свойств кедра сибирского // Использование и воспроизводство кедровых лесов. - Новосибирск, 1971. - С. 244 - 251.
134. Пшеничникова Л.С., Бузыкин А.И. Продуктивность сосновых молодняков разной густоты // Стабильность и продуктивность лесных экосистем: Тез. докл. - Тарту: Тартуский ун-т, 1985. - С. 112 - 113.
135. Распределение фитомассы в сосняке лишайниковом / Н.Г.Балыков, Л.М.Виликайнен, Е.В.Робонен и др. // Лесоведение. - 1989. - № 6. - С. 57 - 63.
136. Рекомендации по выращиванию посадочного материала и культур кедра в Западной Сибири. - М., 1985. - 35 с.
137. Родин А.С., Дроздов И.И. Методические рекомендации по выращиванию семян кедра сибирского. - М., 1978. - 30 с.
138. Родин А.С., Ремезов Н.П., Базилевич Н.Л. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. - Л.: Наука, 1968. - 144 с.
139. Родненский А.М. Особенности таксации фитомассы ельников подзоны южной тайги/ Комплексная продуктивность лесов и организация многоцелевого лесопользования. - Тез. Всерос. конф. - Воронеж, 13-14 декабря 1995.-Воронеж, 1996.-С.64-65
140. Рождественский С.Г. Фитомасса и годичная продукция надземной части осиновых древостоев Ярославской области // Лесоведение. - 1979. - № 4. - С. 30 - 37.
141. Рубцов Л.И., Лаптев А.А. Справочник по зелёному строительству. - Киев: Будівельник, 1971.
142. Руководство по проведению лесовосстановительных работ в лесах Западной Сибири. - М.: МЛХ РСФСР, 1985. - 120 с.
143. Селекция лесных пород /П.И.Молотков, И.Н.Патлай, Н.И.Давыдова и др. - М.: Лесн. пром-сть, 1982. - 224 с.
144. Семечкина М.Г. Рост и продуктивность искусственных ценозов кедра // Продуктивность лесн. фитоценозов. - Красноярск, 1984. - С. 112 - 119.

145. Семечкина М.Г. Строение и продуктивность среднесибирских лесостепных сосняков по элементам фитомассы: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. - Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1984. - 25 с.
146. Семечкина М.Г. Структура фитомассы сосняков. - Новосибирск: Наука, 1978. - 166 с.
147. Сергеев Г.М. Островные лесостепи и подтайга Приенисейской Сибири. - Иркутск: В.-Сиб. кн. изд-во, 1971. - 264 с.
148. Синицин С.Г. Эффективнее использовать леса России при решении экологических проблем мирового сообщества // Лесное хозяйство. - 1993. - № 5. - С. 2 - 7.
149. Смаглюк К.К., Стулар В.И., Судариков В.Н. Географические посеы сосны кедровой сибирской в Карпатах // Лесоведение. - 1977. - № 3. - С. 60 - 66.
150. Смирнов В.В., Алексеев В.И. Продуктивность надземной массы 75-летнего елового древостоя // Растительные ресурсы. - 1967. - Т. 3. - Вып. 4. - С. 56 - 58.
151. Смирнов И.И. Охрана биосферы и лесная растительность. - М.: Лесная пром-сть, 1977.
152. Смолоногов Е.П., Кирсанов В.А., Комина Н.К. Конференция по проблеме искусственного воспроизводства кедровых лесов // Лесное хозяйство. - 1979. - № 3. - С. 71.
153. Средообразующая роль леса /Под ред. В.В.Протопопова. - Красноярск, 1994. - 261 с.
154. Степанов Э.В. Летучие вещества и фитонцидность кедра сибирского // Выращивание посадочного материала кедра сибирского в питомниках. Кемерово, 1970. - С. 15 - 20.
155. Таланцев Н.К., Пряжников А.Н., Мишуков Н.П. Кедровые леса. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. - 176 с.
156. Тарабрин В.П. О возрасте посадочного материала для кедра сибирского // Изв. вузов. лесн. журн. - 1962. - № 6. - С. 159 - 160.
157. Тепикин С.В., Усольцев В.А. Зависимость массы ветвей ели от их морфометрических показателей как основа оценки фитомассы деревьев ели //

Ботанические исследования на Урале. - Свердловск: УРО ин-т экол. растений и животных, 1990. - С. 105.

158. Титов Е.В. Селекция сосны кедровой сибирской на семенную продуктивность: Автореф. дис. докт. с.-х. наук. - Брянск, 1995. - 43 с.

159. Токмурзин Т.К., Нурпеисов К.Н. Таблицы хода роста фитомассы древостоев сосны Прииртышья // Науч. тр. КазСХИ. - 1976. - Т. 19. - № 3. - С. 127 - 136.

160. Токмурзин Т.К. Принципы классификации приростов по элементам фитомассы древостоев и методы их определения // Актуальные проблемы лесного хоз-ва Казахстана: Тез. докл.-Алма-Ата: КазСХИ, 1981. - С. 86 - 91.

161. Усольцев В.А., Макаренко А.А., Аткин А.С. Закономерности формирования надземной фитомассы сосны в Северном Казахстане в связи с густотой // Лесоведение. - 1979. - № 5. - С. 3 - 12.

162. Усольцев В.А. Математическое моделирование прироста берёзы // Лесоведение. - 1979. - № 3 - 4. - С. 13 - 22.

163. Усольцев В.А. Оценка показателей продуктивности в биогруппах разной густоты // Лесоведение. - 1985. - № 2. - С. 68 - 78.

164. Усольцев В.А., Нагимов З.Я. Методы таксации фитомассы деревьев: Методические указания для студентов-дипломников. - Свердловск: УЛТИ, 1988 - 43 с.

165. Усольцев В.А., Нагимов З.Я. Методы таксации фитомассы древостоев. Методические указания для студентов-дипломников спец. 15.12. - Свердловск: УЛТИ, 1988. - 46 с.

166. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. - Новосибирск: Наука, 1988. - 256 с.

167. Усольцев В.А., Нагимов З.Я. Исследование вертикально-фракционного распределения фитомассы древостоев. - Свердловск: УЛТИ, 1989. - 33 с.

168. Усольцев В.А., Нагимов З.Я., Деменев В.В. Распределение массы ветвей сосны по толщинам и вертикальному профилю: моделирование и

составление таблиц // Совершенствование ведения хоз-ва в лесах Украины и Молдавии: Тез. докл. науч.-техн. конф. - Киев, 1990. - С. 124 - 126.

169. Усольцев В.А., Нагимов З.Я., Тепикин С.В. Распределение массы ветвей ели по толщинам и вертикальному профилю: моделирование и составление таблиц // Лесная таксация и лесоустройство. - Красноярск, 1991. - С. 32 - 41.

170. Усольцев В.А., Щерба Н.П. Изменчивость сосны кедровой сибирской 15-летнего возраста на лесосеменной плантации // Использование и восстановление ресурсов Ангаро-Енисейского региона: Тез. докл., апрель 1992. - Красноярск: НТО, 1992. - С. 185 - 188.

171. Усольцев В.А., Щерба Н.П. Влияние высоты посадочного материала на продуктивность плантационных культур кедра сибирского.- Интенсификация выращивания посадочного материала.-Йошкар-Ола: МГТУ, 1996.- С.202-204.

172. Усольцев В.А. Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев. - Екатеринбург, 1997.- 216 с.

173. Уткин А.И. Вертикально-фракционная структура фитомассы лесов как общая платформа разных научных исследований // Вертикально-фракционное распределение фитомассы. - М.: Наука, 1986. - С. 6 - 10.

174. Уткин А.И., Замолодчиков Д.Г., Гульбе Т.А., Гульбе Я.И. Аллометрические уравнения для фитомассы по данным деревьев сосны, ели, березы и осины в Европейской части России // Лесоведение.-1996.-№ 6.- С. 36-45.

175. Фалалеев Э.Н., Красиков И.И. Продуктивность надземной фитомассы лиственничников Эвенкии // Биологические проблемы Севера. Всес. симпозиум. - Магадан, 1983. - Ч. 1. - С. 212. ✓

176. Фенологические наблюдения над хвойными методические указания. - Ялта, 1973.

177. Хиров А.А. Разработка методики учёта и исследований культур сосны I класса возраста. Дис. докт. с.-х. наук. - Л., 1959.

178. Хохрин А.В. Влияние эдафических условий на рост культур кедров сибирского на Урале и в Западной Сибири. - Свердловск, 1981. - С. 63 - 72.
179. Храмова Н.Ф. Анатомия и морфология хвои прививок кедров сибирского // Изв. Сиб. отдела АН СССР. - 1966. - № 8. - С. 90 - 94.
180. Храмова Н.Ф., Храмов А.А. Семенная продуктивность и фитомасса кедров сибирского // Биология семенного размножения хвойных Западной Сибири. - Новосибирск, 1974. - С. 95 - 105.
181. Чемякина С.Д. Влияние леса на биосферу и рекреационное использование лесных насаждений. - М., 1978. - 45 с.
182. Шавнин С.А. Влияние газового состава атмосферы на светозависимую биоэлектрическую активность листьев растений. - Автореф. дис. канд. биол. наук. - Красноярск, 1981. - 22 с.
183. Штейникова В.И., Зеленская Т.Ф. Рост сеянцев кедров корейского и сибирского разного географического происхождения в южной части Хабаровского края // Тр. Дальневост. НИИ лес. хоз-ва. - 1988. - № 22. - С. 12 - 21.
184. Шумилов И.Н. Взаимосвязь роста деревьев и количества ветвей в кедровых молодняках // Леса и лесное хозяйство Зап. Сибири. - М.: ВНИИЛМ, 1989. - С. 33 - 36.
185. Щерба Н.П., Матвеева Р.Н. Один из способов создания гибридно-семенных плантаций кедровых сосен // Тез. докл. краевой конф. - Красноярск: НТО, 1991. - С. 63.
186. Щерба Н.П., Богачёва Н.Е., Моисеев А.В. Результаты интродукции кедров корейского в условиях юга Средней Сибири // Науч. тр. Российской науч.-практ. конф. "Проблемы химико-лесного комплекса". - Красноярск: КГТА. - Т. II, 1994. - С. 273 - 274.
187. Щерба Н.П. Об интродукции кедров корейского в Караульном лесничестве учебно-опытного лесхоза КГТА // Науч. тр. конф. - Красноярск, 1995. - С. 139 - 141.
188. Щерба Н.П., Горбатенко И.В., Забелина О.А. Вариабельность фитомассы 15-летних саженцев кедров сибирского в плантационных культурах // Сб. науч. статей: Студент, наука и цивилизация. - Красноярск, 1995. - С. 24.
189. Щерба Н.П. Вертикально-фракционное распределение фитомассы кедров сибирского в зависимости от фенотипических признаков посадочного материала // Проблемы химико-лесного комплекса: Тез. докл. науч.-практ. конф., ч.1. - Красноярск: КГТА, 1996. - С. 52.
190. Щерба Н.П. Интенсивность накопления фитомассы кедровыми соснами разного географического происхождения в плантационных культурах пригородной зоны г. Красноярска // Гомеостаз и окружающая среда. Материалы 8 Всерос. (с м/н участием) симпозиума. Т. 2. - Красноярск: КИЦ СО РАН, 1997. - С. 132-135.
191. Щерба Н.П. Определение фитомассы кедров сибирского 1 класса возраста в плантационных культурах по модельным ветвям // Проблемы химико-лесного комплекса: науч.-практ. конф. Сб. тез. докл. - Ч. 1. - Красноярск: КГТА, 1997. - С. 27.
192. Яблоков А.С. Культура лиственницы и уход за насаждениями. - М.: Гослесбуиздат, 1934. - 128 с.
193. Ярмишко В.Т. Формирование фитомассы хвои в сосновых молодняках Кольского полуострова // Ботанический журнал. - 1989 - 74. - № 9. - С. 1376 - 1386.
194. Яцерицина Л.А. Устойчивость сосны в культурах на песчаных землях сухой степи в связи с динамикой фитомассы. Дис. канд. с.-х. наук. - Волгоград, 1981. - 206 с. *ВКСИЛМ* *997* *19 апр. 1997* *нет 2 11* *Сб-ок*
195. Arer M., Ferrandes P., Uyar N. Contribution a l'etude de la variabilite geographique des cedres // Ann.Sc. forest. - 1978. - Vol.35. - № 4. - P. 265-284.
196. Baker T.G., Attiwill P.M., Stewart H.T.L. Biomass equations for Pinus radiata in Gippsland, Victoria // n.z.l. Forest sci. - 1984. - Vol. 14. - № 1. - P. 89-96.
197. Baskerville G.L. Dry matter production in mature balsam bir stands // Forest Sci. Monogr. - 1965. - № 9. - P. 42.

Яцерицина Л.А. Устойчивость сосны в культурах на песчаных землях сухой степи в связи с динамикой фитомассы.
Я-95

198. Bridgwater F.E., Talbert J.T., Jahromi S. // *silvae genet.* - 1983. - 32. - № 5-6. P. 157-161.

199. Burk T.E., Nelson N.D., Isebrands J.A. Arown architecture of short-rotation, intensively cultured *Populus*. // *Can. J. For. Res.* - 1983. - Vol. 13. - P. 1107-1116.

200. Brown S. Present and potential roles of forests in the global climate change debate/ *Unasylya.*-1996.-47, № 185.-P. 3-10.

201. Cannel M.A.R., Willett S.C. Shoot growth phenology, dry matter distribution and root: shoot ratios of provenances of *Populus trichocarpa*, *Picea sitchensis* and *Pinus contorta* growing in Scotland // *Silvae Genetica.* - 1976. - Vol. 25. - P. 49-59.

202. Chavasse C. The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. - *N.Z.Y. Forestry.* - 1977. - 22. - p. 283-296.

203. Crist J.B., Danson D.H. Anatomy and dry weight yields of two *Populus* clones grown under intensive culture // *VSDA For. Ser.* - 1975. - 6 p.

204. Димитров Е.Т. Номографично определяне на суровата биомаса на клоните на белия бор // *Гос. стоп.* - 1991. - 47. - № 9 - 10. - С. 9 - 10.

205. Dawson D.H., Isebrands J.G., Gordon J.N. Growth, dry weight yields and specific gravity of 3-year-old *Populus* grown under intensive culture // *USDA For. Ser.* - 1976. - 7 p.

206. El-Lackany M.H., Shepherd K.R. Variation in seed germinability, seedling growth and biomass between provenances of *Casuarina cunninghamiana* Miq. and *C. glauca* Sieb. // *Forest Ecol. and Manag.* - 1983. - 6. - № 3. - P. 201-216.

207. Gornowicz R., Pilarek Z. Biomasa sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) w 23-letnim drzewostanie // *Pr. Komis nank. i komis nank les./ PTPN.* - 1993. - 76. - P. 53-57.

208. Heilman P.E., Stettler R.F. Genetic variation and productivity of *Populus trichocarpa* and its hybrids. II. Biomass production in a 4-year plantation // *Can. S. For. Res.* - 1985. - Vol. 15. - P. 384-388.

209. Ker M.F., Raalte G.D., Tree biomass equations for *Abies balsamea* and *Picea glauca* northwestern New Brunswick // *Ibid.* - 1981. - Vol. 11. - № 1. - P. 13-17.

210. Kittredge Y.I. Estimation of amount of foliage of trees and stands // *I.Forestry.* - 1944. - 42. - № 11. - P. 905-912.

211. Kremer A., Larson P. *Pinus banksiana*. The relation between first - season bud morphology and second - season shoot morphology of jack pine seedlings. - *Can. Y. Forest Res.* - 1982. - 12. - № 4. - P. 893 - 904.

212. Larocque G.R., Marchall P.L. // *Car. J. Forest Res.* - 1994. - 24. - № 4. - P. 762-774.

213. Madgwick H.A. Foliage and growth distribution with crowns of *Pinus radiata* : changes with age in a close - spaced stand // *N.Z.I.Forest. Sci.* - 1993. - 23. - № 1. - P. 84-89.

214. Murray S. Managing forest influences in urban and peri- urban areas/ *Unasylya.*-1996.-47, № 185.-P. 38-44.

215. Nanson A. The provenans seedling seed orchard // *Silvae genet.* - 1972. - 21. - № 6. - P. 243-249.

216. Olatunji K. Aboveground biomass production and nutrient accumulation in an age sequence of *Pinus caribaea* stands. // *Forest Ecol. and Manag.* - 1991. - 41. - № 3 - 4. - P. 237 - 248.

217. Rai R.S. Vinaya, Krichnaswam: S., Svinivasan V.M. Juvenile and adult performanse of six species of *Eucalyptus* and selection index for seedling quality. - *Indian Y. Forest.* - 1982. - 5. - № 4. - p. 259-262.

218. Van Miegroet M., Lust N. Above ground biomass and biomass distribution in nursery plants of *Abies grandis* Lindley. *Hsilva gand. Gent.* - 1983. - 49. - P. 1 - 18.

219. Weber J.C., Stettler R.F., Heilman P.E. Genetic variation and productivity of *Populus trihcarpa* and its hybrids. I. Morphology and phenology of 50 native clones // *Can. J. For. Res.* - 1985. - Vol. 15. - P. 376 - 383.

220. Whittaker R.H. Estimation of netprimary production of forest and shrub conemulnities // *Ecology.* - 1961. - № 1. - P. 42.

221. Zavitkovski J., Dawson D.H. Strusture and biomass production of 1 - to 7-year - old intensiveiy cultured jack pine plantation in Wisconsin // *USDA For. Ser.* - 1978. - 15 p.

222. Zavitkovski J., Jeffers R.M., Nienstaedt H. et al. Biomass production of several jack pine provenances at three Lake States locations // Can. J. For. Res., 1981, vol. 11. - P. 441 - 447.

223. Zavitkovski J. Projected and actual biomass production of 2- to 10-year-old intensively cultured populus "Tristis" // Intensive plantation culture: 12 years research. USDA Forest service, General Techn. Report № C-91, 1983. - P. 72 - 76.

Приложение 1

Сравнительные данные по определению фитомассы кедров сибирского существующим способом (1-ый) и предлагаемым (2-ой)

Ва- ри- анты	Фитомасса, г					Погрешность, %	
	1-ый способ			2-ой способ		по	
	хвоя	побеги	ствол	хвоя	побеги	хвое	побегам
1	2	3	4	5	6	7	8
1П	370.0	194.8	365.8	362.9	194.4	1.9	0.2
2П	492.0	280.1	483.3	500.6	279.9	1.7	0.1
3П	692.0	386.2	531.9	717.8	387.9	3.7	0.4
1К	337.2	189.5	340.8	333.2	189.0	1.2	0.3
2К	569.0	285.2	511.9	566.1	285.9	0.5	0.2
3К	631.9	344.1	532.7	646.3	334.8	2.3	2.7
Средние показатели	515.4	278.3	461.0	520.7	268.7	1.9	0.2

Окончание прил. 1

Поправочные коэффициенты при определении массы ствола через массу		Масса ствола, определенная через массу		Погрешность (%) массы ствола, определенная через массу	
хвои	боковых ветвей	хвои	боковых ветвей	хвои	боковых ветвей
9	10	11	12	13	14
0.99	1.88	333.9	338.3	8.7	7.5
0.98	1.73	460.6	487.0	4.7	0.8
0.77	1.62	660.4	570.5	24.2	7.3
1.01	1.80	306.5	328.9	10.1	3.5
0.90	1.79	520.8	497.5	1.7	2.8
0.84	1.59	592.1	582.6	11.2	9.4
0.92±0.04	1.74±0.06	479.1	467.5	3.9	1.4

Приложение 2

Продолжение прил. 3

Варьирование показателей у саженцев кедра сибирского 15-летнего возраста

Варианты опытов	Статистические показатели					
	X, шт.	$\pm m_x$, шт.	$\pm \delta$, шт.	P, %	V, %	t_{ϕ} (при $t_{05}=1.99$)

Число боковых ветвей, шт.

1П	44	2.2	11.0	5.1	25.1	0.50
2П	44	2.4	10.7	5.5	24.6	0.62
3П	45	1.3	6.1	2.9	13.5	-
1К	43	1.9	12.1	5.0	31.0	1.06
2К	45	1.6	10.1	3.5	22.3	0.24
3К	46	2.4	14.0	5.1	30.4	-

Длина хвои на текущем центральном побеге, см

1П	8.6	0.18	0.90	2.1	10.5	0.88
2П	8.7	0.29	1.29	3.3	14.8	0.98
3П	8.3	0.29	1.35	3.5	16.3	-
1К	8.3	0.18	1.14	2.2	13.7	0.40
2К	8.2	0.22	1.42	2.7	17.3	0.72
3К	8.4	0.17	0.96	2.0	11.4	-

Приложение 3

Ежегодное накопление фитомассы саженцами кедра сибирского

12-9-летнего возраста

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %	t_{ϕ} (при $t_{05}=1.99$)
1	2	3	4	5	6	7	8

12-летних

1П	побеги	16.4	1.63	7.46	9.9	45.5	2.75
	ствол	38.1	3.79	17.35	9.9	45.5	2.74
2П	побеги	23.4	1.79	9.12	7.6	39.0	0.27
	ствол	54.5	4.16	21.19	7.6	38.9	0.26

1	2	3	4	5	6	7	8
3П	побеги	24.2	2.32	9.86	9.6	40.7	-
	ствол	56.2	5.41	22.94	9.6	40.8	-
1К	побеги	16.1	1.50	7.18	9.3	44.6	4.36
	ствол	37.4	3.48	16.68	9.3	44.6	4.35
2К	побеги	19.2	1.63	7.46	8.5	38.9	3.10
	ствол	44.5	3.78	17.33	8.5	38.9	3.11
3К	побеги	27.7	2.20	9.84	7.9	35.5	-
	ствол	64.3	5.12	22.90	8.0	35.6	-
11-летних							
1П	побеги	8.4	0.84	3.95	10.0	47.0	2.70
	ствол	30.1	3.01	14.11	10.0	46.9	2.63
2П	побеги	11.1	1.01	4.97	9.1	44.8	0.51
	ствол	39.7	3.63	17.77	9.1	44.8	0.46
3П	побеги	11.8	0.94	3.77	8.0	31.9	-
	ствол	42.0	3.37	13.46	8.0	32.0	-
1К	побеги	8.0	0.79	3.81	9.9	47.6	5.58
	ствол	28.6	2.84	13.60	9.9	47.6	5.59
2К	побеги	9.2	0.87	3.71	9.5	40.3	4.56
	ствол	32.8	3.12	13.24	9.5	40.4	4.58
3К	побеги	15.7	1.13	4.78	7.2	30.4	-
	ствол	56.1	4.02	17.06	7.2	30.4	-
10-летних							
1П	побеги	4.0	0.38	1.41	9.5	35.3	3.12
	ствол	22.1	2.09	7.83	9.5	35.4	3.16
2П	побеги	5.3	0.49	2.36	9.2	44.5	1.33
	ствол	29.6	2.73	13.11	9.2	44.3	1.30
3П	побеги	6.4	0.67	2.76	10.5	43.1	-
	ствол	35.6	3.72	15.32	10.4	43.0	-
1К	побеги	3.5	0.31	1.43	8.9	40.9	7.03
	ствол	19.2	1.73	7.94	9.0	41.4	7.10
2К	побеги	5.0	0.40	1.77	8.0	35.4	4.36

1	2	3	4	5	6	7	8
	ствол	27.6	2.19	9.81	7.9	35.5	4.45
3К	побеги	8.0	0.56	2.39	7.0	29.9	-
	ствол	44.6	3.13	13.30	7.0	29.8	-
9-летних							
1П	побеги	2.5	0.24	0.96	9.6	38.4	3.19
	ствол	22.4	2.19	8.75	9.8	39.1	3.19
2П	побеги	2.4	0.20	0.84	8.3	35.0	3.63
	ствол	22.1	1.84	7.60	8.3	34.4	3.56
3П	побеги	3.8	0.33	1.04	8.7	27.4	-
	ствол	34.6	2.99	9.45	8.6	27.3	-
1К	побеги	1.6	0.13	0.53	9.1	33.1	8.24
	ствол	14.1	1.16	4.79	8.2	34.0	8.34
2К	побеги	2.6	0.20	0.79	7.7	30.4	5.07
	ствол	23.3	1.80	7.20	7.7	30.9	5.13
3К	побеги	4.6	0.34	1.23	7.4	26.7	-
	ствол	41.7	3.10	11.17	7.4	26.8	-

Приложение 4

Годичный прирост массы стволов, накопленной саженцами
кедра сибирского за первые 8 лет

Варианты опытов	Статистические показатели					
	X, г	+m _x , г	+δ, г	P, %	V, %	t _φ (при t ₀₅ =1.99)
1П	28.7	2.80	11.22	9.8	39.1	3.29
2П	28.3	2.36	9.72	8.3	34.3	3.56
3П	44.3	3.83	12.11	8.6	27.3	-
1К	18.1	1.49	6.16	8.2	34.0	8.34
2К	29.8	2.31	9.24	7.8	31.0	5.15
3К	53.4	3.96	14.28	7.4	26.7	-

Приложение 5

Фитомасса, соответствующая 3-7-летним мутовкам
у кедра сибирского по вариантам опытов

Варианты опытов	Фракция надземной фитомассы	Статистические показатели					
		X, г	±m _x , г	±δ, г	P, %	V, %	t _φ (при t ₀₅ =1.99)
1	2	3	4	5	6	7	8
трехлетняя мутовка							
	хвоя	46.1	4.46	19.43	9.7	42.1	3.73
1П	побеги	20.2	1.84	8.41	9.1	41.6	5.40
	ствол	16.8	1.49	6.83	8.9	40.7	5.86
	хвоя	69.5	6.23	27.88	9.0	40.1	1.06
2П	побеги	39.2	3.07	13.75	7.8	35.1	1.69
	ствол	32.7	2.56	11.46	7.8	35.0	1.80
	хвоя	80.2	7.99	23.97	10.0	29.9	-
3П	побеги	49.2	5.05	13.37	10.2	27.2	-
	ствол	41.0	3.85	10.19	9.4	24.9	-
	хвоя	44.5	3.80	15.18	8.5	34.1	3.49
1К	побеги	25.7	2.45	10.97	9.5	42.7	4.65
	ствол	21.4	1.96	9.19	9.2	42.9	4.71
	хвоя	49.6	4.13	12.39	8.3	25.0	2.19
2К	побеги	36.6	3.73	15.38	10.2	42.0	2.19
	ствол	30.5	3.11	12.81	10.2	42.0	2.20
	хвоя	72.1	6.93	29.40	9.6	40.8	-
3К	побеги	49.3	4.44	10.87	9.0	22.0	-
	ствол	41.1	3.69	9.05	9.0	22.0	-
четырёхлетняя мутовка							
	хвоя	41.3	3.86	23.79	9.3	38.6	4.36
1П	побеги	21.3	1.89	6.83	8.9	32.1	2.89
	ствол	29.1	2.51	9.41	8.6	32.3	2.94

1	2	3	4	5	6	7	8
	хвоя	71.4	7.24	28.04	10.1	39.3	0.50
2П	побеги	38.7	3.76	15.49	9.7	40.0	-1.42
	ствол	52.6	5.09	22.17	9.7	42.1	-1.36
	хвоя	76.5	7.09	30.89	9.3	40.4	-
3П	побеги	31.8	3.10	9.81	9.7	30.8	-
	ствол	43.6	4.25	13.44	9.7	30.8	-
	хвоя	38.7	3.62	14.03	9.4	36.3	5.46
1К	побеги	21.4	1.86	7.20	8.7	33.6	4.52
	ствол	28.5	2.65	10.92	9.3	38.3	5.13
	хвоя	54.0	5.52	24.07	10.2	44.6	3.60
2К	побеги	29.7	2.13	9.27	7.2	31.2	2.62
	ствол	40.6	3.52	16.90	8.7	41.6	3.17
	хвоя	92.4	9.14	36.54	9.9	39.5	-
3К	побеги	43.6	4.54	15.74	10.4	36.1	-
	ствол	63.4	6.27	29.59	9.9	41.9	-
	пятилетняя мутовка						
	хвоя	42.6	3.97	16.38	9.3	38.5	4.96
1П	побеги	23.0	2.35	9.69	10.2	42.1	4.43
	ствол	30.0	2.97	12.26	9.9	40.9	4.28
	хвоя	65.2	6.28	28.78	9.6	44.1	2.26
2П	побеги	34.8	3.10	14.87	8.9	42.7	1.63
	ствол	42.7	3.93	18.83	8.9	42.7	1.85
	хвоя	89.0	8.18	36.96	9.5	41.5	-
3П	побеги	42.8	3.80	14.70	8.9	34.3	-
	ствол	54.2	4.81	18.62	8.9	34.4	-
	хвоя	49.2	4.05	13.44	8.2	27.3	3.94
1К	побеги	29.0	2.91	14.55	10.0	50.2	3.22
	ствол	36.7	3.68	18.42	10.0	50.2	3.57
	хвоя	55.1	5.68	24.74	10.3	44.9	3.07
2К	побеги	27.7	2.16	8.91	7.8	32.2	3.91
	ствол	35.1	2.91	11.98	8.3	34.1	4.21

1	2	3	4	5	6	7	8
	хвоя	86.9	8.67	38.77	10.0	44.6	-
3К	побеги	43.4	3.39	14.37	7.8	33.1	-
	ствол	56.9	4.29	18.19	7.5	32.0	-
	шестилетняя мутовка						
	хвоя	51.5	5.32	26.62	10.3	51.7	2.93
1П	побеги	27.4	2.71	12.43	9.9	45.4	3.07
	ствол	25.1	2.49	11.40	9.9	45.4	3.03
	хвоя	69.6	6.23	28.57	9.0	41.0	0.88
2П	побеги	43.7	4.25	20.36	9.9	47.2	0.06
	ствол	39.5	3.90	18.68	9.9	47.3	0.07
	хвоя	78.1	7.35	28.47	9.4	36.5	-
3П	побеги	43.5	4.48	16.17	10.3	37.2	-
	ствол	39.9	4.11	14.82	10.3	37.1	-
	хвоя	51.6	4.61	20.11	8.9	39.0	4.31
1К	побеги	32.8	3.24	16.18	9.9	49.3	2.22
	ствол	30.1	2.97	14.83	9.9	49.3	2.21
	хвоя	62.8	6.20	29.72	9.9	47.3	2.44
2К	побеги	38.7	3.56	15.50	9.2	40.1	1.12
	ствол	35.6	3.26	14.23	9.2	40.0	1.09
	хвоя	83.5	5.78	23.12	6.9	27.7	-
3К	побеги	45.1	4.48	17.64	9.9	42.2	-
	ствол	41.3	4.11	17.45	10.0	42.3	-
	семилетняя мутовка						
	хвоя	48.0	3.59	12.42	7.5	25.9	3.54
1П	побеги	35.7	3.05	13.65	8.5	38.2	3.04
	ствол	52.7	4.77	21.31	9.1	40.4	3.34
	хвоя	85.1	8.80	36.68	10.3	43.1	0.75
2П	побеги	46.3	4.19	20.08	9.0	43.4	1.32
	ствол	72.3	6.50	31.17	9.0	43.1	1.33
	хвоя	76.6	7.24	25.09	9.5	32.8	-
3П	побеги	55.8	5.86	23.46	10.5	42.0	-

1	2	3	4	5	6	7	8
	ствол	87.2	9.17	36.67	10.5	42.1	-
	хвоя	53.9	4.13	11.68	7.7	21.7	4.22
1К	побеги	34.4	3.22	9.12	9.4	26.5	2.56
	ствол	53.7	5.04	14.25	9.4	26.5	2.58
	хвоя	70.0	6.80	30.43	9.7	43.5	2.06
2К	побеги	35.4	3.47	13.88	9.8	39.2	2.32
	ствол	56.4	5.43	21.70	9.6	38.5	2.22
	хвоя	91.4	7.88	31.50	8.6	34.5	-
3К	побеги	48.9	4.66	19.75	9.5	40.4	-
	ствол	76.5	7.27	30.85	9.5	40.3	-

Приложение 6

Соотношение фракций фитомассы кедрового сибирского,
соответствующих мутовкам разного возраста

Варианты опытов	Масса, г			Масса, %		
	хвоя	побеги	ствол	хвоя	побеги	ствол
трехлетняя мутовка						
1П	46.1	20.2	16.8	55.5	24.3	20.2
2П	69.5	39.2	32.7	49.2	27.7	23.1
3П	80.2	49.2	41.0	47.1	28.9	24.0
1К	44.5	25.7	21.4	48.6	28.0	23.4
2К	49.6	36.6	30.5	42.5	31.4	26.1
3К	72.1	49.3	41.1	44.4	30.3	25.3
Среднее значение	60.3	36.7	30.6	47.2	28.8	24.0
четырёхлетняя мутовка						
1П	41.3	21.3	29.1	45.0	23.2	31.8
2П	71.4	38.7	52.6	43.9	23.8	32.3
3П	76.5	31.8	43.6	50.4	20.9	28.7
1К	38.7	21.4	28.5	43.7	24.1	32.2
2К	54.0	29.7	40.6	43.4	23.9	32.7

1	2	3	4	5	6	7
3К	92.4	43.6	63.4	46.3	21.9	31.8
среднее значение	62.4	31.1	43.0	45.7	22.8	31.5
пятилетняя мутовка						
1П	42.6	23.0	30.0	44.6	24.0	31.4
2П	65.2	34.8	42.7	45.7	24.4	29.9
3П	89.0	42.8	54.2	47.9	23.0	29.1
1К	49.2	29.0	36.7	42.8	25.2	32.0
2К	55.1	27.7	35.1	46.7	23.5	29.8
3К	86.9	43.4	56.9	46.4	23.2	30.4
среднее значение	64.7	33.5	42.6	46.0	23.8	30.2
шестилетняя мутовка						
1П	51.5	27.4	25.1	49.5	26.4	24.1
2П	69.6	43.1	39.5	45.7	28.3	26.0
3П	78.1	43.5	39.9	48.4	26.9	24.7
1К	51.6	32.8	30.1	45.1	28.6	26.3
2К	62.8	38.7	35.6	45.8	28.2	26.0
3К	83.5	45.1	41.3	49.1	26.6	24.3
среднее значение	66.2	38.4	35.3	47.3	27.5	25.2
семилетняя мутовка						
1П	48.0	35.7	52.7	35.2	26.2	38.6
2П	85.1	46.3	72.3	41.8	22.7	35.5
3П	76.6	55.8	87.2	34.9	25.4	39.7
1К	53.9	34.4	53.7	38.0	24.2	37.8
2К	70.0	35.4	56.4	43.2	21.9	34.9
3К	91.4	48.9	76.5	42.1	22.6	32.3
среднее значение	70.8	42.8	66.5	39.2	23.8	37.0

Масса стволов до нижней мутовки

Варианты опытов	Статистические показатели						t_{Φ} (при $t_{05}=1.99$)
	\bar{X} , г	$\pm m_x$, г	$\pm \delta$, г	P, %	V, %		
1П	159.3	14.03	62.73	8.8	39.4		3.49
2П	206.6	19.38	92.95	9.4	45.0		1.71
3П	261.7	25.80	72.98	9.9	27.9		-
1К	153.5	14.39	40.70	9.4	26.5		2.54
2К	161.0	15.50	62.01	9.6	38.5		2.19
3К	217.8	20.77	88.13	9.5	40.5		-

Варьирование диаметра кроны кедровых сосен 30-летнего возраста

Происхождение	Статистические показатели						Уровень изменчивости	$t_{05} = 2.04$ $t_{\Phi 1}$
	X, м	$\pm m_x$, м	$\pm \delta$, м	P, %	V, %			
Бирюсинское	1.6	0.10	0.43	6.3	26.9		большой	-
Танзыйбейское	1.6	0.07	0.44	4.4	27.5		большой	0.00
Черемховское	1.6	0.07	0.41	4.4	25.5		большой	0.00
Каракокшинское	1.5	0.07	0.44	4.7	29.3		большой	0.81
Вакское	1.3	0.12	0.51	9.2	39.2		большой	1.92

кедр сибирский

кедр корейский

Длина хвои кедровых сосен на боковом побеге прироста 1993 года мутовки 1986 года

Происхождение	Статистические показатели				Уровень изменчивости	$t_{05} = 2.04$ t_{01}
	X, см	$\pm m_x$, см	$\pm \delta$, см	P, %		
	кедр сибирский					
Бирюсинское	9.4	0.28	1.54	3.0	16.4	значительный
Танзыйбайское	9.1	0.22	1.33	2.4	14.6	значительный
Черемховское	9.4	0.25	1.54	2.7	16.4	значительный
Каракокшинское	8.9	0.23	1.30	2.6	14.6	значительный
	кедр корейский					
Вакское	8.4	0.13	0.68	1.5	8.1	умеренный
						3.24

Электронный архив УГЛТУ

Продолжительность жизни хвои кедровых сосен разного географического происхождения

Происхождение	Статистические показатели				Уровень изменчивости	$t_{05} = 2.04$ t_{01}
	X, лет	$\pm m_x$, лет	$\pm \delta$, лет	P, %		
	кедр сибирский					
Бирюсинское	5.4	0.18	0.98	3.3	18.1	значительный
Танзыйбайское	5.4	0.12	0.75	2.2	13.9	значительный
Черемховское	5.4	0.14	0.85	2.6	15.7	значительный
Каракокшинское	5.4	0.15	0.87	2.8	16.1	значительный
	кедр корейский					
Вакское	4.2	0.12	0.61	2.9	14.5	значительный
						5.55

Приложение 11

Минимальный угол прикрепления боковых ветвей к стволу 30-летних кедровых сосен

Происхождение	Статистические показатели					Уровень изменчивости	$t_{0.5} = 2.04$	
	X, град.	$\pm m$, град.	$\pm \delta$, град.	P, %	V, %		$t_{0.1}$	$t_{0.2}$
Бирюсинское	50.2	1.03	5.62	2.1	11.2	значительный	-	3.63
Танзыйбейское	50.4	1.59	9.82	3.2	19.5	значительный	-0.11	3.14
Черемховское	50.4	1.54	9.47	3.1	18.8	значительный	-0.11	3.18
Каракокшинское	46.4	1.24	7.10	2.7	15.3	значительный	2.36	5.06
				кедр корейский				
Вакское	58.6	2.07	10.54	3.5	18.0	значительный	-3.63	-

122

Электронный архив УГЛТУ

Приложение 12

Максимальный угол прикрепления боковых ветвей к стволу 30-летних кедровых сосен

Происхождение	Статистические показатели					Уровень изменчивости	$t_{0.5} = 2.04$	
	X, град.	$\pm m$, град.	$\pm \delta$, град.	P, %	V, %		$t_{0.1}$	$t_{0.2}$
Бирюсинское	76.0	0.89	4.89	1.2	6.4	умеренный	-	3.28
Танзыйбейское	79.5	1.36	8.37	1.7	10.5	умеренный	-2.15	0.82
Черемховское	79.0	1.79	11.04	2.3	14.0	значительный	-1.50	4.08
Каракокшинское	72.6	1.64	9.45	2.3	13.0	значительный	1.82	0.92
				кедр сибирский				
Вакское	81.0	1.24	6.33	1.5	7.8	умеренный	-3.28	-
				кедр корейский				

123

Биометрические показатели у кедра сибирского 29-летнего возраста разных экотипов (участок 2)

Происхождение	Статистические показатели						Уровень изменчивости	$t_{05} = 2.04$	
	X	$\pm m_x$	$\pm s$	P, %	V, %	t_{p1}		t_{p2}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Высота, см

Красноярское	3.7	0.29	1.02	7.8	27.6	большой	-	-0.29
Сонское	3.8	0.18	0.98	4.7	25.8	большой	0.29	-
Красночичкойское	3.0	0.22	0.83	7.3	27.7	большой	1.92	2.81

124

Диаметр ствола на высоте 10 см от уровня почвы, см

Красноярское	6.7	0.57	2.00	8.5	29.9	большой	-	1.05
Сонское	7.4	0.35	1.84	4.7	24.9	большой	-1.05	-
Красночичкойское	6.0	0.52	1.96	8.7	32.7	большой	0.91	2.23

Диаметр ствола на высоте 1.3 м от уровня почвы, см

Красноярское	4.7	0.42	1.81	8.9	38.5	большой	-	1.36
Сонское	5.5	0.41	2.18	7.5	39.6	большой	-1.36	-
Красночичкойское	4.2	0.29	1.82	6.9	43.3	большой	0.98	2.59

Электронный архив УГЛТУ

Продолжение прил. 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Сумма приростов за 1991 - 1993 гг., см

Красноярское	55.7	4.85	27.50	3.3	49.4	большой	-	1.92
Сонское	69.2	5.07	32.21	7.3	46.5	большой	-1.92	-
Красночичкойское	38.6	3.45	22.00	8.9	57.0	очень большой	-2.87	4.99

Диаметр кроны, м

Красноярское	1.3	0.12	0.46	9.2	35.4	большой	-	2.67
Сонское	1.7	0.09	0.50	5.3	29.4	большой	-2.67	-
Красночичкойское	1.2	0.09	0.35	7.5	29.1	большой	0.67	3.93

Длина хвои на боковом побеге прироста 1993 г., см

Красноярское	8.2	0.33	1.15	4.0	14.0	значительный	-	0.72
Сонское	8.5	0.25	1.30	2.9	15.3	значительный	-0.72	-
Красночичкойское	8.2	0.34	1.26	4.1	15.3	значительный	0.00	0.71

125

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Продолжительность жизни хвои, лет

Красноярское	5.0	0.24	0.81	4.8	16.2	значительный	-	1.70
Сонское	5.5	0.17	0.88	3.1	16.0	значительный	-1.70	-
Красночиойское	4.2	0.29	1.10	6.9	26.2	большой	2.12	3.87

Число боковых побегов за 3 года (1991 - 1993 гг.)

Красноярское	13.4	1.20	6.93	9.0	51.7	очень большой	-	1.20
Сонское	15.4	1.14	6.02	7.4	39.1	большой	-1.20	-
Красночиойское	11.4	1.06	4.70	9.3	41.2	большой	1.25	2.57

Угол прикрепления боковых ветвей к стволу (максимальный)

Красноярское	72.7	4.12	14.23	5.7	19.6	значительный	-	1.84
Сонское	81.3	2.22	11.76	2.7	14.5	значительный	-1.84	-
Красночиойское	81.1	2.04	7.64	2.5	9.4	умеренный	-1.83	0.07

Угол прикрепления к стволу боковых ветвей (минимальный)

Красноярское	47.8	3.50	12.14	7.3	25.4	большой	-	1.62
Сонское	43.9	1.73	9.16	3.9	20.9	значительный	0.10	3.30
Красночиойское	56.8	4.3	16.13	7.6	28.4	большой	-1.62	-

126

Приложение 14

Динамика вертикального распределения массы ствола кедровых сосен

разных видов и экотипов, г

	Возраст муговки / дерева, лет							
	1/30	2/29	3/28	4/27	5/26	6/25	7/24	8/23
1	2	3	4	5	6	7	8	9

кедр сибирский

Бирюсинское	55.8	58.1	50.4	64.5	92.6	88.5	76.7	87.8
Танзыйбайское	41.0	33.3	42.4	77.2	79.2	84.2	71.0	61.5
Черемховское	23.6	61.2	85.7	91.2	111.4	96.6	88.8	95.2
Каракокшинское	14.2	41.3	52.8	70.2	114.7	91.0	67.4	63.9

кедр корейский

Вакское	7.4	25.8	9.8	15.5	13.3	12.0	15.4	29.4
---------	-----	------	-----	------	------	------	------	------

127

Происхождение	Возраст мутовки / дерева, лет										Суммарная масса ствола на 17 мутовках, г
	9-11/22-20	12/19	13/18	14/17	15/16	16/15	17/14	15	16	17	
1	10	11	12	13	14	15	16	15	16	17	
кедр сибирский											
Бирюсинское	108.4	111.4	142.2	141.6	145.3	142.4	143.4	1509.1			
Танзыйбайское	69.7	102.2	114.8	140.0	133.7	127.3	157.7	1335.2			
Черемховское	146.7	185.0	223.4	254.9	251.1	227.9	260.3	2203.0			
Каракокшинское	62.8	123.3	176.8	180.7	228.8	270.3	215.4	1773.6			
кедр корейский											
Вакское	50.9	97.7	76.8	82.7	94.8	117.8	106.1	740.2			

Динамика вертикально-фракционного распределения массы боковых побегов и хвои кедровых сосен разных видов и экотипов по мутовкам, г

Происхождение	Возраст мутовки / дерева, лет								
	1/30	2/29	3/28	4/27	5/26	6/25	7/24	8/23	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
масса боковых побегов									
кедр сибирский									
Бирюсинское	6.8	21.5	29.9	55.3	96.8	87.3	129.4	118.9	
Танзыйбайское	6.0	24.1	29.2	65.9	75.3	56.2	90.9	119.1	
Черемховское	9.2	25.9	49.0	58.6	95.7	70.2	103.6	191.9	
Каракокшинское	8.4	26.0	32.4	87.7	74.1	64.4	110.7	241.8	
кедр корейский									
Вакское	3.7	6.0	19.3	11.4	20.7	32.0	17.0	20.3	

Происхождение	Возраст мутовки / дерева, лет							Масса боковых ветвей на 17 мутовках, г	
	9-11/22-20	12/19	13/18	14/17	15/16	16/15	17/14	17/14	16
1	10	11	12	13	14	15	16	16	17

кедр сибирский

Бирюсинское	163.7	130.9	184.5	161.7	169.1	223.5	211.0	1790.3
Танзыйбайское	135.9	142.1	222.5	200.7	209.5	131.1	164.4	1672.9
Черемховское	178.4	321.8	288.8	209.9	317.4	281.1	387.5	2589.0
Каракокшинское	131.5	173.9	207.5	176.8	237.5	469.3	220.0	2262.0

кедр корейский

Вахское	37.4	54.3	103.4	103.5	132.4	138.6	128.4	828.40
---------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Динамика вертикально-фракционного распределения массы хвои кедровых сосен разных

видов и экотипов по мутовкам, г

Происхождение	Возраст мутовки / дерева, лет								
	1/30	2/29	3/28	4/27	5/26	6/25	7/24	8/23	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

масса хвои

кедр сибирский

Бирюсинское	15.8	45.2	46.9	82.0	139.6	106.8	157.6	138.4
Танзыйбайское	8.9	57.5	41.3	114.6	119.3	80.8	104.5	134.2
Черемховское	13.4	36.3	63.4	78.5	134.1	92.0	130.6	214.0
Каракокшинское	15.8	42.3	55.6	135.0	120.9	84.9	126.8	259.2

кедр корейский

Вахское	7.1	10.0	44.1	28.3	51.5	45.9	20.9	26.4
---------	-----	------	------	------	------	------	------	------

Происхождение	Возраст мутовки / дерева, лет								Масса боковых ветвей на 17 мутовках, г
	9-11/22-20	12/19	13/18	14/17	15/16	16/15	17/14	17	
	10	11	12	13	14	15	16		
1									
Бирюсинское	159.7	138.3	176.1	141.2	149.7	194.7	159.2	1851.2	
Танзыбейское	136.0	163.1	223.5	179.1	163.8	130.3	185.7	1842.6	
Черемховское	171.3	369.7	296.6	208.4	309.4	272.3	362.3	2752.3	
Каракокшинское	147.1	171.6	208.7	164.2	182.4	355.5	194.2	2264.2	
Вакское	50.3	63.3	126.0	80.3	73.6	114.2	116.3	862.3	

кедр сибирский

кедр корейский

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Современное состояние проблемы	4
1.1. Экологическая роль фитомассы древесных пород	4
1.2. Формирование фитомассы в лесных насаждениях	8
1.3. Экотипическое и формовое разнообразие кедровых сосен	13
1.4. Создание географических и плантационных культур кедровых сосен	15
2. Методика, объекты исследований	17
3. Структура фитомассы кедрового сибирского 15-летнего биологического возраста в плантационных культурах	28
3.1. Изменчивость биометрических показателей кедровых сосен разных морфологических форм	28
3.2. Ежегодное накопление фитомассы	31
3.3. Вертикально-фракционное распределение надземной фитомассы	37
3.4. Взаимосвязь фитомассы с биометрическими показателями	45
3.5. Выводы	48
4. Структура фитомассы кедровых сосен разных видов и экотипов	50
4.1. Изменчивость биометрических показателей кедровых сосен в зависимости от видовой и экотипической принадлежности	50
4.2. Вертикально-фракционное распределение фитомассы у кедровых сосен 30-летнего биологического возраста	58
4.3. Выводы	84
Заключение и практические рекомендации	86
Список использованных источников	88
Приложения	109

ВЛАДИМИР АНДРЕЕВИЧ УСОЛЬЦЕВ
НАТАЛЬЯ ПЕТРОВНА ЩЕРБА

**СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ КЕДРОВЫХ СОСЕН
В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ**

МОНОГРАФИЯ

Научный редактор д-р с.-х. наук, проф. Р.Н.Матвеева

Редактор РИО Г.А.Маслакова

Техн. редактор Т.П.Попова

Подписано в печать 10.07.98 г. Сдано в производство 17.07.98 г.

Формат 60x84 1/16/ Бумага типографская. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,4 Уч.-изд. л. 8,4 Тираж 100 экз. Заказ № 372

Изд. № 83 Лицензия № 020346.20.01.1997 г.

Редакционно-издательский отдел СибГТУ
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82

Типография УВД Красноярского края