

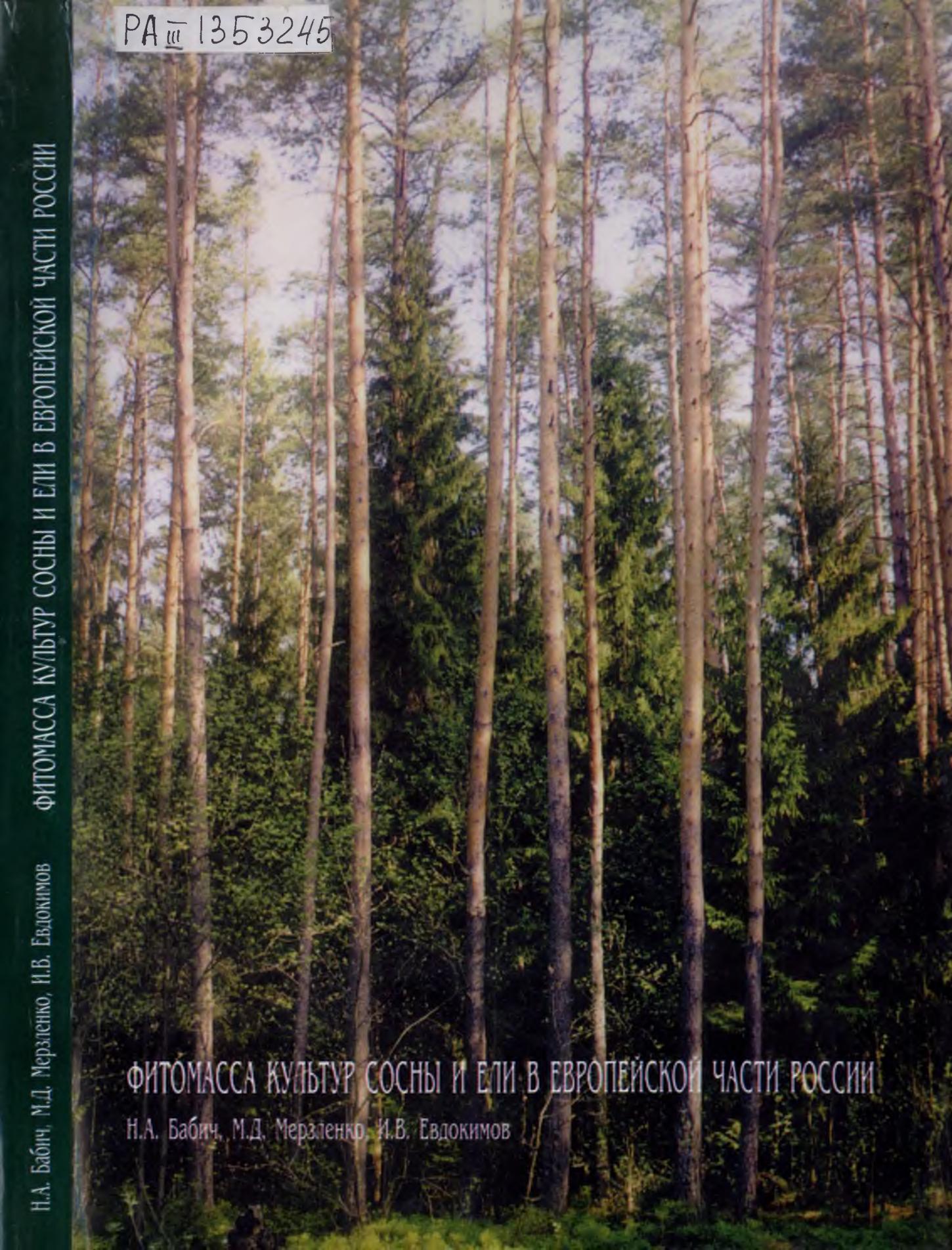
РА [III] 1353245

ФИТОМАССА КУЛЬТУР СОСНЫ И ЕЛИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Н.А. Бабич, М.Д. Мерзленко, И.В. Евдокимов

# ФИТОМАССА КУЛЬТУР СОСНЫ И ЕЛИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Н.А. Бабич, М.Д. Мерзленко, И.В. Евдокимов



**БАБИЧ Николай Алексеевич**

Профессор Архангельского государственного технического университета, доктор сельскохозяйственных наук, Заслуженный работник высшей школы РФ, автор более 20 книг. Научная деятельность отмечена РАЕН почетной серебряной медалью им. В.И. Вернадского, премией и медалью Ломоносовского фонда.



**МЕРЗЛЕНКО**

Михаил Дмитриевич

Профессор кафедры лесных культур Московского государственного университета леса, доктор сельскохозяйственных наук, действительный член Московского общества испытателей природы при МГУ им. М.В. Ломоносова.

Основные научные направления: лесоводство, лесокультурное дело, лесная орнитология и история лесной науки. Автор 285 печатных работ, среди которых 8 монографий и 7 учебных пособий.

## Вечные спутники леса



Фото Н. Бабича

*Посвящается 100-летию  
со дня рождения  
Ивана Степановича Мелехова*



*И.С. Мелехов (15.09.1905–06.12.1994) –  
учёный-лесовод с мировым именем.*

Академик ВАСХНИЛ, заслуженный деятель науки РСФСР, профессор, доктор с.-х. наук, член исполкома ИЮФРО, иностранный член Шведской академии, почётный член Финского лесного общества, доктор Высшей школы в г. Брно (Чехословакия), участник и вице-президент мировых лесных конгрессов и съездов, отмечен высшей наградой лесоводов – золотой медалью Г.Ф. Морозова. Главный редактор «Лесного журнала», депутат Верховного совета СССР.

Иван Степанович – основоположник новых научных направлений – технологии вырубок, динамической типологии леса, лесной пирологии и др., автор 400 научных работ, учебников по лесоводству и лесоведению, лесной энциклопедии, историк науки.

Его научная школа – 22 доктора, 46 кандидатов наук. Награждён орденами Ленина, Октябрьской революции, Трудового Красного Знамени (дважды).

Н.А. Бабич, М.Д. Мерзленко, И.В. Евдокимов

## ФИТОМАССА КУЛЬТУР СОСНЫ И ЕЛИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

*Под общевой редакцией член-корреспондента РАН*

*Н.А. Бабича*



РА-III-1353245

Архангельск

2004

УДК 630\*228:630\*5

ББК 43.8

Б 12

*Рецензент – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой экологии и защиты леса АГТУ П.А. Феклистов.*

*Бабич Н.А., Мерзленко М.Д., Евдокимов И.В. Фитомасса культур сосны и ели в Европейской части России. – Архангельск, 2004. – 112 с.*

Обсуждается актуальность переработки фитомассы древесного яруса культур сосны и ели, анализируются методические подходы исследования фитомассы, приводятся её запасы.

Книга адресована работникам лесного хозяйства, сотрудникам НИИ, аспирантам, студентам.

Ил. 15. Табл. 62. Библиогр. назв. 279.

Рекомендовано к изданию кафедрой лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина.

ISBN 5-7536-0123-5

*Вологодской областной библиотеке  
им. И.В. Бабушкина от авторов*

*30.12.04г.*

*Фитомасса – чрезмерно активная сила,  
одаренная свободной энергией.*

*В.И. Вернадский*

## ВВЕДЕНИЕ

Лесные культуры, как искусственные дендроценозы, в будущем станут основными элементами лесной биоты, которые будут окружать человека, и которые он будет создавать, овладев в совершенстве искусством лесовода и лесокультурника, в частности. Исторический опыт и практика минувших XIX и XX веков наглядно показала, что грамотный лесовод способен создать не только успешно растущий и устойчивый рукотворный лес, но и лес, обладающий высокой продуктивностью. Искусственные насаждения, кроме того, не только могут не противоречить природе Земли, но и, что важно, превосходить естественный лес по устойчивости и эффективности биопродукционного процесса. В связи с этим, особую важность приобретают знания и факты возможной биологической продуктивности искусственных дендроценоэзов.

Сосна и ель являются ныне основными лесокультурными породами при искусственном восстановлении лесов в Европейской России. За этими хвойными породами не только настоящее, но и будущее в лесном хозяйстве России, что особенно чётко проявляется как на Европейском Севере, так и в Центральной России. Этими породами мы ныне создаём леса нашего будущего.

Сейчас большое значение уделяется депонированию углерода лесным покровом на-

шей планеты. Роль лесов, как справедливо отмечает В.А. Усольцев (2001), в глобальном углеродном балансе является экологической загадкой, суть которой состоит в противоречии между результатами прямых изменений и косвенных (модельных) расчётов потоков углерода. Поэтому В.А. Усольцев (2001) исходит из того, что сегодня пока невозможна корректная оценка глобального углеродного бюджета и роли в нём лесного покрова, но это не означает, что исследования в этом направлении бесперспективны. Самой же актуальной и вполне осуществимой задачей является оценка фактических запасов фитомассы лесов, содержащих около 80% углерода всего растительного покрова планеты (Olsen et al., 1983). Поэтому столь актуальна задача формирования банка данных о фитомассе лесов, под которым В.А. Усольцев (1998) понимает комплекс исследований, обеспечивающих создание многоцелевой системы информации о фитомассе лесов, упорядоченной в виде структурных сводок и эмпирических моделей для решения экологических и хозяйственных задач разного уровня.

В связи с вышеперечисленным, авторы настоящей книги предлагают читателям уникальные материалы, полученные в результате многолетних исследований на объектах лесных культур сосны и ели в пределах Севера и Центра Европейской части России.

# *Глава 1*

## **АКТУАЛЬНОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ФИТОМАССЫ**

Переход к ресурсосберегающим технологиям, в том числе к использованию фитомассы лесных формаций как сырья для перерабатывающей промышленности – актуальная проблема лесного комплекса. Возможность использования всех составных частей дерева имеет большое народнохозяйственное значение. Лесосечные отходы (сучья и хвоя), отходы лесопиления (кора) и продукты их переработки получили широкое применение в химической, целлюлозно-бумажной, парфюмерной, фармацевтической, пищевой промышленности, в сельском хозяйстве и производстве строительных материалов (Томчук, 1968; Иевинь, Галванс, Даугавиетис и др., 1976; Калиниш, и др., 1978; Эрнст, Науменко, Ладинская, 1982; Грищенко, Кучерявый, Томчук, Задорожный, 1985; Тутыгин, Гаевский, Петрик, 2000).

Из всех выделяемых фракций фитомассы наибольшее значение в народном хозяйстве имеет использование нетрадиционных ресурсов, таких как кора и древесная зелень. Древесная зелень сосны включает почки и хвою, которые обладают полезными свойствами и с успехом используются в медицине в качестве лекарственного сырья.

### **1.1. Переработка коры**

В условиях дефицита древесного сырья большое значение в экономике лесоперерабатывающих предприятий приобретают вопросы комплексного использования запасов фитомассы дерева, например, коры. В качестве отходов большое количество древесной коры не находит сбыта и вывозится в отвалы, загрязняющие прилегающие к таким предприятиям территории. Древесная кора, составляющая значительную часть от объема ствола дерева, может быть продуктивно использована как сырье для химической, фармацевтической промышленности, в условиях сельского хозяйства, в энергетических целях как топливо, в качестве сырья для получения различных строительных плит и других материалов для нужд народного хозяйства. Оценка коры с этих позиций и вопросам её использования посвящены работы ряда исследователей (Цывин, 1971; Сосини, Загуляева, Лунина, 1972; Веретеник, 1976; Синников, 1978; Синников, Калугина, 1984; Житков, 1985; Букштынов, 1989; Котов, 1994; и др.). Есть сведения, что сосновая кора использовалась для выпечки хлеба спиц в XVIII веке (Фокель, 1996).

По мнению А.В. Житкова (1985), сжигание коры в сложившихся условиях является одним из основных направлений её утилизации.

ции, позволяющего ликвидировать любое количество коры в сравнительно короткие сроки. Но влажность выходящей из окорочных агрегатов коры достигает 80-84%, и теплотворная способность её практически равна нулю. Поэтому наиболее простым и доступным способом подготовки коры для сжигания является переработка её на топливные брикеты. По сообщению Архангельского ЦНТИ, технология переработки коры в брикеты была разработана Кировским НИИЛП, годовая производительность которой составила 5,4 тыс. тонн.

В лабораториях шведской фирмы «Кормес Марма» проведена серия опытов, которые показали, что древесную кору можно с успехом использовать для удаления загрязнений с поверхности рек, озёр и морей. Размолотую в порошок сосовую кору плотно насыпают в нейлоновые сетки и опускают в воду, загрязнённую нефтью или нефтепродуктами, такими как тяжёлые масла, краски и растворители. Кора быстро поглощает загрязнители из воды. В дальнейшем эта кора, пропитавшись нефтепродуктами, используется как топливо. Во время опытов вокруг загрязнённых участков водной поверхности создавали плавучие барьеры из нейлоновых сеток с корой. Опыты показали, что 2 дм<sup>3</sup> порошка из коры могут поглотить 1-2 л загрязнителей.

Как отмечает С.Д. Котов (1994), в России до сих пор нет производств, перерабатывающих кору в промышленных масштабах, нет общепризнанного технико-экономического обоснования способов утилизации коры. По мнению автора, с точки зрения рационального хозяйствования, наиболее целесообразно превращать отходы окорки в различные материалы, в том числе строительные. Так была предложена технология переработки коры для получения отделочных материалов. Принципиальное отличие данной технологии от существующих процессов получения древесностружечных и древесноволокнистых плит позволяет получать изделия и детали сложной формы с заданными размерами широкой цветовой гаммы: от красно-коричневого цвета (из коры лиственницы) до темно-серого (из коры тополя и осины), которые можно использовать для изготовления полотен дверей,

мебели и других изделий строительного и бытового назначения (Котов, 1994).

Для сокращения расхода древесины при производстве древесностружечных плит институт СвердНИИПдрев предложил использовать древесную кору. Изготовленные Котласским деревообрабатывающим комбинатом плиты с 50%-ным содержанием коры во внутреннем слое по физико-механическим свойствам отвечают требованиям ГОСТ (Мосина, 1984). В частности, кора в количестве до 8% использовалась в цехе древесноволокнистых плит Архангельского ЦБК (Житков, 1985).

В лаборатории Мариинского политехнического института были изготовлены методом объемного прессования без применения связующих материалов стаканы из коры для выращивания рассады. Проведенные исследования показали, что кора хвойных пород сосны и ели в специальных прессформах пригодна для получения изделий одноразового использования без применений связующих материалов, которые могут быть использованы для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой (Бызов, Семенов, Попов, 1975).

В Архангельской области вопросами утилизации коры занималась лаборатория промышленного использования отходов лесопильного производства ЦНИИМОД под руководством М.М. Цывина. Использованием коры в качестве тепличного грунта в сельском, лесном и коммунальном хозяйствах занималась группа специалистов АИЛиЛХ во главе с А.С. Сипниковым. Архангельской опытно-мелиоративной станцией под руководством О.Д. Кононова разработаны технологии производства органических удобрений на основе отходов лесопромышленного комплекса, в том числе коры. Конструкторами СевНИИП был разработан и изготовлен эффективный фильтрующий элемент из древесной коры для тонкой очистки моторного масла и дизельного топлива транспортных машин, который успешно применялся в леспромхозах Архангельской области (Иванов, 1976).

Кора сосны обыкновенной не является промышленным дубительным материалом,

и в нашей стране её специалью не заготавливают. Проведённые Архангельским лесотехническим институтом опыты показали, что танинность сосновой коры составляет 6,1-9,5 %. Полученные результаты дают основание рассматривать кору сосны в качестве потенциального источника дубильных веществ для промышленности (Соснин, Загуляева, Лунина, 1972).

Архангельским институтом леса и лесохимии на основе результатов многолетних исследований разработаны рекомендации по компостированию коры и использованию компостов в качестве тепличных грунтов в лесном и сельском хозяйствах. Рекомендации, составленные А.С. Синниковым и З.С. Калугиной (1984), содержат краткую характеристику коры, способы её компостирования и приёмы использования коровых компостов для выращивания сеянцев хвойных пород и овощных культур в теплицах.

Основное преимущество древесной коры в сравнении с традиционными торфогравозными грунтами заключается в его структурном строении. Рыхлая рассыпчатая масса, полученная из коры, обладает повышенной воздухопроводимостью и влажностью, что способствует улучшению почвенного обмена.

По мнению Л.А. Варфоломеева и Б.А. Мочалова (1986), коропомётные удобрения могут обеспечить выращивание посадочного материала хвойных пород без использования минеральных удобрений.

О масштабности данной проблемы свидетельствует тот факт, что только на Европейском Севере ежегодно образуется около 3,2 млн. м<sup>3</sup> отходов окорки, а на свалках лесопильных заводов Архангельской области к 1978 году уже скопилось более 10 млн. м<sup>3</sup> коры (Синников, 1978).

Вопросы использования древесной коры нашли отражение в докладах семинара «Использование древесной коры в лесном, сельском и коммунальном хозяйствах», прошедшем в 1978 году в городе Архангельске.

Кора хвойных и особенно лиственных пород может быть использована в качестве объёмистой кормовой добавки. При этом кору необходимо замачивать и выдерживать в холодной воде в течение суток, а при при-

менении запаривания в горячей воде – в течение четырёх часов. По нашим данным, кора сосны в абсолютно сухом состоянии содержит 0,45% азота, 0,03% фосфора, 0,08% калия, 0,38 % кальция и 8,68% сахара.

В условиях дефицита традиционных (грубых) кормов кору ряда древесных пород, прежде всего осины и берёзы, рассматривают как возможный источник кормовых продуктов, смесей и добавок, поскольку она содержит ряд ценных биологических и питательных веществ (Рыбинская, Туфанова, 1986).

Как считает Т.Х. Беридзе (1991), использование древесной коры в сельском хозяйстве является частью решения проблемы по созданию безотходных и малоотходных технологий на предприятиях деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, а также одним из путей возмещения затрат на охрану окружающей среды. При этом необходимо руководствоваться конкретными научными разработками, вести строгий учёт отходов производства и эффективно и интенсивно их использовать.

## 1.2. Использование древесной зелени

Комплексное рациональное использование всей фитомассы дерева предусматривает утилизацию и такой специфической её части, как древесная зелень. В научной литературе применительно к древесной зелени есть ряд синонимов (техническая зелень, хвойная лапка и др.), которые зачастую употребляются авторами без определения. В связи с этим необходима конкретизация данного термина.

Р.И. Томчук и Г.Н. Томчук (1973) под «древесной зеленью» подразумевают всё живое, составляющее крону дерева, а под «технической зеленью» – мелкие побеги и ветви (лапки) хвойных и лиственных пород толщиной до 8 мм, то есть всё то, что используется как сырьё в технических целях для производства различной продукции.

Под древесной зеленью в узком смысле термина обычно понимается хвоя, листья и не одревесневшие побеги. Практически, учитывая технологию заготовки и сезон

года, можно рассматривать древесную зелень как смесь хвон (листьев), не одревесневших побегов, коры, древесины, почек, цветов и семян и т.п., а также некоторых минеральных примесей (Андерсон, Репях, Полис, 1983; Левин, Репях, 1984).

Согласно ГОСТ 21769-76 древесная зелень хвойных пород представляет собой охвоёные ветви диаметром не более 0,8 см, заготавливаемые со свежесрубленных деревьев. В наших исследованиях использовано данное определение, а при ссылке на литературные источники мы сохраняли терминологию авторов.

По древесной зелени в научной литературе встречается большое число публикаций. Помимо отдельных монографий (Томчук, 1968; Томчук, Томчук, 1973; Калниныш и др., 1978; Левин, Репях, 1984; Грищенко, Кучерявый, Томчук, Задорожный, 1985; Бобкова, Тужилкина, Патов, 1986; Репях, Левин, 1988; и др.), опубликован ряд статей по химическому составу, динамике содержания биологически активных веществ (аскорбиновой кислоты, каротина, хлорофилла, эфирных масел и др.) в древесной зелени, хвое и листьях наиболее распространённых древесных пород различных регионов (Солодкий, Агранат, 1969; Фрагина, Черноморский, 1969; Литвак, 1971; Усова, 1973; Ладинская, Худашева, Грацианова, Медников, 1974; Богданова, 1975; Быков, Вассель, Новицкая, Софонова, 1982 и многие другие).

В живых клетках дерева содержится много биологически активных веществ: витаминов, ферментов, гормонов, защитных антибиотиков, а также энергоинформационных: белков, жиров, углеводов и прочих веществ, пригодных для лечебных, пищевых и кормовых целей. Хвоя, которая круглый год богата витамином С и каротином, является прекрасным средством для восполнения недостатка в этих витаминах в зимне-весенний период и может служить одним из основных видов сырья для производственного получения витаминных и лечебных препаратов (Солодкий, Агранат, 1969).

При производстве кормовых продуктов из древесной зелени первостепенное значение имеют данные о содержании каротина в хвое

и листьях различных древесных пород. Они необходимы для решения многих вопросов, касающихся сроков заготовки зелени, технологии переработки, целесообразности производства муки и т. д. Установлено (Быков, Вассель, Новицкая, Софонова, 1982), что у хвойных максимум каротина приходится на зимний период. Согласно ГОСТ 13797-78 «Мука витаминная из древесной зелени» высший сорт муки должен содержать не менее 90 мг/кг каротина, первый – 75 и второй сорт не менее 60 мг/кг при влажности муки 10%. Как отмечает Г.А. Богданова (1975), содержание каротина в хвое сосны обычно находится в пределах 150–180 мг/кг, что позволяет получать, при соблюдении определённой технологии, хвойную муку высшего качества. По некоторым данным (Литвак, 1971), из хвои сосны независимо от условий произрастания можно получить хвойно-витаминную муку только высшего и первого сортов. Исследования автора показали, что наибольшее количество каротина содержится в хвое деревьев сосны, произрастающих в оптимальных условиях и в наиболее освещённых частях дерева.

Значительный интерес для практики представляет вопрос о сохранении биологически активных веществ при хранении древесной зелени. Р.И. Томчук, Г.Н. Томчук (1973) установили, что летом на четвёртые сутки хранения в хвое сосны осталось 91,5% каротина по сравнению с первоначальным количеством, а после 10 суток – 54,3%. По данным П.В. Литвак (1971), при хранении древесной зелени наиболее перспективным является метод смачивания (дождевания), позволяющий не только сохранить, но и регенерировать каротин в увядшей хвое.

Е.Н. Быков и его соавторы изучали динамику содержания каротина в древесной зелени основных древесных пород Карелии: ели, сосне и берёзе. Ими установлено, что среднегодовое количество каротина в хвое ели растущего дерева составило 84 мг/кг, сосны – 128, в листьях берёзы – 187 мг/кг абсолютно сухого вещества. Лучшими сроками заготовки зелени авторы считают для сосны август – апрель, для ели октябрь – апрель, берёзы июнь–август (Быков, Вассель, Новицкая, Софонова, 1982).

Среди физиологически важных соединений хвои наибольшее значение имеют витамины. Наиболее полно хвоя изучена в качестве источника витамина С. В ней найдено в 6 раз больше аскорбиновой кислоты, чем в лимонах и апельсинах, и в 25 раз больше, чем в луке и картофеле. Однако содержание аскорбиновой кислоты в хвое сильно варьирует. По данным разных авторов, концентрация её колеблется от 95 до 585 мг на 100 г сухого вещества (Фрагина, Черноморский, 1969). По данным Г.А. Богдановой (1975), в хвое сосны в среднем содержание аскорбиновой кислоты составляет 250-300 мг/% сухого вещества при колебаниях от 160-540 мг%. Оно довольно изменчиво даже в одном районе и в разных типах леса. Так, килограмм сосновой хвои может дать 3-3,2 тыс. международных единиц витамина С. В ней содержатся и другие витамины (Р и Е). Все они – обязательный компонент кормового рациона, стимулирующий рост и развитие животных, повышающий качество получаемой продукции. Очень ценные такие добавки в зимнее время, когда содержание витаминов в сене и других кормах резко уменьшается (Ишина, 1988).

Свежая древесная зелень имеет следующую питательную ценность: еловая – 0,21; сосновая – 0,28 кормовой единицы в расчёте на килограмм, т.е. равнозначна пшеничной или ржаной соломе. Луговое сено содержит 0,40 кормовой единицы (Репях, Левин, 1988).

Оптимальное количество свежей хвои для свиней – 200 г на 100 кг живой массы. По сумме перевариваемых питательных веществ килограмм сухого материала пропаренной сосновой хвои равнозначен килограмму сена среднего качества.

В условиях Крайнего Севера хвоя также является ценным кормом. Коровы, получающие по два килограмма свежей хвои в день, увеличили удои в среднем на 11,2%. Опыты по скармливанию хвойной муки молодняку и дойному стаду, а также цыплятам и курам-несушкам в совхозе «Большая Инта» Республики Коми свидетельствуют о повышении продуктивности животных и птиц, рождении здорового жизнеспособного молодняка, ликвидации послеродовых заболеваний (Давидюк, 1972).

Авторами (Ладинская, Худашева, Грацианова, Медников, 1974) предложена схема комплексной переработки хвойной лапки с получением витаминно-белковых концентратов, хлорофиллина натрия, бальзамической пасты, провитаминоного концентрата и хвойного лечебного экстракта. Опыты показали, что хвоя может служить постоянным источником сырья для выделения из неё витаминно-белковых концентратов.

Состав древесной зелени как наиболее биологически активной части растений не постоянен и зависит от многих факторов: географических и метеорологических условий, породы, возраста растения и самой зелени. Исследования, проведённые Ф.Т. Солодким и А.Л. Аграпатом (1969), выявили, что для лесофармацевтических производств предпочтительнее сосновая хвоя, а для лесокормовых – еловая. Авторы имеют в виду лишь предпочтение одной породы, а не исключение другой в этой области.

Кроме всего вышеизложенного, сосновые ветви издавна использовались человеком для приготовления водки (Российский винокурь, 1993).

Проведённый обзор исследований учёных показывает, что биологически-активные вещества, содержащиеся в древесной зелени, можно и нужно получать и использовать в качестве корма, источника витаминов и лекарственных препаратов.

### 1.3. Применение почек и хвои сосны в медицине

Сосна обыкновенная среди вечнозелёных хвойных пород занимает почётное место в «зелёной аптеке» – это одно из старейших лекарственных растений. Каждый знает, как хорошо дышится в сосновом бору. Это благодаря тому, что хвоя сосны выделяет в воздух фитонциды – вещества, обладающие антибактериальными свойствами, так что воздух становится живительным. Поэтому он так полезен людям со слабыми лёгкими и особенно больным туберкулёзом.

Почки сосны – GEMMAE (TURIONES) PINI обладают целым рядом полезных

свойств, так как они содержат эфирное масло (0,36%), составными частями которого являются пинен, лимонен, борнеол, борнилацетат, кадинен, смолы, крахмал, дубильные вещества, пиницикрин, аскорбиновая кислота.

Из сосновых почек делают настой и отвары, обладающие противовоспалительным и антисептическим свойствами. Их можно использовать в виде ингаляций при воспалительных заболеваниях дыхательных путей.

Отвары почек сосны действуют как отхаркивающие средства благодаря возбуждению секреторной активности эпителия дыхательных путей, уменьшению вязкости мокроты, стимуляции функции ресинитчатого эпителия. Кроме того, в отваре сосновых почек находятся вещества, дезинфицирующие мокроту, оказывающие противовирусное и антимикробное действие. Почки сосны обладают также мочегонным и желчегонным свойством, как и все растения, содержащие эфирные масла (Государственная фармакопея, 1978).

Эфирные масла и другие биологически активные вещества, добываемые из хвойных деревьев, успешно применяются для лечения и профилактики многих распространённых заболеваний человека – так называемых простудных, гриппа, болезней органов дыхания и пищеварения, почек, а также ревматизма, радикулита, подагры, неврастении, полового беспилляя. А главное, именно зимой в хвойных деревьях повышается концентрация целебных компонентов, в том числе и витаминов (Новикова, 2000).

В сосновых почках и хвое содержатся эфирные масла, смолистое вещество болеритин, горькие и дубильные вещества, аскорбиновая кислота и микроэлементы. В медицине настой и отвар сосновых почек, благодаря их противовоспалительным и антисептическим свойствам, а также способности разжижать мокроту и ускорять её отделение, применяют при заболеваниях верхних дыхательных путей. До сих пор популярен терпигидрат, который получают из скрипидара – продукта переработки сосновой живицы. Этот препарат используют как отхаркивающее и разжижающее мокроту средство, его назначают при хронических бронхитах, бронхопневмониях и при других воспалительных заболеваниях органов дыхания. Хвоя сосны является также ценным витаминным препа-

ратом. Из неё готовят настои и концентраты для профилактики и лечения авитаминоза С. Кроме того, хвоя сосны входит в состав противоастматической микстуры. Сосновый дёготь успешно применяют наружно в виде мази для лечения кожных заболеваний (псориаз, экзема и др.), он является хорошим дезинфицирующим средством и входит в состав всемирно известной мази Вишневского. А эфирное масло сосны является составной частью препарата пинабина, применяемого в урологии. Сосновое масло входит также в препарат терпихол и успешно применяется при различных простудных заболеваниях, при первом и физическом переутомлении и для повышения устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды (Николаев, 2000).

Отвар почек сосны используется как дезинфицирующее и отхаркивающее средство при легочных заболеваниях, сопровождающихся гнилостной, вязкой, трудно отхаркиваемой мокротой, при бронхитах, бронхэкститической болезни, абсцессах легких. Как мочегонное и дезинфицирующее средство отвар из почек сосны (*Decoctum turionis Pini*) готовят в соотношении 1:10 и применяют при мочекаменной болезни по одной столовой ложке 3-4 раза в день. Отвар сосновых почек используется для ингаляций и полосканий при ангине, хроническом тонзиллите и острых респираторных заболеваниях (Государственная фармакопея, 1978).

Заболевания, при которых используют сию обыкновенную (по Н.А. Новиковой, 2000): абсцесс лёгкого, анемия (малокровие), астма бронхиальная, бронхит (побеги), дерматоз, экзема, диатез (хвоя), кожный зуд (аллергический), кожные заболевания (угри, пятна на коже), коклюш (почки, побеги), ларингит (хвоя), лишай (псориаз) и грибковые заболевания (дёготь), мочегонные средства, насморк, невралгии, ишиас, пневмония (скипидар), подагра (ванны), противоглистовые средства, ревматизм (ванны), угри, туберкулёз лёгких, холецистит, цинга, цистит, экзема, дерматоз.

Всё вышеизложенное позволяет отметить, что каким могучим источником здоровья может стать для человека сосна. В связи с этим так необходимо учитывать её «невесомые» и, особенно, «весомые» полезности. Это, прежде всего, касается почек и хвои.

## *Глава 2*

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАПАСОВ ФИТОМАССЫ**

Учёт фракционного состава фитомассы в древостоях – сложная и трудоёмкая задача, поэтому методологические исследования являются основными из важнейших показателей в определении первичной биологической продуктивности. Здесь на первое место выходят вопросы разработки принципиально новых, наименее трудоёмких и достаточно точных методов и способов учёта всех мелких фракций фитомассы, что имеет особое значение для получения сравнимых материалов.

Методическим вопросам изучения биологической продуктивности лесов посвящено много работ, особенно в связи с МБП. Помимо отдельных монографий и руководств (Программа и методика..., 1966; Молчанов, Смирнов, 1967; Программа-минимум..., 1967; Родин, Ремезов, Базилевич, 1968; Материалы по МБП, 1971; Уткин, 1975; Newbould, 1970), опубликовано большое число методических статей по проблеме в целом (Семечкина, Семечкин, 1973; Аткин, 1974; Токмурзин, 1977; Токмурзин, Байзаков, 1977; Уткин, 1982; Усольцев, 1984; Уткин, Каплина, Ильина, 1987; и др.), а также по отдельным частным вопросам (Горбатенко, Протопопов, 1971; Абатуров, Матвеева, 1974; Успенский, 1982; Прохоров, 1986; Пунько, 1993; и др.).

При фракционном учёте фитомассы древостоев исследователи использовали несколько методов: метод среднего дерева, отношения площадей сечений модельных деревьев и древостоя и регрессионный (Семечкина, Семечкин, 1973; Уткин, 1975; Усольцев, Нагимов, 1988).

На начальном этапе исследователи практиковали расчёт фитомассы древостоя по данным среднего дерева насаждения. Этот метод рекомендовался и некоторыми методическими руководствами (Молчанов, Смирнов, 1967; Родин, Ремезов, Базилевич, 1968). Данная методика признана недостаточно точной, поскольку средние по диаметру деревья не всегда оказываются средними по другим таксационным показателям, например, по массе кроны, кроме всего, по ней невозможно установить точность исследования.

Значительно меньшая ошибка получается при расчёте по девяти средним для древостоя моделям (Горбатенко, Протопопов, 1971), но в целом запас надземной фитомассы древостоя занижается на 52...110% (Поздняков, Протопопов, Горбатенко, 1969).

Увеличение числа средних для древостоя деревьев от 6 до 12 и даже до 15-19, по нашим данным, не повышает точности определения массы всех фракций (табл. 2.1). Кроме того, метод среднего дерева не все-

гда даёт возможность определить массу всех фракций. Например, этот метод не позволил найти массу живых веток в 46-летних посевах сосны V<sub>a</sub> класса бонитета, так как эта фракция появляется у более толстых деревьев (Бабич, 1989; Бабич, Васильев, 1992). Точность учёта фитомассы в молодняках по среднему дереву также очень низка (Аткин, 1974). Вот почему А.И. Уткин, Н.Ф. Каплина и Н.А. Ильина (1987) не рекомендуют применять данный метод.

В последующие годы широкое применение получил метод графического выравнивания полученных значений фитомассы в связи с важнейшими таксационными показателями взятых модельных деревьев. При этом в качестве исходных данных брали различное число модельных деревьев.

Анализируя оценку методов определения надземной фитомассы сосновых древостоев, М.Г. Семечкина и И.В. Семечкин (1973) пришли к выводу, что наиболее надёжным методом определения фитомассы оказался способ её таксации по модельным

деревьям по классам или ступеням толщины с графическим выравниванием полученных данных в связи с диаметром, площадью поперечного сечения ствола или D<sup>2</sup>H. Тщательный подбор модельных деревьев по толщине и высоте стволов, протяжённости, поперечнику и густоте кроны позволяет существенно повысить точность определения компонентов фитомассы древостоя (в 1,5-2 раза и более). М.Г. Семечкина (1978) отмечает, что методика учёта фитомассы древостоя по 15 модельным деревьям, подобранным по классам или ступеням толщины, с графическим выравниванием полученных данных обеспечивает удовлетворительную точность учёта всех её компонентов для научно-исследовательских целей.

По нашим данным (Бабич, Васильев, 1992), при графическом выравнивании исходных данных по 15 моделям различия с фактической массой в целом составляют 2,9%. Однако по отдельным фракциям они достигают 22,9-26,7% как в сторону завышения, так и занижения запаса фитомассы (табл. 2.1).

Таблица 2.1

*Точность определения различными методами массы фракций фитомассы на 1 га в 50-летних посевах сосны обыкновенной, кг/%*

Фракции фитомассы	Фактическая масса	Метод пропорционально-ступенчатого представления	Графический	Комплексный		Метод среднего дерева при числе моделей			
				вариант 1	вариант 2	5	10	15	19
Сухие сучья	3396 100	3887 +11,4	3696 +8,8	3120 -8,2	3359 -1,1	2986 -12,1	2249 -33,8	2788 -13,0	2733 -19,6
Древесная зелень	14747 100	15628 +5,9	18134 +22,9	16859 +14,3	16332 +10,7	10055 -31,9	9817 -33,5	9698 -34,3	9018 -38,9
Живые ветки	5130 100	5658 +10,2	3761 -26,7	3323 -35,3	5278 +2,8	1558 -50,2	1487 -71,1	2360 -54,0	2098 -59,2
Кора	12227 100	12968 +6,0	12170 -0,5	13105 +7,1	11363 -7,1	9163 -25,1	8954 -26,8	9222 -24,6	8846 -27,7
Древесина ствола	73554 100	79674 +8,3	74561 +1,3	75942 +3,2	73583 0,0	48314 -34,4	47719 -35,2	47024 -36,1	45110 -38,7
Итого	109055 100	117815 +8,0	112322 +2,9	112350 +3,0	109915 -0,8	73076 -33,0	70226 -35,2	71092 -34,9	67805 -37,9

Применение графического выравнивания возможно при отсутствии ЭВМ и необходимости получения экспресс-информации о

запасах фитомассы конкретных насаждений. Недостатком такого выравнивания является невозможность оценки отклонения

выровненных значений от эмпирических. Этот недостаток восполняется при использовании регрессионного метода.

Первым этот метод применил А.С. Яблоков (1934), но более известным он стал после опубликования статьи J.I. Kittredge (1944). В литературе его часто называют «методом Китреджа», правильнее было бы назвать «методом Яблокова-Китреджа» (Уткин, 1970), а японские исследователи – «аллометрическим методом». В настоящее время за ним утвердилось название «регрессионного метода». Этот метод признан ведущим при изучении биологической продуктивности лесов. Более 2/3 работ по первич-

ной продуктивности древостоев выполнено с использованием метода регрессий. Оценка точности определения массы разных частей деревьев осуществляется по коэффициентам корреляции, коэффициентам детерминации, по относительным ошибкам уравнений регрессии (Уткин, 1975).

Многолетний опыт применения регрессионного метода при исследовании фитомассы культур сосны на Европейском Севере показал, что даже конкретные уравнения, имеющие наименьшие ошибки, не всегда дают надёжные результаты для низших ступеней толщины (рис. 2.1).

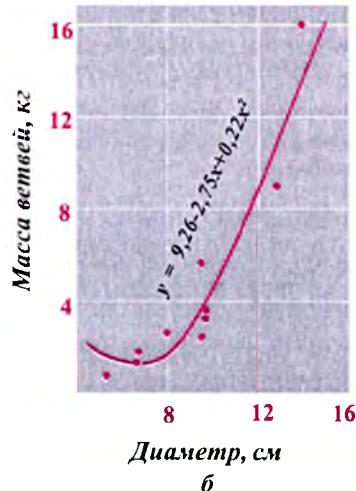
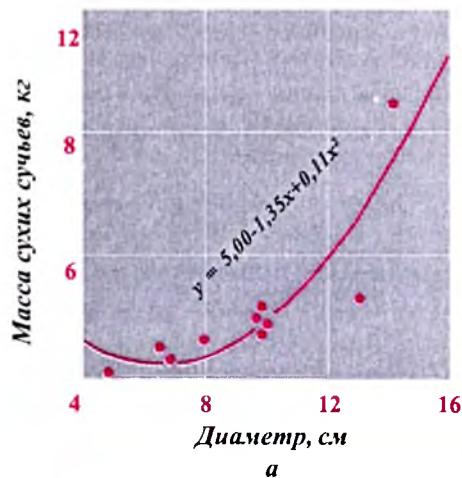


Рис. 2.1. Математическая модель зависимости массы сухих сучьев (а) и веток (б) от диаметра ствола на высоте 1,3 м

Эту особенность для насаждений естественного происхождения отмечали также Р.А. Зиганшин и М.Г. Семечкина (1973), а в последующем А.С. Аткин (1984). Необходимость графического выравнивания низших ступеней толщины при регрессионном анализе особенно очевидна при исследовании посевов сосны в лишайниковой группе типов леса, когда тонкомерные растения сохраняются продолжительный период. Так, на первые 4 ступени из 15 в 45-летних посевах сосны в лишайниковом типе условий местопроизрастания приходится 46,5% деревьев.

При определении фитомассы древостоев, наряду с непосредственным взвешиванием модельных или учётных деревьев, применяют и стереометрические методы учёта (чаще для определения массы древесины и коры ствола) через объёмную плот-

ность, реже косвенные методы без рубки модельных деревьев.

В лесной таксации существуют несколько методов взятия модельных деревьев (среднего дерева для древостоя, по ступеням толщины, по пропорциональному представительству в ступенях, по классам с равным числом деревьев в классе и т. п.). Что же касается количества модельных (учётных) деревьев, порядка их отбора и обработки, а также выбора тех или иных дендрометрических признаков, используемых в качестве независимых переменных при пересчёте данных модельных деревьев на весь древостой, то здесь нет общепринятых методических подходов, соответственно, отсутствует и единый подход в представлении данных (свежесрубленном или абсолютно сухом состояниях).

Количество деревьев и метод их отбора в каждом конкретном случае должны определяться из оптимального соотношения трудозатрат и точности учёта (Аткин, 1974; Уткин, 1975; Усольцев, 1985; Пунько, 1993). В зависимости от конкретного древостоя и целевой установки методы взятия модельных деревьев и их общее число различными исследователями рекомендуются самые разнообразные. Особого внимания заслуживает ряд методических исследований, касающихся как сравнительной оценки точности разных методов при определении фитомассы древостоев, так и преимущества тех или иных дендрометрических показателей, используемых в качестве независимых переменных в уравнениях регрессии (Горбатенко, Протопопов, 1971; Поздняков, 1973; Семечкина, Семечкин, 1973; Уткин, 1975; Семечкина, 1978; Аткин, 1984; Усольцев, 1985; Токмурзин, Байзаков, Нурпенсов, 1987; Бахтии, 1988; Бабич, Мерзленко, 1998).

По мнению Л.К. Позднякова (1973), из многих методов таксации по модельным деревьям следует отдавать предпочтение различным вариантам способа пропорционального представительства (ступени и классы толщины, классы с равными площадями сечения и т.д.). Способ средней модели применим преимущественно при таксации второстепенных элементов леса.

Методику с отбором 15 модельных деревьев предлагают А.А. Молчанов и В.В. Смирнов (1967), согласно которой общее число стволов, учтённых на пробе, нужно разделить на три равновеликих класса по площади сечения. Для каждого из этих классов вычисляется средний диаметр, и по нему отбираются пять моделей для каждого класса.

Главное место в обзоре по биопродуктивности лесов А.И. Уткиним (1975) отведено существующим методам изучения первичной биологической продуктивности лесных фитоценозов. Он отмечает преимущества метода регрессий и метода средних модельных деревьев по классам толщины. В качестве аргумента целесообразнее всего использовать произведение квадрата диаметра ствола (на высоте 1,3 м) на высоту ( $D^2H$ ). Использование  $D^2$  и площади попе-

речного сечения ствола нужно считать равнозначным. Метод среднего дерева также может быть рекомендован для исследований по первичной продуктивности древостоев. Необходимо лишь брать не менее пяти моделей, тщательно выбираемых по некоторым дендрометрическим признакам. Недостаток метода – невозможность определения ошибок учёта для всей совокупности деревьев (Уткин, 1975).

А.С. Аткин (1984) на основе взвешивания фракций 111 деревьев сосны экспертино оценил различные методы отбора модельных деревьев и их количество. Анализ данных показал, что в молодняках точность учёта фитомассы по среднему дереву очень низка. Самым оптимальным оказался метод ступенчатого представительства. При этом для определения фитомассы с разделением на фракции в сосновых молодняках достаточно использовать 6–13 моделей. Ошибки в этом случае не превышают  $\pm 10\%$ . Лучшие результаты получены при взятии 13 моделей (одно дерево от ступени). Аналогичное выравнивание данных снижает ошибку до 6–7%, а ошибка для всех случаев равна 2,7–3,4% за исключением массы отмерших ветвей, точность учёта которых всеми методами довольно низка.

В.А. Усольцевым (1985) для выяснения влияния на точность учёта фитомассы методов отбора модельных деревьев в 45-летнем березняке порослевого происхождения сплошь срублено и обработано 104 дерева. Отбор моделей произведен в количестве 1, 5, 10, 15 и 20 шт. в последовательности: одно дерево из ступени толщины и группы рангов, в которые входит среднее дерево древостоя; одно дерево от каждой ступени толщины и от каждой группы рангов; далее по 2 дерева и т. д., пока не набиралось вышеуказанное количество деревьев. Отклонение расчётных значений фитомассы от опытных оказались наибольшими при взятии одного среднего дерева, а при 10 и более деревьях – ниже и практически не зависит от числа деревьев. Метод отбора модельных деревьев по группам рангов толщины и объём выборки в количестве 10 деревьев, по мнению автора, вполне правомерны. Увеличе-

ние числа деревьев сверх 10 приводит к чрезмерным тратам времени и средств, которые не компенсируются повышением точности. Для регрессионных моделей в качестве независимой переменной диаметр ствола на высоте груди является универсальным и даёт хорошие результаты для всех фракций фитомассы. Показатель  $D^2H$  даёт наилучшие результаты для учёта стволовой массы и менее точные для массы кроны (Усольцев, 1985). Согласно исследованиям (Токмурзин, Байзаков, Нурпесиков, 1987), для оценки накопления массы кроны должно быть срублено не менее 6 моделей с каждой пробной площади.

Анализ некоторых способов отбора деревьев для определения надземной фитомассы еловых древостоев на Европейском Севере выполнил А.А. Бахтин (1988). Им проанализировано на основе изучения фитомассы в свежесрубленном состоянии 118 деревьев ели 14 способов отбора моделей. Для определения основных компонентов надземной фитомассы наиболее точными являются: отбор моделей пропорционально представительству деревьев в ступенях толщины, отбор одного среднего дерева из каждой ступени толщины и механический отбор каждого 5-го дерева. Отклонение массы всех элементов от результатов сплошного взвешивания в этих способах не превышает  $\pm 5\%$ . В итоге А.А. Бахтин предлагает метод отбора по одному среднему дереву от каждой ступени толщины.

В результате 10-летних исследований фитомассы культур сосны на Европейском Севере и экспертной оценки публикаций по этому вопросу нами предложен комплексный метод отбора модельных деревьев и определения запасов фитомассы в культурах сосны I-II классов возраста. Основные положения комплексного метода отбора сводятся к следующему:

1. На изучаемом участке, за пределами пробной площади, берут 15 модельных деревьев. Пять из них являются средними в целом для древостоя по диаметру, высоте, размерам кроны. Число средних моделей определено требованиями лесной таксации (Карпов, 1955; Анучин, 1982), анализ которых позволяет проследить ход роста в вы-

соту, динамику текущего годичного прироста по высоте.

2. Необходимо брать две модели высших рангов, анализ которых позволит получить дополнительную информацию об отнесении изучаемого насаждения к тому или иному ряду естественного развития. Остальные 8 моделей подбирают средними для принятых ступеней толщины.

3. Исходные данные 15 деревьев подвергают регрессионному анализу, в отдельных случаях самые низкие ступени толщины выравниваются графически.

Проверка комплексного метода отбора выполнена в 50-летних чистых по составу посевах сосны Пингишенского лесничества Архангельской области, которые характеризуются следующими таксационными показателями: диаметр –  $4,0 \pm 0,1$  см; высота – 6,4 м; относительная полнота – 1,11. Тип условий местопроизрастания – лишайниковый. При сплошной вырубке двух рядов культур обработано 190 моделей, масса которых была принята за истинную и служила контролем. Установлено, что различия между фактической надземной фитомассой культур и рассчитанной по комплексному методу не превышают 1,0%, а по отдельным фракциям составляют: сухие сучья – 1,1%, древесная зелень +10,7%, ветки +2,8%, кора ствола – 7,1 %, древесина ствола 0,0% (Бабич, Мерзленко, 1998).

Для редко встречающихся в фитоценозах пород-примесей и кустарников А.И. Уткин (1982) предлагает определять фитомассу и годичную продукцию по нескольким моделям, взятым по ступеням толщины или только для средней ступени. В некоторых случаях автор рекомендует использовать уже полученные в сообществах тех же лесных формаций уравнения регрессий.

А.И. Уткин и его соавторы считают, что упрощение аргумента функции  $D^2H$  до одного диаметра вполне правомерно для однородных по высоте деревьев выборок, т.е. насаждений одинаковых классов бонитета, сходных типов развития. Введение показателя высоты в  $D^2H$  как бы сглаживает неоднородность выборки модельных деревьев из насаждений различных классов бонитета. В этом случае деревья с одинаковыми значениями  $D^2H$  могут различаться по фитомассе из-за ранго-



58-летние посевы сосны: 9С10е,  $\bar{H}_c = 16,7$  м;  $D_c = 13,2$  см;  $M_c = 291$  м<sup>3</sup>/га (пр. пл. 1). Фото И. Евдокимова

**58-летние посевы сосны в лишайниковом типе условий местопроизрастания:  
10с;  $\bar{H}$  – 8,3 м;  $\bar{D}$  – 5,3 см;  $M$  – 106 м<sup>3</sup>/га (пр. пл. 9). Фото И. Евдокимова**





Определение массы древесной зелени. Фото И. Евдокимова



Посевы сосны в брусничном типе условий местопроизрастания северной подзоны тайги: А – 58 лет, 10С; Н – 13,5 м; Д – 11,2 см; М – 230 м<sup>3</sup>/га (пр. пл. 5). Фото И. Евдокимова

вой дифференциации, т.е. по классам роста или из-за возраста особей (Уткин, Замолодчиков, Гульбе, Гульбе, 1996).

Точность учёта фитомассы зависит не только от метода отбора и числа модельных деревьев, но и от процедуры их обработки: времени года и суток, погодных условий, способов расчленения, обмера и взвешивания различных фракций фитомассы и т.д. Эти факторы объясняют различную изменчивость получаемых показателей фитомассы, обусловленную, во-первых, разной степенью участия прироста текущего года в общей массе той или иной фракции (особенно чувствительна к этому листва); во-вторых, различным содержанием влаги во фракциях (обусловленных, в свою очередь, изменением физиологической активности дерева в зависимости от ценотического положения, погодных условий, изменения радиационного режима в течение суток, различной продолжительностью обработки крупных и мелких деревьев, потерями влаги у взятых образцов и т.д.); в-третьих, точность методов взятия модельных ветвей или какой-то части кроны с целью сокращения времени расчленения листвы и ветвей, а также методом определения массы ствола (весовым или стереометрическим) и, наконец, точностью выполнения самих операций измерения и взвешивания (Усольцев, 1985).

Очень важным вопросом до сих пор остаётся перевод свежесрубленной массы различных фракций в абсолютно сухое состояние. Многие авторы, игнорируя его, приводят данные по фитомассе без указания в каком они состоянии, свежем или абсолютно сухом. Остается открытым и вопрос о количестве и порядке отбора образцов для определения абсолютно сухой массы.

По мнению В.А. Усольцева и З.Я. Нагимова (1988) объективная сравнительная оценка биологической продуктивности насаждений может быть дана только на основе абсолютно сухой фитомассы. Однако, как указывает Л.К. Поздняков (1973), в таблицах, имеющих в первую очередь производственное значение, масса крон и её фракций приводятся в свежесрубленном (сыром) состоянии, поскольку это сырьё учитывается на лесосеке или на складах, если вывозка производится в

хлыстах с кронами. Но для расчёта выхода тех или иных продуктов, а также в целях использования таблиц при лесоводственно-биологических исследованиях, необходим перевод сырого веса фракций кроны в абсолютно сухой. Для этого целесообразно, по мнению автора, воспользоваться средними величинами содержания сухого вещества (влажность и содержание сухого вещества, вычисленные в процентах к сырому весу, в сумме составляют 100%). Кроме всего, древесная зелень, согласно ГОСТ 21769-76, учитывается и используется промышленностью в свежем (сыром) состоянии.

Исследованиями М.Г. Семечкиной (1978) доказана идентичность одноимённых показателей изменчивости, тесноты связи и уравнений регрессии для компонентов фитомассы деревьев и древостоя сосны в свежесрубленном и абсолютно сухом состояниях. Этот факт, по мнению автора, имеет несомненное практическое значение, так как позволяет снизить до минимума трудоёмкие работы по установлению абсолютно сухой фитомассы и оценке точности её определения.

## 2.1. Обзор исследований фитомассы в Архангельской области

Результаты исследований фитомассы лесов, проводимых в Архангельской области, сведены нами в таблицу 2.2. Часть работ не включена в указанную таблицу из-за отсутствия требуемых показателей, но о них упомянуто в обзоре. Анализируя таблицу 1, можно отметить, что подавляющая часть исследований выполнена авторами в насаждениях естественного происхождения. Работы значительно отличаются не только целями и задачами, но и различными методическими подходами, числом закладываемых пробных площадей, выделяемыми фракциями фитомассы, количеством и методикой взятия и обработки модельных (учётных) деревьев и др.

Впервые наиболее широкие исследования по учёту и приросту биологической массы в древостоях разного возраста в подзо-

не северной тайги Архангельской области проведены Северным опытным лесничеством (ст. Обозерская) в 1929–1930 гг. В течение 10 лет велись наблюдения над спадом хвои, листвы, коры и мелких веток, а также над отпадом деревьев и интенсивностью разрушения древесины. Исследования проводились по типам лесорастительных условий, а в пределах их по типам леса. Учтёт органической массы проведён в сосновых, еловых, лиственничных и берёзовых древостоях 17...260-летнего возраста на 22 пробных площадях. Для каждой пробной площади бралось от 4 до 16 модельных деревьев каждой породы (Молчанов, 1971).

Наряду с определением фитомассы древостоев И.С. Мелеховым (1957) и А.А. Молчановым (1952) изучалась масса лесной подстилки и живого напочвенного покрова с целью их влияния на гидрологический режим и формирование гумусового горизонта.

Изучение запасов надземной и подземной фитомассы в ельниках зеленомошниках северной тайги и лесотундры проведено А.И. Марченко и Е.М. Карловым (1961, 1962).

В Онежском районе исследования по учёту органической массы проведены А.Д. Вакуровым (1973, 1974 а, 1974 б). Им была учтена фитомасса некоторых типов сосняков, в частности болотных, и ельников черничных на 10 пробных площадях. Для каждой пробы автор брал 22–36 моделей.

Большой вклад в изучение биологической продуктивности вообще, и в частности относительно фитомассы, внесли учёные Архангельского института леса и лесохимии (ныне СевНИИЛХ). Наряду с изучением биологической продуктивности лесных фитоценозов под влиянием рубок ухода (Чибисов, Поротов, Жариков, 1978; Поротов, 1980, 1983; Чибисов, Поротов, Москалёва, 1980, 1982; Минин, Чибисов, 1986; Чибисов, Поротов, 1990; Чибисов 1992, 1997; Чибисов, Минин, 1997; и др.), авторы рассматривали влияние комплексных уходов (сочетание рубок ухода, внесения удобрений и обрезки кроны) на рост и накопление фитомассы (Минин, 19846; Минин, Чибисов, 1986, 1991; Чибисов, Поротов, Жариков, 1988; и др.).

В.С. Корняк, В.Г. Чертовским (1977), Б.А. Семёновым (1977), Б.А. Семёновым, В.Н.

Нечаевым (1977), В.Ф. Цветковым, В.В. Никоновым (1985), Ф.П. Елизаровым, Б.А. Семёновым (1991) определялась фитомасса насаждений на северном пределе их распространения. Есть интересные работы о влиянии фитомассы и размеров сеянцев и саженцев на рост культур сосны и ели (Беляев, Пигарев, Сенчуков, 1980, Беляев, 1981), а также о массе и составе горючих материалов живого напочвенного покрова (Вялых, Черкизов, Гоголева, Панкратова, 1979; Вялых, Звонкова, Ускова, Калитин, 1982; Вялых, Звонкова, 1984; и др.). Некоторые авторы (Серый, Листов, 1984) рассматривали влияние удобрений на структуру надземной фитомассы древостоев разной густоты.

Значительное количество работ по фитомассе принадлежит сотрудникам Архангельского государственного технического университета. Ельники Севера были исследованы И.И. Гусевым, Н.Н. Соколовым (1973, 1974, 1977), Г.Б. Гортинским (1976), И.И. Гусевым (1976, 1978), Р.Н. Климовым (1976), А.А. Бахтиным (1977, 1981, 1989). Сосновым насаждениям посвящены работы Л.Е. Астрологовой (1972, 1976, 1978, 1983, 1986 и др.), Л.Е. Астрологовой, Е.Н. Наквасиной (1983), П.А. Феклистова, В.Н. Евдокимова, В.М. Барзута (1997). Изучение фитомассы подроста хвойных пород на вырубке в связи с микроклиматическими условиями длительное время проводилось кафедрой лесоводства и почвоведения (Усова, 1974). Есть ряд работ методического характера (Бахтин, 1988, 1991; Бабич, 1989 б; Бабич, Васильев, 1992; и др.).

Что же касается насаждений искусственного происхождения, то число работ по фитомассе в них ограничено и сводится к исследованиям нескольких авторов в культурах сосны обыкновенной (табл. 1, приложение). Изучением фитомассы культур сосны в связи с рубками ухода занимался Н.С. Минин (1980, 1981, 1984, 1988, 1989 и др.). Изучался и ассимиляционный аппарат культур сосны (Феклистов, Бабич, 1990; Феклистов, Евдокимов, Худяков, 1995 и др.). Биологическая продуктивность искусственных фитоценозов сосны длительное время изучалась Н.А. Бабичем (1983, 1985, 1989, 1990 и др.).

Таблица 2.2.

## Результаты исследований фитомассы в Архангельской области

Район исследований (лесхоз, под- зона тайги и т.п.)	Объект исследований (тип леса, вырубки и т.д.)	Число пробных площадей, шт.	Возраст насаждения (вырубки), лет	Число взятых моделей, шт	Выделяемые фракции фитомассы	Автор и год публикации	
В естественных насаждениях							
Обозерский лесхоз	С. черничный	1	17	13	ствол, ветви, корни, хвоя, ветви крупные, ветви мелкие	Молчанов, 1971	
		1	34	15			
		1	53	12			
		1	105	12			
		1	150	10			
		1	204	16			
		1	260	12			
	Чистый лиственничный древостой с единичной примесью ели	1	21	12 для каждой пробной площади	ствол в коре, ствол без коры, крупные ветви, мелкие ветви, хвоя, кора, корни		
		1	40				
		1	51				
		1	61				
		1	82				
		1	120				
		1	220				
	Елово-лиственные и лиственно-еловые древостои	1	10	10 каждой породы на каждой пробной площади	ствол с корой, ствол без коры, ветви крупные, ветви мелкие, листва (хвоя), корни		
		1	20				
		1	45				
		1	64				
		1	113				
		1	142				
		1	185				
		1	240				
Емцовский учебно-опытный лесхоз	Сосново-лиственные молодняки	10	10...130	10-15 с каждой ступени высоты	ствол, побеги, хвоя (листья), подлесок, кустарнички, травы, мхи и лишайники	Астрологова, 1972	
Онежский район	С. касанд.-сфаг.	1	190	22	древесина ствола, кора ствола, кора ветвей, древесина ветвей, хвоя (листья), корни	Вакуров, 1973	
	С. осок.-сфаг.	1	90	не указано			
	С. долг.-сфаг.	1	65	30			
	С. мшисто-лишь.	1	100	не указано			
	Е. черн.-зелен.	1	90	36			
Архангельская область и Коми АССР	Е. кислич., чернич., зелен., долгомошные	8	не указан	135	хвойная лапка	Гусев, Соколов, 1973; 1974	

1353245

Продолжение таблицы 2.2.

Район исследований (лесхоз, подзона тайги и т.п.)	Объект исследований (тип леса, вырубки и т.д.)	Число пробных площадей, шт.	Возраст насаждения (вырубки), лет	Число взятых моделей, шт	Выделяемые фракции фитомассы	Автор и год публикации
Савинский лесхоз	Луговиковая вырубка	1	1...3	не указано	древесная растительность и травы	Астрологова, 1974
Онежский район	Е. черн.-зелен.	2	150 и 160	не указано	кора, хвоя (листья), древесина ствола, кора ствола, древесина ветвей, кора ветвей	Вакуров, 1974 а
	Е. черн.-сфагн.	1	170	не указано		
	С. черн.-зелен.	2	55 и 90	не указано		Вакуров, 1974 б
Обозерский лесхоз	С. брусличник	7	30...261	6 на каждой пробной площади	ствол, ветви крупные, ветви мелкие, корни крупные, корни мелкие	Молчанов, 1974 а
Обозерский лесхоз	С. беломошник	1	10	8	ствол, ветви крупные и мелкие, корни крупные и мелкие, хвоя, шишечки, семена, лишайники, подстилка, кустарнички	Молчанов, 1974 б
		1	20	14		
		1	43	не указано		
		1	68	не указано		
		1	121	не указано		
		1	158	12		
		1	242	10		
Обозерский лесхоз	С. кустарничково-сфагновый	1	139	не указано	ствол, кора, ветви крупные и мелкие, корни, хвоя; огнад деревьев, хвои и мелких ветвей	Молчанов, Полякова, 1974
		1	158			
	С. осоково-сфагновый	1	95			
		1	165			
		1	200			
Учебно-опытный лесхоз	Вырубка	4	не указан	5 каждой породы	не указаны	Усова, 1974
Плесецкий район	Сосново-лиственные насаждения	2	19 и 150	не указано	ствол, ветви, хвоя (листья), корни, напочвенный покров	Астрологова, 1976
Не указан	Еловые древостои	12	не указан	не указано	древесина и кора ствола, хвоя, крона	Горгинский, 1976
Обозерский лесхоз	Е. долгомошник	1	170	10	ствол, кора, сучья, техническая зелень	Гусев, 1976
Пуксоозерский лесхоз	Березово-еловые насаждения	4	не указан	30 березы и 16 ели	ствол, сухие и живые ветви, листья (хвоя)	Климов, 1976

Район исследований (лесхоз, подзона тайги и т.п.)	Объект исследований (тип леса, вырубки и т.д.)	Число пробных площадей, шт.	Возраст насаждения (вырубки), лет	Число взятых моделей, шт	Выделяемые фракции фитомассы	Автор и год публикации
Предтундровая подзона	С. сфагновый	1	160	не указано	ствол, крупные и мелкие побеги, хвоя, сухие побеги	Корняк, Чертовской, 1977
Емцовский учебно-опытный лесхоз	С. черничный	1	160	10	древесина и кора ствола, сучья, техническая зелень	Астрологова, 1978
Северная подзона	Сосновые, еловые и осиновые древостои различных типов леса	14	не указан	—	опад, кустарнички, травы, мхи, лишайники, валеж, сучья	Вялых, Чекризов, Гоголева, Панкратова, 1979
Средняя подзона	Сосновые насаждения	11	15, 33, 56	не указано	стволовая древесина, хвоя	Поротов, 1980
Средняя подзона	С. черничный	4	15, 33, 56	233	древесина, кора, хвоя, ветки	Чибисов, Поротов, Москалева, 1980
Северная подзона	елово-лиственные насаждения	1	40	118 ели и 105 березы	ствол, древесная зелень, сучья, ветви, листва, крона	Бахтин, 1981
Не указан	сосновые, еловые и березовые древостои различных типов леса	18	не указан	—	валеж, мхи, лишайники, травы, кустарнички, сучья, веточки, шишки, кора	Вялых, Звонкова, Ускова, Калитин, 1982
Не указан	Е. черничный	7	50	не указано	ствол, хвоя, ветви, корневая система	Чибисов, Поротов, Москалева, 1982
Плесецкий район	луговик, выруб.	1	—	10 каждой породы	не выделены	Астрологова, 1983
	сосново-лиственный молодняк	1	20		ствол, сучья (ветви), хвоя (листья)	
	С. черничный	1	40			
		1	160			
Емцовский учебно-опытный лесхоз	сосново-лиственные насаждения	1	20...40	10 каждой породы	стволы, хвоя, сучья, травы, кустарнички, мхи, лишайники	Астрологова, Накасина, 1983
Средняя подзона	зеленомошная группа типов леса	не указано	17...90	300	не выделены	Поротов, 1983

*Продолжение таблицы 2.2.*

Район исследований (лесхоз, под- зона тайги и т.п.)	Объект исследований (тип леса, вырубки и т.д.)	Число пробных площадей, шт.	Возраст насаждения (вырубки), лет	Число взятых моделей, шт	Выделяемые фракции фитомассы	Автор и год публикации
Обозерский лесхоз	Е. черничный Б. черничный	1 3	180 30, 65, 80	не указано	ствол, крона	Чертовский, Корняк, Кубрак, 1983
Обозерский лесхоз	сосновые, еловые, березовые и осиновые древостои	44	20...260	—	подстилка, валеж, опад, кустарнички, травы, мхи, лишайники	Вялых, Звонкова, 1984
Средняя подзона	С. черничный	1	42	не указано	ствол, крона, хвоя	Минин, 1984
Средняя подзона Коми АССР	С. лишайниковые	6	39...45	554	ствол в коре, ветви живые и сухие, хвоя	Серый, Листов, 1984
Притундровая подзона	разновозрастные ельники	19	не указан	190	древесная зелень	Ярославцев, 1984
Не указан	Е. черничный	1	46	118	ствол, кора, крона, древесная зелень, сучья	Бахтин, 1988
Не указан	елово-березовые насаждения	1	46	118 ели и 105 березы		Бахтин, 1989
Средняя подзона	Е. черничный	1	46	118		Бахтин, 1991
Средняя подзона	Е. черничный	7	55	не указано	ствол, кора, хвоя, крона, корневая система	Чибисов, 1992
Не указан	Е. черничный	1	45	118 ели и 105 березы	не указаны	Бахтин, Соколов, 1996
Средняя подзона	Смешанные сосняки	69	10...90	700	ствол, крона, хвоя, корневая система	Чибисов, 1997
Средняя подзона	С. черничный	4	72	не указано	ствол, хвоя, ветви	Чибисов, Минин, 1997

Продолжение таблицы 2.2.

Район исследований (лесхоз, под- зона тайги и т.п.)	Объект исследований (тип леса, вырубки и т.д.)	Число пробных площадей, шт.	Возраст насаждения (вырубки), лет	Число взятых моделей, шт	Выделяемые фракции фитомассы	Автор и год публикации
<b>В лесных культурах</b>						
Плесецкий лесхоз	С. черничный	1	31	10		Бабич, 1983
Карпогорский лесхоз	С. брусничный	2	22 и 34	22	древесина и кора ствола, древесная зелень, ветки, сухие сучья	Бабич, Борский, 1985
	С. брусничный	3	22, 29, 34	11–15		
Еменецкий лесхоз	С. брусничный	2	46			Бабич, 1989 а
Еменецкий лесхоз	С. лишайник.	1	46	35		
Еменецкий лесхоз	С. вереск.-лиш.	1		15	сухие сучья, сырье ветки, древесная зелень, кора ствола, древесина ствола	Бабич, Травникова, 1990
	С. лишайник.	2	47	30		
	С. брусничный	2		30		
	С. черничный	1		15		
Еменецкий лесхоз	С. лишайник.	1	50	190		Бабич, Васильев, 1992
Плесецкий лесхоз	С. черничный	5	37 и 39	58		Бабич, Травникова, Гаевский, 1999
Средняя подзона	Сосновые насаждения	3	23	не указано	ствол, хвоя, ветви	Минин, 1980
Средняя подзона		5	19	не указано	ствол, хвоя, ветви	Минин, 1981
Средняя подзона	С. черничный	4	42	не указано	ствол, хвоя, крона	Минин, 1984
Не указан	С. черничный	6	21...25	не указано	хвоя	Минин, 1988
Не указан	Сосновые насаждения	не указано	10...50	250	ствол, хвоя, ветви	Минин, 1989
Средняя подзона		5	10...20	не указано	ствол, хвоя, крона	Минин, 1992
Средняя подзона	С. черничный	7	18...42	28	корни	Минин, 2000

## *Глава 3*

# **ФОРМИРОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

Повышение продуктивности лесов методом лесных культур требует научно обоснованной организации лесного хозяйства, что возможно при точном количественном и качественном учёте культур. При этом большой интерес представляет изучение искусственных насаждений в типологическом аспекте, поскольку типы леса широко применяются при разработке различных нормативных документов лесохозяйственной и проектной деятельности, то есть при составлении инструкций, наставлений, положений и т.д. При выделении типов леса в процессе устройства лесов Европейского Севера применяются положения, разработанные В.Н. Сукачёвым и С.В. Зонном (1961) и дополненные современными исследователями применительно к особенностям региона (Мелехов, Чертковской, Моисеев, 1966; Львов, Ипатов, 1976; Цветков, 1990 и др.).

### **3.1. Запасы и фракционное распределение фитомассы в культурах различных типов леса**

Нами исследовались производственные 58-летние культуры сосны в Пингишеньском лесничестве Емецкого лесхоза (северная подзона тайги). Рельеф местности на участке

сильно пересечённый. Холмы и гряды чередуются с глубокими понижениями. Краткая история создания культур. Преобладающий тип леса до рубки – сосняк вересково-лишайниковый. В тридцатых годах была проведена сплошная рубка. Весной 1939 г. по вырубке прошёл пал. На поверхности почвы в местах, где было много хлама или не вывезенной древесины, образовалась тонкая (1–2 см), по довольно плотная корка. В первой половине июня 1941 г. на этом участке под руководством П.Г. Суржко были высеяны семена сосны местного сбора в площадки размером 0,3x0,5 м по 20–30 шт. в каждую. Общая площадь посева составила 58 га (Львов, Суржко, 1959). Никаких уходов за культурами не проводилось. По опросам старожилов выяснилось, что посевы проводили вручную ссыльные польские военные. Перед посевом ряды культур тщательно отмечали вешками. Этот объект принят в качестве базового при исследовании формирования фитомассы в различных лесорастительных условиях и посевых местах разной густоты. Нами в различных типах леса выполнены исследования на 13 постоянных пробных площадях (пр.пл.1–13). Распределение числа пробных площадей по типам леса соответствует долевому участию каждого типа леса в формировании культур.

Таксационная характеристика исследованных культур сосны представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

**Таксационная характеристика 58-летних посевов сосны  
в Пингвицком лесничестве Емецкого лесхоза**

Номер пробы	Первоначальная густота, п.м./га	Состав	Средние		Класс бонитета	Число деревьев, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	
			Д, см	Н, м			абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная		
<b>С . ч е р н и ч н ы й</b>										
1	3930	9C	13,2	16,7	III	2347	35,6	1,09	291	
		10с	8,7	14,0	—	453	3,0	0,12	19	
<b>Всего</b>						2800	38,6	1,21	310	
2	4500	8C	14,7	16,5	III	1271	23,9	0,74	194	
		2Б	13,7	17,3	—	311	5,5	0,24	44	
<b>Всего</b>						1582	29,4	0,98	238	
<b>С . б р у с н и ч н ы й</b>										
3	3540	10C	10,6	14,3	IV	3514	34,7	1,19	250	
4	4606	10C	9,1	12,0	IV	4065	30,4	1,16	189	
5	4651	10C	11,2	13,5	IV	3000	33,6	1,19	230	
6	5880	10C	12,3	14,8	IV	2943	39,2	1,31	290	
7	3666	10C	12,3	15,5	III	2362	32,5	1,06	251	
<b>С . л и ш а й н и к о в ы й</b>										
8	5155	10C	7,4	10,3	V	5609	27,9	1,18	155	
9	5233	10C	5,3	8,3	V	8280	22,4	1,08	106	
10	4700	10C	7,9	10,7	V	4108	23,8	0,98	136	
<b>С . в е р е с к о в о - л и ш а й н и к о в ы й</b>										
11	4043	10C	5,1	7,4	V	8527	21,5	1,11	94	
12	4165	10C	5,4	7,6	V	7720	21,5	1,09	95	
13	4255	10C	8,6	10,7	V	2856	19,5	0,81	112	

Анализируя таблицу 3.1, можно отметить, что к 58 годам во всех типах леса сформировались высокополнотные, чистые по составу, с незначительной примесью лиственных в черничном типе леса древостон сосны. Созданные по единой технологии в 1941 г., они значительно отличаются по таксационным показателям не только между различными лесорастительными условиями, но даже в пределах одного и того же типа леса. В 58 лет насаждения в сосняке черничном достигают наибольших средних диаметра и высоты, которые в 2-3 раза больше в сравнении со средними показателями сосняков лишайникового и вересково-лишайникового. В составе сосняка черничного принимают участие лиственные породы (берёза и осина), которые составляют до 20–30% по запасу.

Класс бонитета сосняка черничного – III, а сосняков лишайникового и вересково-лишайникового не превышает V. Количество сохранившихся деревьев сосны наибольшее в сосняке вересково-лишайниковом; с улучшением условий произрастания число деревьев уменьшается и в сосняке черничном становится наименьшим. Наиболее наглядно продуктивность отражает запас стволовой древесины. В среднем запас стволовой древесины наибольший в сосняке черничном, где составляет 274 м<sup>3</sup>/га. Если его принять за 100%, то запас в сосняке брусничном составит 88%, а в сосняках лишайниковом и вересково-лишайниковом соответственно 48 и 36% от запаса сосняка черничного.

Таким образом, можно сделать вывод, что в посевах сосны, не подверженных влиянию

рубок ухода, таксационная характеристика зависит от почвенно-грунтовых условий и определяется типом лесорастительных условий.

Решение проблемы повышения продуктивности лесов должно идти как по пути увеличения прироста органической массы насаждений, так и по пути более полного использования всех частей древесных растений промышленностью и сельским хозяйством. Прежде чем говорить о получении высоких урожаев органической массы с единицы площади лесов, необходимо знать запасы фитомассы и потенциальные возможности продуцирования её в различных типах фитоценозов для каждой лесорастительной зоны (Бобкова, 1985).

Исходя из характеристики модельных деревьев, соотношение фракций надземной фитомассы в 58-летних посевах сосны Емецкого лесхоза приведено в таблице 3.2. Основ-

ную часть надземной фитомассы дерева независимо от типа леса составляет стволовая древесина (табл. 3.2), на которую приходится от 61,3 (С. вересково-лишайниковый) до 85,4% (С. брусничный). Кора стволов и древесная зелень занимают до 20% от надземной массы дерева. Ветки и сухие сучья составляют незначительную долю – от 0,1–0,2 до 8–9%. Если доля стволовой древесины с ухудшением условий произрастания уменьшается в среднем с 81,5% (С. черничный) до 68,4% (С. вересково-лишайниковый), то процентное участие фракций коры, веток, древесной зелени и сухих сучьев в общей надземной фитомассе деревьев заметно возрастает. Значительный диапазон варьирования каждой фракции фитомассы обусловлен сильной дифференциацией деревьев по массе составляющих их элементов.

Таблица 3.2

*Соотношение фракций фитомассы в 58-летних посевах сосны  
по данным модельных деревьев, %*

Тип леса	Ствол		Крона		Сухие сучья
	древесина	кора	ветки	древесная зелень	
С. черничный	78,4...84,6	5,3...11,8	0,4...4,0	4,0...10,0	0,7...3,3
С. брусничный	68,1...85,4	4,5...16,2	0,2...6,1	3,7...14,5	0,2...5,6
С. лишайниковый	65,2...81,3	6,4...19,2	0,3...8,0	6,4...19,2	0,1...6,2
С. вересково-лишайниковый	61,3...75,5	7,2...20,0	0,3...8,6	8,9...19,9	0,6...9,4

Как отмечают исследователи (Беляев, Пигарев, Сенчуков, 1980), фитомасса растений, выращенных при одинаковых режимах в питомнике, различается в 10–15 раз и более, что вызвано комплексом экологических фитоценотических факторов и наследственными особенностями.

По нашим данным, масса деревьев сосны в абсолютных величинах отличается в сотни раз при одном и том же возрасте, а диапазон варьирования надземной массы отдельных деревьев увеличивается по мере ухудшения условий произрастания культур. Наименьшая масса деревьев сосны в лишайниковом и вересково-лишайниковом типах леса в 300–400 раз меньше, чем масса максимальных деревьев в черничном и брусничном типах. При увеличении диаметра деревьев независимо от типа леса процентное

участие коры снижается, а доля веток повышается в общей надземной фитомассе.

А.А. Молчанов при исследовании в 53-летнем сосняке черничном естественного происхождения установил, что по мере повышения диаметра деревьев процент коры и доля ветвей от общей массы стволов снижаются как в свежем, так и в сухом состоянии. Масса сосновых деревьев в свежем (растущем) состоянии колеблется по ступеням толщины от 12 кг в ступени 6, до 228 кг в ступени 18 (Молчанов, 1971).

По нашим данным для сосняка черничного в ступени 6 кора составляет 11,1 и 11,8% (п.п. 1 и 2), тогда как для ступени 18 – 6,7% (п.п. 1), а для ступени 24 только 5,3% (п.п. 2). Масса деревьев сосны в свежем состоянии колеблется от 12,7 до 13,75 кг (п.п. 2 и 1) в ступени 6, а в ступени 18 от 218,0 (п.п. 1) до 247,4 кг (п.п. 2).

*Запасы фитомассы в 58-летних культурах по типам леса  
в Пингушенском лесничестве Емецкого лесхоза*

*Таблица 3.3*

Номер пробной площади	Порода	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
		древесина	кора	ветки	древесная зелень		
<b>С . ч е р н и ч н ы й</b>							
1	C	239,2*	22,5	7,8	22,9	4,8	297,2
	Ос	80,5	7,6	2,6	7,7	1,6	100
<b>Всего</b>		<b>253,6</b>	<b>25,2</b>	<b>32,4</b>	<b>5,5</b>	<b>316,7</b>	
		80,1	8,0	10,2	1,7	100	
2	C	151,5	13,7	6,0	13,3	3,1	187,6
	B	80,7	7,3	3,2	7,1	1,7	100
<b>Всего</b>		<b>188,9</b>	<b>18,0</b>	<b>24,8</b>	<b>3,2</b>	<b>234,9</b>	
		80,4	7,7	10,6	1,4	100	
<b>В среднем по типу леса</b>		<b>221,3</b>	<b>21,6</b>	<b>28,6</b>	<b>4,3</b>	<b>275,8</b>	
		80,2	7,8	10,4	1,6	100	
<b>С . б р у с и ч н ы й</b>							
3	C	221,1	22,3	10,2	23,3	4,1	281,0
		78,7	7,9	3,6	8,3	1,5	100
4	C	161,8	18,6	6,9	23,8	3,5	214,6
		75,4	8,7	3,2	11,1	1,6	100
5	C	204,2	16,9	9,5	19,1	4,6	254,3
		80,3	6,7	3,7	7,5	1,8	100
6	C	227,1	20,1	8,9	23,1	4,7	283,9
		80,0	7,1	3,1	8,1	1,7	100
7	C	212,9	20,3	7,8	22,0	1,9	264,9
		80,4	7,7	2,9	8,3	0,7	100
<b>В среднем по типу леса</b>		<b>205,4</b>	<b>19,6</b>	<b>8,7</b>	<b>22,3</b>	<b>3,8</b>	<b>259,8</b>
		79,1	7,5	3,3	8,6	1,5	100
<b>С . л и ш а й н и к о в ы й</b>							
8	C	133,9	17,6	4,0	18,4	2,6	176,5
		75,8	10,0	2,3	10,4	1,5	100
9	C	122,2	14,7	5,5	18,6	2,2	163,2
		74,9	9,0	3,4	11,4	1,3	100
10	C	89,7	12,8	4,7	17,7	2,3	127,2
		70,5	10,1	3,7	13,9	1,8	100
<b>В среднем по типу леса</b>		<b>115,3</b>	<b>15,0</b>	<b>4,7</b>	<b>18,2</b>	<b>2,4</b>	<b>155,6</b>
		74,1	9,6	3,0	11,7	1,6	100
<b>С . в е р е с к о в о - л и ш а й н и к о в ы й</b>							
11	C	81,5	12,8	2,8	16,3	2,0	115,4
		70,7	11,1	2,4	14,1	1,7	100
12	C	84,5	11,7	5,6	20,5	2,9	125,2
		67,5	9,3	4,5	16,4	2,3	100
13	C	91,8	11,5	5,1	16,4	2,6	127,4
		72,1	9,0	4,0	12,9	2,0	100
<b>В среднем по типу леса</b>		<b>85,9</b>	<b>12,0</b>	<b>4,5</b>	<b>17,7</b>	<b>2,5</b>	<b>122,6</b>
		70,1	9,8	3,7	14,4	2,0	100

\* В числителе – масса фракций в свежесрубленном состоянии, т/га; в знаменателе – процентное выражение от общей надземной массы.

Анализируя таблицу 3.3, можно отметить, что общая фитомасса древесной растительности наибольшая в сосняке черничном и составляет в среднем 275,8 т/га, в сосняке брусничном она меньше на 16 т/га, а для сосновок лишайникового и вересково-лишайникового этот показатель составил в среднем 155,6 и 122,6 т/га соответственно.

Наиболее показательным элементом продуктивности древостоев является масса стволовой древесины. По нашим данным, масса стволовой древесины в надземной фитомассе сосняка черничного составляет 80,2%, в сосняке брусничном – 79,1%, а в лишайниковом и вересково-лишайниковом типах леса соответственно 74,1 и 70,1%. С ухудшением условий произрастания культуры доля стволовой древесины в общей надземной фитомассе уменьшается как в относительных, так и абсолютных величинах (табл. 3.3). Если участие других фракций фитомассы (коры стволов, сухих сучьев и кроны в целом) с ухудшением условий произрастания уменьшается в абсолютных значениях, то относительная их доля в общей надземной массе возрастает. Масса коры в сосняке черничном составляет в среднем 21,6 т/га или 7,8% от общей надземной фитомассы. В сосняке вересково-лишайниковом масса коры снижается в среднем до 12,0 т/га, что составляет 9,8% от общей надземной фитомассы (табл. 3.3).

По данным В.Д. Луганской и Н.А. Луганского, производительность сосновых одновозрастных молодняков обусловлена густотой, типом леса и составом. В одном и том же типе леса чем гуще древостой, тем больше общая биомасса. По данным авторов, молодняки, в составе которых принимает участие берёза, имеют большую биомассу по сравнению с чистыми сосновыми древостоями (Луганская, Луганский, 1970).

В.Б. Ильинский (1968), изучающий фитомассу сосновок различных бонитетов, установил, что по мере снижения бонитета увеличивается процент хвои и сухих сучьев в общей массе древостоя.

При проведении гидрологических, микроклиматических, ресурсоведческих иссле-

дований важно знать массу древесной зелени, обладающей большой контактной поверхностью и являющейся ценным сырьевым материалом для промышленности. По нашим данным, наибольшие запасы указанной части фитомассы сосредоточены в сосняке черничном от 13,3 до 22,9 т/га и в сосняке брусничном – в среднем 22,3 т/га, а в лишайниковом и вересково-лишайниковом типе леса в среднем 18,2 и 17,7 т/га соответственно (табл. 3.3). По литературным данным, запасы древесной зелени на единицу площади сильно изменяются в зависимости от многих факторов.

По данным К.С. Бобковой, В.В. Тужилкиной, А.И. Патова, в северотаёжных сосняках масса древесной зелени изменяется от 7 до 17 т/га, в среднетаёжных сосняках – от 6 до 23 т/га. При этом меньшие значения запасов древесной зелени характерны для насаждений заболоченных типов леса, большие – для древостоев черничных. В целом масса хвои на гектар больше в более производительных древостоях, хотя количество её на один кубометр прироста стволовой древесины выше в низкопродуктивных типах леса (Бобкова, Тужилкина, Патов, 1986).

Количество древесной зелени в общей фитомассе зависит от многих факторов: от полноты, высоты, возраста насаждений и плодородия почвы. Исследованиями, проведёнными в условиях Карелии, показано, что наибольшей величины запасы древесной зелени достигают в средневозрастных насаждениях. С увеличением высоты масса древесной зелени увеличивается, а с увеличением диаметра процент её в общей массе дерева снижается. Чем моложе дерево при одинаковой толщине, тем больше древесной зелени (Казимиров, Волков, Зябченко и др., 1977).

По данным И.В. Гуняженко и Л.С. Пашкевича, запасы древесной зелени в сосновых насаждениях связаны с возрастом. В брусничном типе леса максимальный запас её отмечен авторами в 30-летнем насаждении – 15 т/га. В насаждениях сосны в возрасте 50 лет он несколько ниже и составляет 14 т/га, а в возрасте 70 лет снижается до 9,8 т/га (Гуняженко, Пашкевич, 1982).

Таким образом, можно заключить, что в 58-летних посевах сосны общая масса органического вещества древесной растительности наибольшая в сосняке черничном, где составляет в среднем 275,8 т/га. С ухудшением условий произрастания её величина уменьшается и в сосняке вересково-лишайниковом составила 122,6 т/га.

Независимо от типа леса стволовая древесина аккумулирует основную часть надземной фитомассы древесного яруса 70,1–80,2%. На долю коры стволов приходится 7,5–9,8%; веток – 2,6–3,7%; древесной зелени – 7,1–14,4% и сухих сучьев – 1,5–2,0%.

Масса стволовой древесины с ухудшением условий произрастания культуры снижается, также как и доля её участия в общей надземной фитомассе. Масса фракций коры стволов, сухих сучьев и кроны с ухудшением условий произрастания культуры также снижается, а процентное содержание их в общей надземной фитомассе древостоя увеличивается.

### 3.1.1. Фракционный состав древесной зелени

Химический состав древесной зелени более сложен, чем древесины, так как она состоит из нескольких компонентов (хвоя, листья, кора, мелкие побеги, почки), имеющих, в свою очередь, различный химический состав, который меняется в зависимости от времени года, возраста дерева, почвенно-климатических условий и других факторов. Кроме того, химический состав древесной зелени колеблется и от соотношения указанных компонентов в образце (Репях, Чупрова, 1983). Согласно требований ГОСТ 21769-76 фракционный состав свежезаготовленной массы древесной зелени хвойных пород должен соответствовать следующим нормам: содержание хвои и неодревесневших побегов – не менее 60%, а содержание одревесневших побегов – не более 30%. С точки зрения хозяйственной продуктивности необходимо знать весовое соотношение почек, хвои и побегов для правильного оп-

ределения состава древесной зелени и количества биологически активных веществ в её отдельных частях. В связи с этим представляет интерес фракционный состав древесной зелени.

Для определения фракционной массы древесной зелени нами проведено исследование на постоянной пробной площади 14 в 38-летних посевах сосны Усть-Двинского лесничества Архангельского лесхоза.

В древесной зелени наиболее ценной является хвоя, содержащая наибольшее количество биологически активных веществ. Согласно нашим данным (табл. 3.4), с увеличением диаметра ствола процентное содержание хвои в древесной зелени возрастает как в свежем, так и абсолютно сухом состоянии. Так, в ступени 2 хвоя в свежем состоянии составляет  $62,9 \pm 2,5\%$ , а в ступени 16 на 20,5% больше. В сухом состоянии содержание хвои в ступени 16 составляет  $82,5 \pm 0,6\%$ , а в ступени 2 на 22,6% меньше. Доля почек и побегов, наоборот, с возрастанием толщины дерева несколько уменьшается в свежем и сухом состояниях. В свежем состоянии содержание почек для ступени 2 составляет  $2,6 \pm 0,2\%$ , а для ступени 16 только  $0,6 \pm 0,2\%$ . Доля побегов в ступени 2 составляет  $34,6 \pm 2,5\%$ , а в ступени 16 на 18,6% меньше. В сухом состоянии содержание почек в ступени 16 составляет  $0,5 \pm 0,2\%$ , а для ступени 2 на 1,9% больше. Доля побегов в сухом состоянии уменьшается от ступени 2, где достигает максимума  $37,7 \pm 2,5\%$ , а в ступени 16 на 20,7% меньше. Схожие данные получены другими авторами.

Как показали исследования на территории Республики Коми (Бобкова, Тужилкина, Патов, 1986), в сырой массе древесной зелени сосны хвоя составляет в среднем 73%, побеги – 27%. Доля хвои в древесной зелени сосны в Карелии составляет в среднем 78% (Иванчиков, Зябченко, Софонова, 1982). Изучая механический состав древесной зелени сосны обыкновенной, произрастающей в древостоях Латвии, Э.Д. Левин и С.М. Репях (1984) установили, что в зависимости от возраста деревьев на долю хвои приходится 65,4–75,2% от общей массы зелени.

Таблица 3.4

## Соотношение массы хвои, почек и побегов в древесной зелени сосны, %

• Ступень толщины, см	Содержание от общей массы в состоянии:					
	свежесрубленном			абсолютно сухом		
	хвоя	почки	побеги	хвоя	почки	побеги
2	62,9 ± 2,5	2,6 ± 0,2	34,6 ± 2,5	59,9 ± 2,7	2,4 ± 0,2	37,7 ± 2,5
4	74,3 ± 1,6	1,2 ± 0,2	24,5 ± 1,6	71,1 ± 1,7	1,2 ± 0,3	27,7 ± 1,8
6	77,9 ± 2,2	1,0 ± 0,2	21,0 ± 2,1	77,1 ± 2,2	1,0 ± 0,3	21,9 ± 2,1
8	78,3 ± 2,5	1,0 ± 0,3	20,8 ± 2,4	77,0 ± 2,3	1,1 ± 0,3	21,9 ± 2,1
10	77,0 ± 1,3	1,1 ± 0,3	21,8 ± 1,2	76,6 ± 1,3	1,4 ± 0,3	22,1 ± 1,1
12	78,3 ± 0,9	1,8 ± 0,2	20,0 ± 0,8	78,0 ± 0,8	2,4 ± 0,3	19,7 ± 0,8
14	79,4 ± 1,5	1,5 ± 0,5	19,1 ± 1,2	78,7 ± 1,6	1,5 ± 0,6	19,8 ± 1,3
16	83,4 ± 0,7	0,6 ± 0,2	16,0 ± 0,7	82,5 ± 0,6	0,5 ± 0,2	17,0 ± 0,6
<b>В среднем</b>	<b>76,4 ± 0,9</b>	<b>1,3 ± 0,1</b>	<b>22,2 ± 0,8</b>	<b>75,0 ± 0,9</b>	<b>1,4 ± 0,1</b>	<b>23,5 ± 0,9</b>

По данным Р.И. Томчука, изучающего весовые соотношения коры, хвои и древесины в зависимости от толщины торца хвойной лапки различных древесных пород Сибири, на долю хвои в свежесрубленном состоянии приходится в среднем 70–80% веса хвойной лапки. Наибольшее количество хвои содержится в хвойной лапке толщиной 6–8 мм. По данным автора, соотношение массы хвои, коры и древесины для сосны обыкновенной составляет соответственно 78,6; 13,3; 8,1% (Томчук, 1968). В нашем случае (табл. 3.4) соотношения массы хвои, почек и побегов составляют для свежего состояния 76,4; 1,3; 22,3%, а для абсолютно сухого – 75,0; 1,4; 23,6% соответственно.

Согласно нашим исследованиям (табл. 3.4), в древесной зелени сосны масса хвои в черничном типе леса варьирует от 62,9 до 83,4% для свежесрубленного и от 59,9 до 82,5% для абсолютно сухого состояния. По данным К.С. Бобковой, В.В. Тужилкиной, А.И. Патова (1986), в древесной зелени сосны Республики Коми масса хвои по типам леса колеблется от 64 до 77%.

По нашим данным (табл. 3.4), доля хвои в абсолютно сухом состоянии уменьшается от 0,3 до 3,2% в среднем на 1,4% по сравнению со свежесрубленным состоянием, а доля побегов в свою очередь увеличивается в среднем на 1,3%. В древесной зелени процентное содержание почек в сухом состоянии по срав-

нению со свежесрубленным в среднем колеблется незначительно (табл. 3.4). Соотношение массы фракций хвои, почек и побегов в древесной зелени в зависимости от состояния (свежесрубленное или абсолютно сухое), по литературным данным, заметно колеблется.

В.И. Ягодин, В.И. Антонов, М.А. Ягодина (1983) при определении фракционного состава древесной зелени ели установили, что содержание хвои в сухом состоянии на 2–3% ниже, чем при расчёте на сырое вещество. Это, по мнению авторов, объясняется различной степенью влажности элементов древесной зелени.

Изучение содержания абсолютно сухого вещества отдельных частей древесной зелени показывает, что для каждой фракции оно различно (табл. 3.5). Литературные данные, с одной стороны, свидетельствуют о том, что содержание сухого вещества хвои имеет тенденцию к некоторому увеличению с возрастанием диаметра дерева. По всей видимости, определяющим здесь является не столько диаметр ствола, сколько положение дерева в пологе древостоя, его класс роста. В.В. Смирнов (1971) отмечает, что чем более высокое место занимает крона дерева в пологе древостоя, чем лучше она освещена, сильнее подвержена инсоляции и соприкасается с более сухими слоями воздуха, а, следовательно, интенсивнее транспираирует, тем меньше влажность её листвы.

По данным В.А. Лебедева и Н.Ф. Макарова (1977), общая влажность хвои с увеличением диаметра ствола в одном насаждении уменьшается, а содержание сухого органического вещества, соответственно, увеличивается. С другой стороны, как отмечает В.Н. Габеев, содержание сухого вещества хвои варьирует в связи с изменением её возраста, возраста деревьев и положения в древостое, индивидуальных особенностей, состояния и т.д. Естественно, воздействие этих факторов накладывается и происходит

сглаживание влияния каждого отдельно взятого из них. Наиболее чётко, по мнению автора, проявляется разница во влажности хвои с её возрастом. Значительна также величина изменчивости содержания сухого вещества хвои деревьев первого и старших классов возраста. В пределах одного класса возраста закономерной тенденции в изменении содержания сухого вещества хвои у деревьев разных классов роста не обнаружено (Габеев, 1976). Сходные данные получены и при наших исследованиях.

Таблица 3.5

*Содержание абсолютно сухого вещества в свежесрубленной массе древесной зелени сосны в зависимости от диаметра ствола, %*

Ступень толщины, см	Фракции древесной зелени			Навеска в целом
	хвоя	почки	побеги	
2	44,9 ± 0,5	45,2 ± 3,9	52,2 ± 1,3	47,3 ± 0,4
4	46,2 ± 1,0	45,6 ± 4,1	54,9 ± 1,6	48,4 ± 1,1
6	46,4 ± 0,6	45,3 ± 2,3	48,2 ± 1,5	47,0 ± 0,6
8	47,0 ± 0,5	52,3 ± 1,5	51,1 ± 1,7	47,6 ± 0,6
10	47,0 ± 0,3	56,0 ± 1,5	48,0 ± 0,8	47,3 ± 0,4
12	43,6 ± 0,3	38,2 ± 2,8	45,6 ± 0,9	44,0 ± 0,3
14	46,7 ± 0,4	48,6 ± 2,7	52,1 ± 1,5	47,6 ± 0,5
16	44,9 ± 0,5	58,0 ± 2,4	44,5 ± 0,6	45,1 ± 0,4
<b>В среднем</b>	<b>45,9 ± 0,2</b>	<b>48,7 ± 1,2</b>	<b>49,6 ± 0,6</b>	<b>46,8 ± 0,3</b>

Согласно нашим данным (табл. 3.5), доля сухого вещества хвои в древесной зелени с увеличением толщины дерева возрастает лишь до диаметра 8–10 см. Нельзя сказать об увеличении доли сухого вещества почек и побегов в древесной зелени с возрастанием толщины ствола. Содержание сухого вещества в побегах гораздо выше, чем у хвои и почек, и составляет от 44,5±0,6 до 54,9±1,6%, в среднем 49,6±0,6%. Это превышает данную величину по хвою на 3,7% (табл. 3.5). Доля сухого вещества в почках составляет в среднем 48,7±1,2%, причём его варьирование гораздо больше в сравнении с фракциями хвои и побегов. Содержание сухого вещества древесной зелени в целом составляет от 44,0±0,3 до 48,4±1,1%, в среднем 46,8% (табл. 3.5). Это расчётное значение рекомендуется использовать для перевода свежесрубленной массы древесной зелени на абсолютно сухое вещество.

По другим исследованиям, в древесной зелени сосны содержание сухого вещества в среднем составляет для северной и средней подзон тайги Республики Коми соответственно 52,5 и 45,0% от массы в свежем состоянии (Бобкова, Тужилкина, Патов, 1986). Содержание сухого вещества в 1–4-летней хвои в связи с изменением диаметра и высоты деревьев в различных частях кроны по данным В.Н. Габеева (1976) составило в среднем для 70-летнего сосняка мшисто-брусличного 44,0%, а для сосняка разнотравного – 46,2%.

Таким образом, проведённые исследования фракционного состава древесной зелени позволили выявить, что в древесной зелени сосны независимо от диаметра ствола наибольшая по массе фракция – хвоя, составляет в среднем 76,4 и 75,0% от общей массы в свежем и сухом состоянии соответственно. Почки, что очень важно, составляют от 0,6

до 2,6%, в среднем 1,3% для свежесрубленного состояния. С увеличением диаметра ствола, процентное содержание хвои в древесной зелени возрастает, как в свежем, так и абсолютно сухом состоянии, а доля почек и побегов, наоборот, с возрастанием толщины дерева несколько уменьшается в свежем и сухом состояниях.

Нами не обнаружено закономерной тенденции в изменении содержания сухого вещества фракций древесной зелени. В целом по древесной зелени сосны доля сухого вещества составляет в среднем 46,8%. Содержание сухого вещества в хвое колеблется незначительно и в среднем составляет 45,9%. В почках доля сухого вещества достигает наибольших колебаний от 38,2 до 58,0%, в среднем 48,7%. В побегах эти колебания несколько меньше от 44,5 до 54,9%, в среднем 49,6%.

### 3.1.2. Продолжительность жизни, возрастная структура и морфологические параметры хвои

Продолжительность жизни или долговечность хвои сосны обыкновенной – это важный диагностический признак, который очень изменчив в пределах всего ареала, при этом изменчивость его зависит от многих причин и, прежде всего, от весьма переменных внешних условий (Правдина, 1964).

Литературные данные по продолжительности жизни хвои весьма противоречивы. Известно, что длительность жизни хвои сильно варьирует и по типам леса, и внутри насаждения от дерева к дереву, и в кроне каждого дерева (Каменецкая, 1973). Сосновая хвоя, как обычно принято считать, держится на дереве всего 3–4 года (Ткаченко, 1955). Эти указания, по мнению Л.Ф. Правдиной (1964), справедливы только для лесов Европейской части нашей страны, в то время как в лесах Сибири хвоя держится значительно дольше, до пяти-семи и даже девяти лет. По сведениям Л.К. Позднякова (1967), в условиях Якутии хвоя сосны живёт до восьми лет, а в Онежском районе

Архангельской области в 53-летнем сосняке она держится до пяти-семи лет (Вакуров, 1974), в условиях Карелии до шести лет (Казимиров, Волков, Зябченко и др., 1978). Продолжительность жизни хвои сосны на Кольском полуострове составляет пять-восемь лет (Цветков, Никонов, 1985). По данным К.С. Бобковой и её соавторов, предельный возраст хвои сосны в условиях северной подзоны тайги Республики Коми достигает десяти лет, а в средней – девяти лет (Бобкова, Тужилкина, Сенькина и др., 1993).

Наши исследования продолжительности жизни и возрастной структуры хвои проведены в 58-летних посевах сосны различных типов леса. Средняя долговечность хвои сосны, определённая нами по данным модельных деревьев, в менее продуктивных вересково-лишайниковом и лишайниковом типах леса гораздо выше, чем в высокопродуктивных сосновках черничном и брусничном. Это связано с тем, что с ухудшением условий произрастания снижается интенсивность фотосинтеза деревьев.

Приведённые Ю.А. Терешиным (1969) факты свидетельствуют о том, что интенсивность фотосинтеза и других физиологических процессов хвои влияет на продолжительность её жизни, а именно: активизация фотосинтетической деятельности ведёт к сокращению длительности жизни хвои. Нами ранее отмечалось, что в лучших лесорастительных условиях хвоя имеет на два года меньшую продолжительность жизни. Это указывает на более интенсивную и экономическую работу ассимиляционного аппарата в богатых лесорастительных условиях (Бабич, Мерзленко, 1998).

По нашим наблюдениям, предельная продолжительность жизни хвои в культурах сосны северной подзоны тайги может достигать семи лет. Шести- и семилетняя хвоя отмечена нами трижды в лишайниковом типе леса. Сходные данные получены А.А. Иванчиковым и его соавторами для естественных сосновок Карелии. По их данным, продолжительность жизни хвои сосны составляет 5–7 лет, но хвои 6–7-летнего возраста сохраняется мало, а иногда всего лишь несколько пар хвоинок. Основную массу

составляет 1-, 2- и 3-летняя хвоя, доля которой в общей её массе равна в среднем соответственно 25, 24 и 22% (Иваичиков, Зябченко, Софронова, 1982).

Исследования убедительно показали, что ассимиляционная деятельность хвойных растений зависит как от массы, так и возрастной структуры фотосинтетического аппарата (Бобкова, Тужилкина, Сенькина и др., 1993). Возрастная структура ассимиляционного аппарата изученных нами культур показана в таблице 3.6. Данные по шести- и семилетней хвое в таблицу не включены, так как хвоя этих лет редко попадала в выборку,

а если и попадала, то её величина была меньше последней значащей цифры таблицы.

Продолжительность жизни хвои зависит, кроме того, от расположения её в кроне дерева. Хвоя дольше всего держится в нижней трети кроны, а меньше – в верхней, т.е. прослеживается по мере передвижения от основания кроны к вершине “омоложение” ассимиляционного аппарата. А.И. Бузыкин и Л.С. Пшеничникова (1980) отмечают, что продолжительность жизни хвои закономерно возрастает от верхней к нижней части кроны у господствующих деревьев и снижается от верхнего побега к основанию кроны у угнетенных.

Таблица 3.6

*Распределение массы хвои\* разного возраста внутри крон сосен в 58-летних посевах северной тайги, %*

Тип леса	Часть кроны	Возраст хвои, лет				
		1	2	3	4	5
С. черничный	Верхняя	36,9	35,1	21,2	6,6	0,2
	Средняя	30,0	32,0	22,6	13,3	2,1
	Нижняя	28,6	30,4	23,8	15,3	1,9
	В среднем	31,6	32,5	22,5	11,9	1,5
С. брусничный	Верхняя	35,2	32,2	20,7	9,7	2,2
	Средняя	23,7	26,9	22,8	19,6	7,0
	Нижняя	21,8	25,2	24,6	21,0	7,4
	В среднем	26,5	27,8	22,7	17,2	5,8
С. лишайниковый	Верхняя	31,2	29,2	19,0	15,1	5,5
	Средняя	27,3	27,4	21,6	19,6	4,1
	Нижняя	23,1	25,1	23,4	20,2	8,2
	В среднем	27,2	27,4	21,3	18,4	5,7
С. вересково-лишайниковый	Верхняя	29,5	34,8	25,0	10,7	–
	Средняя	29,1	31,5	25,4	12,1	1,9
	Нижняя	21,9	25,5	26,4	21,4	4,8
	В среднем	27,0	30,5	25,7	14,5	2,3

\* Хвоя взята в свежем состоянии.

Распределение хвои разных возрастов внутри крон сосен различных типов леса имеет общую закономерность (табл. 3.6). В общей массе у сосны преобладает хвоя первых четырёх лет жизни (более 90%) в связи с тем, что с пятого года начинается довольно интенсивный онад хвои. Масса хвои пятого года составляет в среднем от 1,5% в черничном типе леса до 5,8% в сосняке брусничном. Долевое участие хвои первого-вто-

рого года во всех исследуемых типах леса понижается от верхней части кроны, где на ней приходится свыше 60% общей массы хвои, к нижней. Напротив, масса трёх-четырёхлетней хвои увеличивается в общей массе от вершины к основанию кроны. Масса хвои последних двух лет наименьшая в сосняке черничном (13,4%), а наибольшая в лишайниковом типе леса (24,1%). Данные наших исследований подтверждают выводы

К.С. Бобковой, В.В. Тужилкиной, С.Н. Сенькиной и др. (1993) о том, что продолжительность жизни хвои увеличивается по мере ухудшения лесорастительных условий в пределах растительной зоны. По данным этих авторов, масса хвои сосны пяти лет и старше в черничном типе составляет в среднем 18,9%, тогда как в чернично-сфагновом типе леса эта же величина возрастает до 22,1%.

По данным В.Д. Надуткина и А.Н. Модянова (1972), в возрастном спектре хвои сосняка черничного северной тайги Республики Коми хвоя первых четырёх лет составляет 82%, тогда как на хвою остальных пяти-десяти лет приходится всего лишь 18% от общего веса хвои.

При изучении массы, возрастного состава и продолжительности жизни хвои в четырёх типах леса 30-летних сосняков южной подзоны тайги Карелии И.В. Каменецкой установлено, что основную массу (около 90%) составляет хвоя трёх возрастов, четырёхлетия образует максимум 10%, пятилетняя – очень небольшой процент, а шестилетняя отмечена лишь дважды. По мнению автора, на обновление хвои кроме фактора освещённости, видимо, играет роль неблагоприятный водный режим (засушливость и переувлажнение), а также наследственные свойства дерева (Каменецкая, 1973).

В результате проведённых исследований можно заключить, что предельная долговечность хвои в посевах сосны северной подзоны тайги Архангельской области может достигать семи лет. Причём с улучшением условий произрастания продолжительность жизни хвои снижается.

Возрастной спектр хвои сосны в культурах борового экологического ряда исследуемого региона характеризуется преобладанием в общей массе хвои первого-четвёртого года жизни (более 90%), потому что, начиная с пятого года, происходит интенсивный её опад. Долевое участие хвои первого-второго года во всех исследуемых типах леса понижается от верхней части кроны к нижней. Напротив, масса трёх-четырёхлетней хвои увеличивается в общей массе от вершины к основанию кроны.

Как уже отмечалось ранее, хвоя – важная фракция в древесной зелени. Разме-

ры хвоинок изменяются в зависимости от диаметра и возраста дерева, полноты древостоя, условий местопроизрастания, географического местоположения насаждения, а также в зависимости от местаонахождения хвои в кроне дерева (Надуткин, Модянов, 1972; Костин, Преснухин, Тумашевич, 1986; Феклистов, Бабич, 1990; Феклистов, Евдокимов, Барзут, 1997).

Хвоя сосны остаётся на побеге в течение нескольких лет, однако её размеры в разные годы редко бывают одинаковы. Длина хвои разного возраста варьирует как на одном побеге, так и на разных побегах одного возраста. Степень варьирования хвои различна.

П.С. Кондратьев (1961) при изучении размеров хвои сосны установил закономерность, по которой происходит постепенное уменьшение длины хвои сверху вниз по дереву с увеличением возраста мутовки, причём это положение действует у всех сосен, даже произрастающих в различных типах леса и в разных зонах, от Карелии до Грузии. По его же данным, с увеличением класса бонитета длина хвои уменьшается; хвоя короче на заболоченных участках (V кл. бон.) и длиннее на почвах плодородных (I кл. бон.). Работами других исследователей (Надуткин, Модянов, 1972) подтверждается достоверность того, что средняя длина одновозрастной хвои сосны увеличивается по мере поднятия вверх по кроне.

По данным Л.Ф. Правдина (1964), в пределах кроны одного дерева на всех побегах длина хвои в отдельные годы изменяется в одном направлении – то в сторону увеличения, то в сторону уменьшения, что во многом зависит от погодных условий.

Измерение длины, ширины и толщины хвои сосны разного возраста показало, что она значительно варьирует по данным биометрическим показателям в зависимости от типа лесорастительных условий (табл. 3.7). Это обуславливается погодными условиями вегетационного периода в первом году жизни хвои и, возможно, предшествующего года, когда закладываются почки и накапливаются запасы питательных веществ, необходимых для возобновления жизнедея-

тельности дерева в последующий сезон. По наблюдениям В.Д. Надуткина и А.Н. Модянова (1972), хвоя сосны растёт в длину только в течение первого сезона её жизни.

Из таблицы 3.7 видно, что наибольших размеров в длину во всех типах леса хвоя достигла в 1995 г. (трёхлетия хвоя). В черничном типе она максимальная  $36,4 \pm 1,3$  мм за этот год, а наименьшая в вересково-лишайниковом типе  $30,3 \pm 0,6$  мм. Далее длина хвои уменьшалась (с 1995 по 1997 г.) во всех исследуемых типах леса и в 1997 г. максимальная её длина была в лишайнико-

вом типе леса  $32,4 \pm 0,7$  мм, а наименьшая в сосняке вересково-лишайниковом —  $24,9 \pm 0,4$  мм, тогда как в высокопродуктивных черничном и брусничном типах соответственно  $29,0 \pm 0,8$  и  $31,0 \pm 0,5$  мм. Надо заметить, что разница между средней максимальной и минимальной длиной хвои за отдельные годы наибольшая в крайних условиях произрастания, в черничном типе леса 7,4 мм, а в вересково-лишайниковом 5,4 мм, тогда как в сосняках брусничном и лишайниковом она составила соответственно 3,8 и 3,3 мм.

Таблица 3.7

*Изменение морфологических показателей хвои с возрастом  
по типам леса в 58-летних посевах сосны, мм*

Тип леса	Возраст хвои, лет / Год её образования					Среднее
	1 1997	2 1996	3 1995	4 1994	5 1993	
<b>Д л и н а</b>						
С. черничный	$29,0 \pm 0,8$	$29,8 \pm 0,7$	$36,4 \pm 1,3$	$30,3 \pm 0,9$	$31,0 \pm 0,6$	$31,3 \pm 0,4$
С. брусничный	$31,0 \pm 0,5$	$33,5 \pm 0,5$	$34,8 \pm 0,5$	$33,7 \pm 0,5$	$33,9 \pm 0,4$	$33,4 \pm 0,2$
С. лишайниковый	$32,4 \pm 0,7$	$32,9 \pm 0,6$	$34,8 \pm 0,7$	$31,9 \pm 0,5$	$31,5 \pm 0,4$	$32,7 \pm 0,3$
С. вересково-лишайниковый	$24,9 \pm 0,4$	$27,0 \pm 0,5$	$30,3 \pm 0,6$	$26,8 \pm 0,4$	$29,4 \pm 0,6$	$27,7 \pm 0,2$
<b>Ш и р и н а</b>						
С. черничный	$1,28 \pm 0,02$	$1,25 \pm 0,03$	$1,28 \pm 0,03$	$1,16 \pm 0,02$	$1,19 \pm 0,02$	$1,23 \pm 0,01$
С. брусничный	$1,19 \pm 0,02$	$1,20 \pm 0,02$	$1,28 \pm 0,02$	$1,30 \pm 0,02$	$1,31 \pm 0,02$	$1,26 \pm 0,01$
С. лишайниковый	$1,27 \pm 0,02$	$1,29 \pm 0,01$	$1,31 \pm 0,01$	$1,33 \pm 0,01$	$1,25 \pm 0,01$	$1,29 \pm 0,01$
С. вересково-лишайниковый	$1,11 \pm 0,01$	$1,15 \pm 0,02$	$1,15 \pm 0,02$	$1,14 \pm 0,02$	$1,18 \pm 0,02$	$1,15 \pm 0,01$
<b>Т о л щ и н а</b>						
С. черничный	$0,53 \pm 0,01$	$0,55 \pm 0,01$	$0,48 \pm 0,01$	$0,49 \pm 0,01$	$0,48 \pm 0,01$	$0,50 \pm 0,01$
С. брусничный	$0,49 \pm 0,01$	$0,50 \pm 0,01$	$0,52 \pm 0,01$	$0,52 \pm 0,01$	$0,51 \pm 0,01$	$0,51 \pm 0,01$
С. лишайниковый	$0,37 \pm 0,01$	$0,39 \pm 0,01$	$0,44 \pm 0,01$	$0,42 \pm 0,01$	$0,43 \pm 0,01$	$0,41 \pm 0,01$
С. вересково-лишайниковый	$0,49 \pm 0,01$	$0,47 \pm 0,01$	$0,52 \pm 0,01$	$0,49 \pm 0,01$	$0,52 \pm 0,01$	$0,50 \pm 0,01$

Сильная изменчивость длины хвои сосны обыкновенной отмечалась многими авторами. По данным В.Д. Надуткина и А.Н. Модянова, длина хвои сосны в Печорском районе Коми колеблется от 6 до 65 мм. Преобладающая часть хвои (более 90%) у большинства модельных деревьев имеет длину 20–50 мм. Авторы отмечают, что разноразмерность хвои имеет место во всех частях кроны (верхней, средней и нижней). Если в пределах целой кроны дерева более длин-

ные хвоинки отличаются от самых коротких на 45–60 мм, то в пределах одной и той же ветви хвоя одного возраста различается всего на 20–35 мм (Надуткин, Модянов, 1972). Средняя длина хвои сосны в зелено-мошных типах леса средней тайги Республики Коми равна  $33,4 \pm 0,9$  мм (Бобкова, 1987).

Как отмечает И.В. Каменецкая (1973), размах вариации по длине хвои среди четырёх типов леса больше всего в высокопродуктивном сосняке черничном. Меньшую

длину хвои в черничном типе (табл. 3.7), по сравнению с брусничным и лишайниковым типом леса (за исключением трёхлетней хвои), можно объяснить тем, что неблагоприятные климатические факторы (похолодание, заморозки, сухость) заметнее сказываются в лучших условиях произрастания. По нашим данным, диапазон колебаний длины хвои в черничном типе леса составляет 18–60 мм, в брусничном 17–61 мм, а в лишайниковом и вересково-лишайниковом соответственно 15–50 и 10–48 мм.

По данным Н.И. Казимирова и его соавторов, линейные параметры хвои заметно варьируют. В сосняке черничном средней тайги Карелии длина её равна в среднем 42,4, ширина 1,47 и толщина 0,54 мм, тогда как в сосняке воронично-черничном соответственно 34,4; 1,51 и 0,70 мм (Казимиров, Волков, Зябченко и др., 1977). По исследованиям Е.В. Прыгова, О.Н. Уродковой, П.А. Феклистова (2000), сосняки черничные по сравнению с другими типами сосняков пригородной зоны г. Архангельска имеют наиболее крупную хвою. Её длина, ширина и толщина в черничном типе леса соответственно равна 32,9; 1,3; 0,6 мм, тогда как в сосняках сфагновых длина хвои равна 27,4–29,9 мм, ширина 1,2–1,3 мм и толщина 0,7 мм.

Длина хвои как биометрический показатель сравнительно часто применяется в исследованиях при выявлении влияния экологических факторов на рост и производительность насаждений. Этот показатель в достаточной мере отражает благоприятность условий произрастания и весьма чувствителен на изменения окружающей среды. Исследованиями А.Г. Ковалёва (1983) показано, что при повышении интенсивности освещения хвоя сосны становится длиннее, у неё увеличивается общее количество клеток. Она, как известно, активно реагирует на изменение водного режима насаждений, в условиях дефицита или избытка влаги уменьшаются её размеры и вес, снижается производительность насаждений. Длина хвои находится в прямой зависимости от содержания в ней макро- и микроэлементов, а также концентрации в почве элементов минерального питания (Потапова, 1983).

Отдельные авторы (Костиц, Преснухин, Тумашевич, 1986; Феклистов, Бабич, 1990), после специальных исследований подтверждают возможность использования показателя средней длины хвои в качестве критерия оценки лесорастительных условий и производительности насаждений. Но при этом, по мнению И.В. Каменецкой (1973), необходимо учитывать изменения хвои, происходящие от колебаний климатических условий. Данные наблюдений автора показали, что хвоя низкобонитетного сосняка долгомошного длиннее в засушливые годы, чем хвоя высокобонитетного сосняка черничного. Общие выводы И.В. Каменецкой подтверждаются и результатами наших исследований.

Абсолютная величина прироста хвои, как правило, больше в лучших условиях место-произрастания. Однако на её величину, как отмечает И.Т. Кищенко, сильное влияние оказывают температура и влажность, причём с повышением производительности насаждений влияние этих колебаний сказывается заметнее. Так, при похолодании в сосняке черничном величина прироста хвои уменьшилась в 1,3 раза, а в сосняке багульниково-сфагновом осталась без изменений (Кищенко, 1978).

Что касается ширины и толщины хвои (табл. 3.7), то различия этих параметров менее выражены, чем по длине из-за относительно небольшой величины их. Средняя ширина хвои, так же как и длина, наименьшая в вересково-лишайниковом типе леса  $1,15 \pm 0,01$  мм, а наибольшая в сосняке лишайниковом –  $1,29 \pm 0,01$  мм (различия достоверны при  $P < 0,95$ ). Средняя толщина хвои, напротив, наименьшая в сосняке лишайниковом –  $0,41 \pm 0,01$  мм, а наибольшая в брусничном типе –  $0,51 \pm 0,01$  мм (различия достоверны при  $P < 0,95$ ). Изменения ширины и толщины хвои сосны по годам, в общем, подчиняются закономерности, подмеченной Л.Ф. Правдиным (1964). Но есть и отклонения от правил. Как отмечают некоторые исследователи, синхронное изменение параметров хвои по годам наблюдается не во всех типах леса и не у всех модельных деревьев. По-видимому, это объясняется тем, что модельные деревья, отличающиеся ди-

аметром, высотой и положением в древостое, произрастающие в различных экологических условиях, неодинаково отзываются на изменение погодных условий.

Наши исследования не подтвердили возможность использования средней длины хвои в качестве критерия оценки лесорастительных условий и производительности насаждений. По нашим данным, наибольшая средняя длина хвои в черничном типе леса, по сравнению с сосняками брусничным, лишайниковым и вересково-лишайниковым, формируется лишь в благоприятные по погодным условиям годы. В неблагоприятные годы (засушливые, дождливые, холодные) средняя длина хвои в черничном типе леса оказывается короче, чем в лишайниковом. Поэтому при исследовании биометрических показателей хвои в различных лесорастительных условиях и их сравнительной оценке нужен комплексный подход, учитывающий влияние климатических факторов.

### 3.1.3. Ресурсы почек

Почки сосны обыкновенной (*Gemmatae pini*) обладают цennыми лекарственными свойствами и находят самое разнообраз-

ное применение в медицине (Бабич, Соколов, Бахтин, 1996). В связи с этим в ресурсоведческих исследованиях важное место принадлежит выделению всех фракций фитомассы, в том числе специфической её части – почек. Сведений о запасах почек сосны обыкновенной очень мало. Нами найдена лишь одна работа учёных Карелли Н.Л. Зайцевой и В.И. Саковец (1985), где авторы приводят запасы почек. Знать же их необходимо как в ресурсоведческом плане, так и с биологической точки зрения как фракцию фитомассы. Необходимы также готовые таблицы запасов почек. Такие таблицы были составлены для условий Вологодской области, в них показана зависимость массы почек берёзы от среднего диаметра и количества стволов деревьев на 1 га площади в воздушно сухом весе (Тюрина, Нефёдов, Серый, 1984). Подобная таблица для определения запаса берёзовых почек была также составлена Ю.Е. Ростановским (Лесотаксационный справочник..., 1986).

Определение урожайности почек проводилось нами на пяти постоянных пробных площадях в 58-летних культурах сосны различных типов леса весной в апреле. Полученные результаты приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

*Запасы почек в 58-летних культурах по типам леса*

Номер пробной площади	Общий запас, кг/га		В расчёте на одно дерево, г	
	свежая масса	абсолютно сухая масса	свежая масса	абсолютно сухая масса
<b>Сосняк черничный</b>				
1	215,4	94,4	91,8	40,2
2	119,4	64,8	94,0	51,0
<b>Среднее</b>	<b>167,4</b>	<b>79,6</b>	<b>92,9</b>	<b>45,6</b>
<b>Сосняк брусничный</b>				
4	177,7	71,9	43,7	17,7
6	191,2	98,8	65,0	33,6
<b>Среднее</b>	<b>184,5</b>	<b>85,4</b>	<b>54,4</b>	<b>25,7</b>
<b>Сосняк вересково-лишайниковый</b>				
12	75,2	25,9	9,8	3,4

В разных типах леса масса почек неодинакова (табл. 3.8). Максимальные запасы почек в свежем состоянии отмече-

ны в черничном типе – 215,4 кг/га (п.п.1), а в абсолютно сухом состоянии в брусничном – 98,8 кг/га (п.п.6). Наименьший за-

пас почек как в свежем, так и в сухом состоянии находится в сосняке вересково-лишайниковом (табл. 3.8). В сосняке брусничном запас почек как в свежем, так и абсолютно сухом состоянии в среднем несколько больше, чем в сосняке черничном и составляет соответственно 184,5 и 85,4 кг/га. По данным Н.Л. Зайцевой и В.И. Саковец (1985), запас почек в спелом среднеполнотном сосновом насаждении Карелии составляет 180 кг/га. Что схоже с нашими данными. Запас почек, по нашему мнению, сильно зависит от густоты культур. Так, число стволов сосны в черничном типе леса колеблется от 1271 до 2347 шт./га, а в брусничном от 2943 до 4065 шт./га, что отражается на количестве почек. Поэтому наиболее наглядно оценить продуктивность почек по типам леса можно, рассчитывая их массу в среднем на одно дерево.

Из таблицы 3.8 видно, что наиболее урожайны древостои в сосняке черничном, где масса почек в свежем состоянии в расчёте на одно дерево составляет 92,9 г, а в брусничном и вересково-лишайниковом соответственно на 38,5 и 83,1 г меньше. В абсолютно сухом состоянии запасы почек черничного, брусничного и вересково-лишайникового типов леса в расчёте на одно дерево имеют соотношение 45,6; 25,7; 3,4 г. Отсюда видно, что наиболее продуктивен черничный тип леса. Обращает на себя внимание большая изменчивость содержания абсолютно-сухого вещества в почках. Оно колеблется от 25 до 67% на павеску в свежем состоянии, что было отмечено нами ранее (Евдокимов, 2001).

В результате проведённых исследований для посевов сосны северной подзоны тайги Архангельской области впервые получены количественные характеристики запасов почек по типам леса. Запасы почек по типам леса значительно варьируют и подчиняются положению общей продуктивности насаждений в типологическом аспекте. Полученная справочно-нормативная таблица запасов почек предлагается производству для планирования их заготовок во время проведения рубок ухода.

### 3.2. Продуктивность посевных мест разной густоты и их распределение в культурах

Влияние первоначальной густоты культур, то есть количества посевных или посадочных мест на единице площади и равномерности их распределения на продуктивность насаждений, качество древесины и накопление фитомассы культурфитоценозами довольно подробно исследовалось (Пипчук, Ломов, 1973; Рубцов, Рубцов, 1975; Синькевич, Цинкович, 1976; Писаренко, Мерзленко, 1978; Вакуров, 1979; Сироткин, Грук, 1980; Гурцев, 1981; Мерзленко, Гурцев, 1982; и многие другие).

Установлено, что на рост лесных культур, созданных посевом, дифференциацию деревьев и накопление ими фитомассы влияет не только общая густота, но и заселённость посевного места (число растений в гнезде), которая в значительной мере определяет успешность роста искусственных насаждений (Алексеев, 1954; Преображенский, 1954, 1959; Львов, Суржко, 1959; Синькевич, 1962; Пигарев, Непогодьева, Ещеркина, 1967; Маслаков, 1970, 1973; Пигарев, Непогодьева, Синчуков, 1974; Наквасина, 1976; Минин, 1984; Кузьмин, 1983; Паутов, 1983; Ларин, Паутов, 1989).

Проведённый нами перечёт культур сосны по ступеням численности в Пингишеньском лесничестве Емецкого лесхоза позволяет выявить интенсивность дифференциации растений в различных типах леса. Существенным показателем степени дифференциации культур, созданных посевом, является распределение посевных мест по количеству растений в них. Рассматривая вопрос о распределении биогрупп (посевных мест) по числу сохранившихся деревьев в различных типах леса, можно отметить, что максимальное количество сохранившихся растений в биогруппе равно восьми и приходится на вересково-лишайниковый и лишайниковый типы леса. Распределение посевных мест по ступеням численности на основании данных 13 пробных площадей приведено в таблице 3.9.

Таблица 3.9

**Распределение посевных мест по числу сохранившихся растений  
в 58-летних культурах сосны Емецкого лесхоза, %**

Тип леса	Количество живых растений в гнезде, шт.								Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	
С. черничный	75,7	20,8	3,2	0,3	—	—	—	—	100
С. брусничный	68,6	24,8	5,5	1,1	—	—	—	—	100
С. лишайниковый	51,6	34,0	11,4	1,8	0,8	0,2	0,1	0,1	100
С. вересково-лишайниковый	30,7	29,5	21,8	11,0	5,3	1,3	0,2	0,2	100

Из таблицы 3.9 видно, что в черничном и брусничном типах леса более 90% посевных мест представлены одним-двумя деревьями, а биогруппы с густотой семь-восемь особей составляют менее 0,5% от общей густоты посевных мест в сосняке лишайниковом и вересково-лишайниковом. Отсюда можно заключить, что посевные места с числом деревьев один-шесть имеют значение в формировании культур сосны лишайникового и вересково-лишайникового типов леса.

При выборе густоты культур необходимо исходить из возможно более полного использования растениями светового и почвенного плодородия условий местопроизрастания, выражением чего является лучший рост растений и наибольшая их масса на единице площади. Это, по мнению Г.И. Редько, А.Р. Родина, И.В. Трещевского (1985), должно быть нормой биологического понимания явления и хозяйственного его использования.

Таким образом, наряду с основными таксационными показателями, запасы элементов фитомассы в гнёздах разной густоты могут служить объективным критерием оценки продуктивности посевных мест. Это позволит более обоснованно подойти к проведению лесо-водственных уходов в посевах, тем более что удаление из биогрупп лишних деревьев по мере увеличения их возраста связано с большими трудовыми и материальными затратами.

Влияние фактора густоты растений в посевном месте изучалось сотрудниками Архангельского института леса и лесохимии (ныне СевНИИЛХ). Обобщая материалы исследования отпада и роста культур, а также закономерности распределения посевных мест по количеству всходов, Ф.Т. Пигарев и его соавторы пришли к выводу, что первоначальная густота всходов не должна быть менее шести и

более десяти (Пигарев, Непогодьева, Ещеркина, 1967). В дальнейшем Ф.Т. Пигарев, Т.С. Непогодьева и Б.А. Сенчуков установили, что высокая выживаемость и нормальный рост культур сосны и ели в период до смыкания полога обеспечивается при первоначальном числе всходов в площадках от 3 до 15 шт. (Пигарев, Непогодьева, Сенчуков, 1974).

Для изучения влияния числа деревьев в посевных местах на изменение количественных показателей элементов надземной фитомассы культур сосны нами проведён опыт в Пингишеньском лесничестве Емецкого лесхоза. В вересково-лишайниковом типе леса 58-летних посевов сосны вырублено методом случайной выборки по 11 посевных мест (биогрупп) с числом деревьев от одного до шести, что позволило обработать данные методом математической статистики (малая выборка). Всего было срублено, обмерено и взвешено пофракционно 231 дерево. После обработки составлены таблицы 3.10 и 3.11.

В 58-летних посевах сосны с увеличением заселённости гнезда уменьшаются средние таксационные показатели – диаметр и высота ствола, протяжённость и диаметр живой кроны (табл. 3.10).

Однако различия по средней высоте ствола и длине кроны между биогруппами с различной заселённостью не доказаны. Различия достоверны (при  $P=0,95$ ;  $t>t_{\alpha}$ ) по диаметру ствола между площадками с одним деревом и остальными биогруппами (за исключением площадок с тремя деревьями), а также между биогруппами с густотой два-три дерева и площадками, где осталось пять особей. По диаметру кроны различия доказаны (при  $P=0,95$ ;  $t>t_{\alpha}$ ) между площадками с густотой один и пять деревьев. Схожие данные получены другими авторами.

Таблица 3.10

**Фитомасса\* посевных мест с различной заселённостью и их характеристика  
в 58-летних культурах сосны**

Число особей в гнезде	Ствол		Крона		Масса отдельных фракций деревьев, кг					Общая фитомасса, кг	
	диаметр, см	высота, м	длина, м	диаметр, м	ствол		сухие сучья	крона			
					древесина	кора		ветки	древесная зелень		
1	$7,8 \pm 1,1$	$8,1 \pm 0,8$	$3,4 \pm 0,5$	$1,6 \pm 0,2$	$22,88 \pm 6,11$	$3,02 \pm 0,72$	$0,82 \pm 0,30$	$1,18 \pm 0,37$	$5,17 \pm 1,45$	$33,08 \pm 8,83$	
					$22,88 \pm 6,11$	$3,02 \pm 0,72$	$0,82 \pm 0,30$	$1,18 \pm 0,37$	$5,17 \pm 1,45$	$33,08 \pm 8,83$	
2	$5,2 \pm 0,3$	$6,8 \pm 0,3$	$2,6 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$	$14,89 \pm 2,30$	$2,62 \pm 0,31$	$0,62 \pm 0,12$	$0,30 \pm 0,13$	$3,79 \pm 0,55$	$22,22 \pm 3,28$	
					$7,45 \pm 1,15$	$1,31 \pm 0,16$	$0,31 \pm 0,06$	$0,15 \pm 0,06$	$1,89 \pm 0,27$	$11,11 \pm 1,64$	
3	$5,8 \pm 0,6$	$6,9 \pm 0,4$	$2,8 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,1$	$35,34 \pm 5,92$	$5,55 \pm 0,82$	$1,32 \pm 0,29$	$1,57 \pm 0,51$	$8,17 \pm 1,39$	$51,95 \pm 8,76$	
					$11,78 \pm 1,97$	$1,85 \pm 0,27$	$0,44 \pm 0,10$	$0,52 \pm 0,17$	$2,72 \pm 0,46$	$17,32 \pm 2,92$	
4	$4,8 \pm 0,3$	$6,8 \pm 0,4$	$2,8 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,1$	$31,59 \pm 5,39$	$5,05 \pm 0,62$	$1,03 \pm 0,13$	$0,63 \pm 0,26$	$7,22 \pm 1,17$	$45,52 \pm 7,42$	
					$7,90 \pm 1,35$	$1,26 \pm 0,16$	$0,26 \pm 0,03$	$0,16 \pm 0,06$	$1,81 \pm 0,29$	$11,38 \pm 1,86$	
5	$4,3 \pm 0,3$	$6,5 \pm 0,3$	$2,4 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,1$	$29,45 \pm 4,22$	$4,79 \pm 0,57$	$0,98 \pm 0,15$	$0,63 \pm 0,22$	$6,24 \pm 0,99$	$42,10 \pm 6,01$	
					$5,89 \pm 0,84$	$0,96 \pm 0,11$	$0,20 \pm 0,03$	$0,13 \pm 0,04$	$1,25 \pm 0,20$	$8,42 \pm 1,20$	
6	$4,7 \pm 0,3$	$7,0 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,1$	$46,73 \pm 6,59$	$7,36 \pm 0,82$	$1,59 \pm 0,26$	$1,11 \pm 0,26$	$8,50 \pm 1,04$	$65,29 \pm 8,77$	
					$7,79 \pm 1,10$	$1,23 \pm 0,14$	$0,27 \pm 0,04$	$0,18 \pm 0,04$	$1,42 \pm 0,17$	$10,88 \pm 1,46$	

\* Примечание: в числителе – общая масса в свежесрубленном состоянии для посевного места в целом, в знаменателе – масса, рассчитанная на среднее дерево биогруппы.

Из опытов, заложенных И.А. Кузьминым в групповых посевах сосны, следует, что с увеличением густоты в гнёздах становится больше тонких и низких сосен, а это сказывается на их средних показателях, чем больше растений в гнезде, тем меньше их средние высота и диаметр (Кузьмин, 1983).

Иные данные приводят А.В. Преображенский, изучавший влияние количества растений в посевном месте на рост сосны и ели в первые годы их жизни. Автор пришёл к выводу, что средняя высота растений заметно возрастает с увеличением их числа в биогруппе до определённого количества. Исключение составляют площадки, где сохранилось 1-3 растения. Автором отмечено явное увеличение средней высоты сосны в биогруппах, где число растений равняется семи и больше. Причинами лучшего роста перспективных сосен в группах с большим количеством растений, по мнению автора, могут быть: а) лучшая дифференциация растений; б) самозащита растений в биогруппе от вредных влияний температуры (заморозки, ожоги, выжимание); в) меньшее влияние травянистой растительности (Преображенский, 1959).

Сравнивая данные (табл. 3.10) по фитомассе посевных мест с различной заселённо-

стью, можно отметить следующее. С увеличением числа особей в биогруппе масса отдельных фракций деревьев и общая фитомасса для посевного места в целом несколько возрастает, а масса фракций, рассчитанная на среднее дерево биогруппы, снижается. Если общая фитомасса у биогрупп с одним и двумя деревьями равна соответственно  $33,08 \pm 8,83$  и  $22,22 \pm 3,28$  кг, то у биогрупп с тремя особями она составляет  $51,95 \pm 8,76$  кг, а для шести особей в посевном месте –  $65,29 \pm 8,77$  кг, то есть почти в 2 раза больше, чем для биогрупп с одним деревом и в 3 раза по сравнению с двумя деревьями в группе. При расчёте общей фитомассы посевного места на среднее дерево биогруппы наблюдается обратная картина. Наибольшая расчётная масса среднего дерева приходится на гнездо с одним деревом –  $33,08 \pm 8,83$  кг. Для биогрупп, состоящих из трёх деревьев, масса среднего дерева равна уже  $17,32 \pm 2,92$  кг, а для площадок с пятью и шестью особями только  $8,42 \pm 1,20$  и  $10,88 \pm 1,46$  кг соответственно. Из вышеизложенных данных можно заключить, что гнёзда с большим числом деревьев содержат, как правило, и большую надземную фитомассу. Это очень важно, поскольку главным показателем успешности культур разной густоты в работах мно-

гих исследователей признаётся производительность древостоев (общая фитомасса или запас стволовой древесины).

Очень важным вопросом до сих пор остаётся формирование отдельных стволов в биогруппах разной густоты. Для рассмотрения этого вопроса деревья в вырубленных посевных местах были поделены на ранги. Максимальный ранг дерева в биогруппе означает его наибольший диаметр на высоте 1,3 м среди других особей гнезда. Аналогично определялся минимальный ранг дерева, то есть особи в биогруппе с наименьшим диаметром ствола на высоте груди. Согласно установленному ранговому порядку были проведены статистические расчёты, а их результаты приведены в таблице 3.11.

Анализируя данные таблицы 3.11, можно отметить, что диаметр ствола на высоте груди у наиболее развитых деревьев с увеличением заселённости гнезда несколько возрастает. В гнёздах с густотой один и два дерева средний диаметр наибольших деревьев равен  $7,8 \pm 1,1$  и  $6,5 \pm 0,4$  см соответственно, в группе из трёх деревьев он составляет  $8,3 \pm 0,8$  см, а в посевном месте из шести особей уже  $8,6 \pm 0,7$  см. Высота наиболее развитых деревьев с увеличением заселённости постепенно возра-

стает от гнёзд с 1-2 деревьями, где она составляет соответственно  $8,1 \pm 0,8$  и  $7,6 \pm 0,3$  м, до  $8,5 \pm 0,5$  и  $9,5 \pm 0,5$  м в биогруппах с пятью и шестью особями соответственно. С увеличением количества растений в гнезде увеличивается диаметр и протяжённость живой кроны наиболее развитых деревьев. Линейные показатели (диаметр и высота ствола, протяжённость и диаметр живой кроны) наименьших по рангу деревьев с увеличением заселённости, наоборот, снижаются (табл. 3.11).

Литературные сведения по данному вопросу зачастую не однозначны. Е.Л. Маслаковым не подтвердилось предположение, что в группах с большим количеством деревьев рост их должен быть замедлен, а размеры меньшими. По заключению автора, размеры самых крупных деревьев практически не зависят от численности группы, а рост их определяется главным образом условиями микросреды и собственными индивидуальными качествами, причём первостепенным для дифференциации в группе является последний фактор. Самые большие по объёму ствола экземпляры оказались в группах из трёх-четырёх деревьев, а общий объём стволовой древесины возрастает по мере увеличения числа деревьев в группе (Маслаков, 1970).

Таблица 3.11

*Фитомасса деревьев в группах разной густоты по рангам\* и их характеристика  
в 58-летних культурах сосны*

Число особей в биогруппе	Ранг дерева	Средние		Крона		Масса отдельных фракций деревьев, кг				Общая масса дерева, кг	
		диаметр, см	высота, м	длина, м	диаметр, м	ствол		сухие сучья	крона		
						древесина	кора		ветки	древесная зелень	
2	min	$3,9 \pm 0,3$	$5,9 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	$3,35 \pm 0,67$	$0,75 \pm 0,12$	$0,18 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,03$	$0,88 \pm 0,23$	$5,18 \pm 1,02$
	max	$6,5 \pm 0,4$	$7,6 \pm 0,3$	$2,9 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,1$	$11,55 \pm 1,95$	$1,88 \pm 0,24$	$0,44 \pm 0,10$	$0,27 \pm 0,11$	$2,90 \pm 0,39$	$17,04 \pm 2,66$
3	min	$3,9 \pm 0,4$	$5,4 \pm 0,5$	$1,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,1$	$3,28 \pm 0,82$	$0,68 \pm 0,14$	$0,17 \pm 0,05$	$0,31 \pm 0,18$	$0,62 \pm 0,16$	$4,84 \pm 1,16$
	max	$8,3 \pm 0,8$	$8,7 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,2$	$22,34 \pm 4,73$	$3,26 \pm 0,62$	$0,75 \pm 0,18$	$0,94 \pm 0,38$	$5,30 \pm 1,11$	$32,76 \pm 6,98$
4	min	$2,6 \pm 0,3$	$4,6 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,1$	$1,39 \pm 0,40$	$0,30 \pm 0,09$	$0,09 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,03$	$0,21 \pm 0,06$	$2,00 \pm 0,56$
	max	$7,4 \pm 0,6$	$8,8 \pm 0,5$	$3,9 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,1$	$18,47 \pm 4,35$	$2,64 \pm 0,45$	$0,49 \pm 0,07$	$0,37 \pm 0,27$	$4,48 \pm 1,06$	$26,58 \pm 6,12$
5	min	$2,3 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,5$	$1,4 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,1$	$1,07 \pm 0,26$	$0,26 \pm 0,06$	$0,06 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,04$	$1,63 \pm 0,37$
	max	$7,1 \pm 0,7$	$8,5 \pm 0,5$	$3,6 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,1$	$16,72 \pm 3,70$	$2,30 \pm 0,42$	$0,48 \pm 0,10$	$0,22 \pm 0,15$	$3,91 \pm 0,88$	$23,98 \pm 5,26$
6	min	$2,7 \pm 0,2$	$5,0 \pm 0,3$	$1,4 \pm 0,2$	$0,7 \pm 0,1$	$1,38 \pm 0,29$	$0,36 \pm 0,06$	$0,08 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,09$	$0,19 \pm 0,05$	$2,06 \pm 0,39$
	max	$8,6 \pm 0,7$	$9,5 \pm 0,5$	$4,0 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,2$	$25,64 \pm 4,03$	$3,40 \pm 0,43$	$0,55 \pm 0,10$	$0,60 \pm 0,25$	$4,77 \pm 0,73$	$35,33 \pm 5,37$

\* Примечание: для расчётов использованы наименьшие и наибольшие деревья по диаметру ствола от каждой биогруппы с заданным числом деревьев, которые обозначены рангами min и max соответственно.

По данным Е.Н. Наквасиной, при увеличении населённости гнезда улучшается рост максимального развитого образца. Наиболее высокие показатели по росту и развитию максимального образца в посевах сосны пяти- и десятилетнего возраста наблюдаются при количестве особей в биогруппе 6–10 шт., в пятиадцатилетнем возрасте – 3–5 шт. (Наквасина, 1976).

Как отмечено И.А. Кузьминым (1983), лучшие сосны в гнёздах разной густоты в возрасте до 20 лет по росту мало отличаются, а общий запас древесины с увеличением количества растений в посевном месте несколько возрастает.

По исследованиям Н.С. Минина, в 42-летних посевах сосны, пройденных двумя приёмами рубок ухода различной интенсивности, выявлено, что на рост оставшихся деревьев влияет как общая густота культур, так и число деревьев в группе. С увеличением числа деревьев в группе в пределах одинаковой общей густоты уменьшается средний диаметр, диаметр кроны, длина кроны. Наиболее интенсивным ростом отличаются деревья с наименьшей густотой как в группах, так и общей (в частности, с общей густотой 1,4 тыс. шт./га с содержанием в группе один-два дерева). При наименьшей густоте как общей, так и в группах деревья имеют максимальные диаметр и высоту. Запасы фитомассы по всем компонентам выше также у всех деревьев с числом их в группе один-два, по сравнению с биогруппами, где оставлено три-четыре и пять-шесть деревьев (Минин, 1984).

Оценивая показатели роста сосны в 35-летних посевах по рангам деревьев в биогруппах разной численности, Е.Л. Маслаков пришёл к выводу, что средние размеры деревьев одноимённых рангов либо одинаковы, либо несколько возрастают с увеличением заселённости гнезда. Процесс дифференциации деревьев и отпад не меняют установленных соотношений, а сохраняет и усиливает их. Лучшую структуру по показателям роста имеют более густые биогруппы, так как с увеличением их численности растёт сумма площадей сечений, а, следовательно, и запас стволовой древесины (Маслаков, 1973).

При сравнении диаметров деревьев по их ранговым порядкам в гнёздах различной густоты Ю.А. Паутовым отмечено, что с увеличением числа деревьев в биогруппах их средний диаметр постепенно уменьшается. Причиной этого является наличие большого количества тонкомерных деревьев в густых посевных местах. В то же время диаметр деревьев одинакового рангового порядка в густых биогруппах, как правило, выше (Паутов, 1983).

Сравнивая массу отдельных фракций деревьев в биогруппах разной густоты по рангам (табл. 3.11), можно констатировать, что она не только уменьшается с увеличением заселённости гнезда, но и возрастает при определённой численности биогруппы. Масса стволовой древесины у наиболее развитых деревьев при увеличении заселённости гнезда возрастает от  $22,88 \pm 6,11$  и  $11,55 \pm 1,95$  кг в ступенях численности один и два дерева соответственно до  $16,72 \pm 3,70$  и  $25,64 \pm 4,03$  кг в биогруппах из пяти и шести деревьев соответственно. Масса стволовой древесины у деревьев минимального ранга при увеличении численности гнезда понижается (табл. 3.11). Масса древесной зелени наиболее развитых деревьев наибольшая в биогруппах с одним и тремя деревьями, где составляет  $5,17 \pm 1,45$  и  $5,30 \pm 1,11$  кг, а в гнёздах с пятью и шестью особями она составляет соответственно  $3,91 \pm 0,88$  и  $4,77 \pm 0,73$  кг. Общая надземная фитомасса у наиболее развитых деревьев наибольшая при густоте шесть особей в площадке –  $35,33 \pm 5,37$  кг, в биогруппах с одним и тремя деревьями несколько меньше –  $33,08 \pm 8,83$  и  $32,76 \pm 6,98$  кг соответственно. Общая надземная масса деревьев минимального ранга с возрастанием численности биогруппы снижается.

По данным Ю.А. Паутова, усиление конкуренции между растениями внутри биогрупп практически не влияет на рост наиболее крупных деревьев-лидеров. Результаты однофакторного дисперсионного анализа, с помощью которого сравнивались приросты в высоту, высота и диаметр деревьев-лидеров биогрупп разной густоты, свидетельствуют, что с увеличением количества растений в биогруппах размеры их не только не уменьшаются, а даже возрастают (Паутов, 1983).

Вышеизложенные данные подтверждают выводы Е.Л. Маслакова (1981), что в групповых культурах сосны сразу после смыкания в пределах биогрупп начинает проявляться ранговый закон роста, согласно которому прирост дерева пропорционален его размерам и определяется его рангом, наиболее полно отражающим роль дерева в формирующемся насаждении.

Некоторые авторы возрастание размеров наиболее крупных деревьев-лидеров в группе с увеличением заселённости гнезда объясняют взаимоотношением корневых систем.

Как отмечает А.В. Преображенский, при гнездовом посеве в возрасте шести-семи лет некоторые сосенки срастаются корнями, а в последующие годы срастание настолько увеличивается, что эти сосенки превращаются в один организм, питающийся общей, единой корневой системой. Исследования автора выявили, что лучшие сосенки оказались в биогруппах со сросшимися корнями. Автор предполагает, что сросшиеся корнями сосны имеют в какой-то степени общую систему питания, и сосна лучшего роста, находясь в лучших условиях для ассимиляции углекислоты, получает и несколько больше минерального питания и влаги из почвы (Преображенский, 1954).

Аналогичную зависимость выявил С.В. Алексеев. По его данным, при возрастании высоты и толщины «дерева будущего» возрастает и число стволов в гнезде, и, наоборот, при увеличении заселённости гнезда улучшается рост «дерева будущего». Разгадка этого явления, по мнению автора, кроется во взаимоотношениях корневых систем участников гнезда, которые, как известно, срастаются, причём для некоторых стволов создаётся особо благоприятная обстановка роста (Алексеев, 1954).

С другой стороны, И.Н. Львов и П.Г. Суржко отмечают, что в изученных нами культурах в 14-летнем возрасте срастание корней имеет весьма ограниченное распространение. По данным авторов, срастание было установлено лишь в трёх из десяти выкопанных гнёзд между парами сеянцев и лишь у одной пары сросшихся сосен высота и диаметр у шейки корня были выше, чем у лучших, но несросшихся деревьев того же

гнезда (Львов, Суржко, 1959). Такое противоречивое толкование вопроса о срастании корней в гнездовых культурах требует проведения дополнительных исследований.

На основании проведённых исследований и анализа литературы по данному вопросу можно сделать вывод, что с увеличением густоты в посевном месте уменьшаются средние высота и диаметр стволов, а фитомасса отдельных фракций и всего посевного места увеличивается. На рост лучших наиболее развитых деревьев повышенная густота не оказывает отрицательного воздействия, даже наоборот, чем больше растений в гнезде, тем большая фитомасса посевного места и наибольших размеров достигают деревья-лидеры. Таким образом, проведение рубок ухода в посевах сосны вересково-лишайникового типа леса северной подзоны тайги в возрасте до 60 лет, не подверженных угнетению лиственными породами, не требуется.

### 3.3. Сравнительный анализ роста и продуктивности культур в посевах и посадках

В научной литературе нет единого мнения в оценке влияния различных методов создания на рост и продуктивность культур сосны обыкновенной. Преимущество посевов перед посадками ввиду большей естественности этого метода видели Г.Ф. Морозов (1930), С.В. Алексеев (1932). Одни исследователи (Преображенский, 1950; Попов, Синькович, Шубин, 1961; Ерусалинский, 1962 и др.), отдавая в целом предпочтение посевам, не отмечают существенных различий в росте их с посадками. Другие же, наоборот, в последнее время всё больше склоняются к тому, что посадки растут лучше и экономически выгоднее посевов (Шубин, 1964; Прокопьев, 1965, 1981; Набатов, 1968; Инатов, 1974, 1999; и др.). Этому способствует, прежде всего, равномерное размещение деревьев, которое позволяет более интенсивно развивать ассимиляционный аппарат – крону и полнее использовать естественное плодородие почвы.

Обзор по лесоводственной оценке создания культур различными методами в таёжной зоне дан в работах Л.Ф. Ипатова (1974, 1999), М.Н. Прокопьева (1981), Г.И. Редько, Н.А. Бабича (1994). Тем не менее, вопрос о преимуществах того или иного метода создания лесных культур дискусируется и по настоящее время.

Для освещения этого вопроса нами изучены старейшие в Архангельской области опытно-производственные культуры сосны, созданные под руководством лесничего И.Ф. Рипачева в 1928 г. на границе северной и средней подзон тайги в бывшем Шелековском учебно-опытном лесничестве Ленинградской лесотехнической академии (ныне Емцовское лесничество Обозерского лесхоза) путём высеяния местных семян и посадки 2-летних сеянцев на площади 13,3 га. Слик-

видацией этого лесничества в 1930 г. наблюдений за культурами не проводилось. По исследованиям А.С. Синникова (1958) в 20-летнем возрасте сохранилось около 1200 площадок на 1 га со здоровым молодняком. На каждой площадке произрастало от 1 до 12 сосенок со средней высотой 3,7 м. Первоначальная густота посевов составила 6500 посевных мест, посадок – 5500 посадочных мест на 1 га.

Исследования проводились на постоянных пробных площадях кафедры лесных культур АГТУ, заложенных по одной в посевах (п.п. 16) и посадках (п.п. 15). Тип лесорастительных условий – черничный. Варианты посева и посадки непосредственно примыкают друг к другу. Почвенно-грунтовые условия вариантов идентичные. Характеристика культур в таблице 3.12.

Таблица 3.12

*Характеристика культур сосны И.Ф. Рипачева в Емцовском лесничестве Обозерского лесхоза*

Возраст, лет	Метод создания	Ярус	Состав	Средние		Число деревьев, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га
				D, см	H, м		абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная	
52*	Посев	I	8С	15,6	16,9	1070	20,1	–	163
			2Б	13,5	15,0	370	5,2	–	39
		II	10Е	6,0	5,5	400	1,1	–	7
		Всего				1840	26,4	–	209
	Посадка	I	10С	15,1	17,1	1720	31,1	–	286
			+Б	11,3	16,2	160	1,6	–	14
		II	10Е	7,8	7,2	70	0,3	–	2
	Всего				1950	33,0	–	302	
60*	Посев	I	8С2Б	17,4	18,5	826	–	–	232
		II	10Е	–	–	–	–	–	11
	Посадка	I	9С1Б	17,9	19,0	1480	–	–	343
		II	10Е	–	–	–	–	–	8
72	Посев	I	7С	19,2	22,2	773	23,8	0,62	251
			3Б	13,5	17,8	394	7,5	0,32	61
		II	10Е	8,9	9,7	697	4,9	0,25	27
		Всего				1864	36,2	1,19	339
	Посадка	I	9С	19,3	22,1	1130	35,5	0,92	370
			1Б	10,8	18,8	220	2,7	0,11	23
		II	10Е	8,5	8,1	310	1,9	0,11	9
		Всего				1660	40,1	1,14	402

\* Данные Н.А. Бабича (1982) и Г.И. Редько, Н.А. Бабича (1994).

Анализируя таксационную характеристику культур (табл. 3.12), можно отметить следующее. С возрастом как в посевах, так и посадках происходит увеличение основных таксационных показателей (высоты, диаметра, полноты и запаса), а число деревьев культурыируемой породы на гектаре и доля её участия в составе насаждения уменьшаются. Соответственно, с возрастом увеличивается доля участия в составе насаждений естественно возобновившихся берёзы и ели, причём интенсивнее в посевах, что, видимо, связано со значительным отпадом сосны. За 20 лет участие в составе I яруса берёзы увеличилось на 10% как в посевах, так и посадках. Состав господствующей части древостоя посевов 7С3Б и посадок 9С1Б.

Данные В.Д. Луганской и Н.А. Луганского (1970) свидетельствуют о благоприятном влиянии берёзы на сосну при совместном произрастании, при условии участия в составе первой до 20-30%. Если сравнить средние диаметр и высоту сосны, то они заметно возрастали, а их соотношение в посевах и посадках варьировало, что связано с дифференциацией деревьев в культурах. Так, в возрасте 52 лет средний диаметр посевов был несколько больше, а высота наоборот меньше посадок, то в 60 лет высота и диаметр в посадках превосходят посевы. В 72-летнем возрасте различия по среднему диаметру и высоте не существенны, а общий запас посевных древостоя на 15,7% меньше по сравнению с посадками, где выше и густота господствующей части древостоя. Число деревьев сосны в посадках 1130 шт./га, а в посевах на 31,6% меньше. За 20 лет общий запас посадок возрос на 33,1%, а посевов только на 18,5%. Отпад за этот период по числу стволов сосны составил в 2 раза больше в посадках по сравнению с посевами. Аналогичные выводы получены В.И. Ерусалимским (1962) в 30-летних культурах сосны южной части тайговой зоны, который отмечал, что посевы в брусличном типе условий произрастания превосходят насаждения, созданные посадкой, по среднему диаметру и высоте, однако уступают им по количеству деревьев и запасу.

М.Н. Прокопьев при изучении 70 и 80-летних культур сосны в подзоне южной тайги отмечает, что общий наличный запас по-

севов и посадок в 70 лет с учётом естественного возобновления одинаковый, а в 80-летних культурах разница составляет 12% в пользу посадок. Это объясняется различием в числе деревьев, слагающих посевные и посаженные насаждения. В посевах сосны, не обеспеченных рубками ухода, уже в 25...38 лет число деревьев в господствующих частях насаждений оказывается меньше, чем в посадках. По мнению автора, большее число деревьев в спелых посадках сосны свойственно природе этого вида искусственных насаждений (Прокопьев, 1981).

Сравнивая ход роста культур сосны в высоту на основании анализа приростов модельных деревьев в посевах и посадках (рис. 3.1), можно отметить, что преимущество на стороне посевов наблюдается с 20-летнего возраста. В 70 лет средние высоты их выравниваются. Надо полагать, что в дальнейшем преимущество останется на стороне посадок из-за более интенсивного прироста по высоте в последние годы.

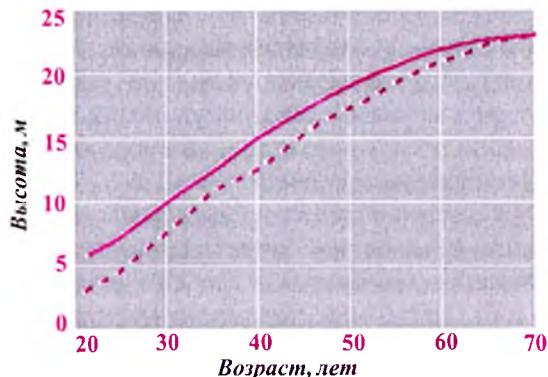


Рис. 3.1. Ход роста в высоту 72-летних посевов (—) и посадок (·····) сосны

Проведённое в 1952 г. А.С. Синниковым изучение культур сосны на юге Архангельской области (Ерцевское лесничество Ерцевского лесхоза) подтвердило для данных условий явное преимущество в росте посадок перед посевами. Однако рост посаженных сосен в высоту в первые годы отличен от посевов. По исследованиям автора в учебно-опытном лесхозе АЛТИ, посадки сосны до 5...6 лет отстают в росте по высоте от посевов такого же возраста (Синников, 1958). На основе исследования опытных (посев-посадка) лесных культур Л.Ф. Ипато-

вым (1994, 1999) установлена общая закономерность: лесные культуры посевом имели более высокие показатели по средней высоте, густоте и запасу лишь до 25...30 лет, затем показатели их выравнивались с посадками, а в дальнейшем явное преимущество по росту и продуктивности остаётся на стороне посадок.

По данным Ф.Т. Пигарева, Т.С. Непогодьевой, Л.Ф. Ещеркиной (1967), при одинаковом биологическом возрасте в однородных лесорастительных условиях рост в высоту посевов и посадок сосны и ели не имеет существенной разницы, а рост по диаметру несколько лучше в посадках, имеющих одинаковую высоту с посевами. Хотя, как отмечено М.Н. Прокопьевым (1981), в насаждениях сосны из посевов формируются более крупные стволы, по сравнению с насаждениями от посадки. По данным автора, в 70-летних посевах количество деревьев сосны толщиной 36 см и более составляет 3,9%, а в посадках только 0,8%, в 80-летних культурах соответственно 15,2 и 11,0%. Подобную особенность выявил В.И. Ерусалимский (1962) в 30-летних культурах сосны, где процент участия крупных стволов (14 см и более) в посевных культурах в 2,5 раза больше, чем в насаждениях, созданных посадкой.

О распределении деревьев сосны по ступеням крупности в 72-летних посевах и посадках можно судить из графика (рис. 3.2).

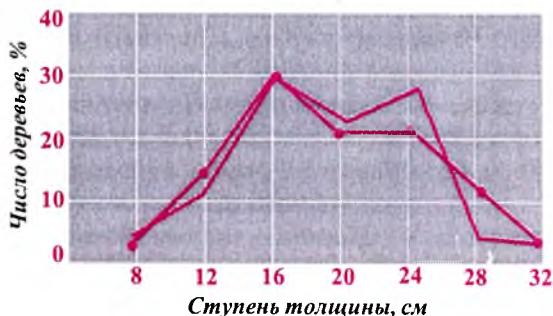


Рис. 3.2. Распределение деревьев сосны по ступеням толщины: (—) посев, (—●—) посадка

Из графика (рис. 3.2) видно, что кривые распределения деревьев по ступеням толщины весьма схожи, хотя незначительное преимущество наблюдается на стороне по-

садков. Количество крупных деревьев сосны диаметром 20 см и более в посевах составляет 55,9%, а в посадках на 2,0% меньше. Возможно, формирование более крупных стволов в посевных культурах связано с определённой конкуренцией внутри посевных мест или с породами естественного происхождения, что наилучшим образом сказывается на отдельных деревьях. Хотя, как отметил Н.М. Набатов (1964), отрицательная роль берёзы в культурах сосны более очевидна, нежели положительная.

Накопление надземной фитомассы посевами и посадками с возрастом является, по мнению Н.М. Набатова, одним из показателей их роста, суммирующих изменение диаметров и высот. При сравнении весовых характеристик абсолютно одновозрастных посевных и посадочных сосен автором установлено, что растения в посадках во всех типах условий местопроизрастания не менее чем в 2 раза быстрее накапливают фитомассу по сравнению с посевными соснами. Накопление общей надземной массы у посадочных сосен идёт быстрее, чем у посевных растений. Это обеспечивает лучший рост молодняков при создании их посадкой (Набатов, 1968).

Сравнивая запасы фитомассы в посевах и посадках (табл. 3.13), можно отметить, что при значительном её отличии по сосне в абсолютных величинах процентное участие каждой фракции не многим превышает более 1%. Общая фитомасса посевов на 13,2% меньше, по сравнению с посадками, где она составляет 340,9 т/га. Запасы фитомассы сосны в посевах на 36,5% меньше, по сравнению с запасами посадок, что напрямую связано с густотой культур. Если в посевах фитомасса естественно возобновившихся берёзы и ели составляет 1/3 часть от общей надземной фитомассы, то в посадках эти породы занимают лишь 7,8%.

Таким образом, в черничном типе лесорастительных условий средней подзоны тайги посевы и посадки к 72-летнему возрасту накапливают достаточно высокие для таёжной зоны запасы стволовой древесины — 339 и 402 м<sup>3</sup>/га соответственно. Запасы надземной фитомассы посевов — 296 т/га, посадок — 341 т/га.

В целом, как посевом, так и посадкой в лесорастительных условиях черничного типа с богатыми почвами, при проведении своевременных и качественных уходов возможно выращивать хозяйственное равноценные древостои сосны. Однако без проведения лесоводствен-

ных уходов посадки являются более надёжным методом искусственного лесовосстановления, к тому же они накапливают на 1/3 большее запасов древесной зелени, что важно при комплексном использовании всей надземной фитомассы древостоя.

Таблица 3.13

*Запасы фитомассы 72-летних культур сосны в посевах и посадках*

Порода	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
	древесина	кора	ветки	древесная зелень		
<b>П о с е в</b>						
<b>Сосна</b>	<u>167,6*</u> 84,0	<u>10,9</u> 5,4	<u>7,1</u> 3,6	<u>11,2</u> 5,6	<u>2,7</u> 1,4	<u>199,5</u> 100
<b>Берёза</b>	<b>51,1</b>	<b>5,8</b>	<b>7,5</b>		<b>0,2</b>	<b>64,6</b>
<b>Ель</b>	<b>17,0</b>	<b>2,7</b>	<b>12,0</b>		<b>0,1</b>	<b>31,8</b>
<b>Всего</b>	<b>235,7</b> 79,6	<b>19,4</b> 6,6	<b>37,8</b> 12,8		<b>3,0</b> 1,0	<b>295,9</b> 100
<b>П о с а д к а</b>						
<b>Сосна</b>	<u>267,3</u> 85,1	<u>19,0</u> 6,0	<u>9,1</u> 2,9	<u>16,0</u> 5,1	<u>2,7</u> 0,9	<u>314,1</u> 100
<b>Берёза</b>	<b>14,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>		<b>0,02</b>	<b>18,22</b>
<b>Ель</b>	<b>4,3</b>	<b>0,8</b>	<b>3,4</b>		<b>0,03</b>	<b>8,53</b>
<b>Всего</b>	<b>285,6</b> 83,8	<b>22,0</b> 6,5	<b>30,5</b> 8,9		<b>2,75</b> 0,8	<b>340,85</b> 100

\* В числителе – масса фракций в свежесрубленном состоянии, т/га; в знаменателе – процентное выражение от общей надземной массы.

## *Глава 4.*

# **СТРУКТУРА И ЗАПАСЫ ФИТОМАССЫ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРО- ИСХОЖДЕНИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ**

Сущность биогеоценотических процессов и специфика воспроизведения органической массы в растительных сообществах проявляется, прежде всего, в структуре фитомассы и её количественном выражении. Именно запасы фитомассы отражают особенности развития насаждений (Бобкова, 1987).

### **4.1. Продуктивность внутриобластных географических культур**

Большая протяжённость территории Архангельской области, периодичность и неравномерность плодоношения послужили предпосылкой создания сети внутриобластных географических культур сосны. Такие опытно-производственные культуры были заложены посевом семян в 1963 г. по методике П.И. Войчали и В.Я. Попова в 12 географических пунктах.

В настоящем разделе рассматриваются результаты исследований 38-летних географических культур сосны, заложенных в Кулойском лесничестве Вельского лесхоза (средняя подзона тайги). Посев семян сосны 9 происхождений производили в площадки размером 0,4x0,4 м, на кото-

рых предварительно снимали моховой покров и рыхлили почву мотыгой на глубину до 5 см. Расстояние между рядами и в ряду – 2 м, то есть первоначальная густота составляет 2500 посевных мест на 1 га. Площадь каждого варианта равна 0,2 га. Для создания культур использовали семена из северной (Карпогорский, Пинежский, Онежский лесхозы) и средней (Березниковский, Верхне-Тоемский, Котлаский, Вельский, Приозёрный и Каргопольский лесхозы) подзон тайги (Войчаль, Бабич, Попов, 1983).

Нами изучен каждый из вариантов культур, то есть заложено 9 постоянных пробных площадей (пр.пл. 17-25). Таксационная характеристика географических культур представлена в таблице 4.1.

Как видно из таблицы 4.1, к 38-летнему возрасту сформировались высокополнотные древостоя, где главное место принадлежит культивируемой породе. Естественно возобновившаяся берёза составляет до 40% по запасу. Класс бонитета – III–IV. Культуры различного происхождения значительно отличаются в пределах каждого из климатиков. Число стволов на 1 га отличается почти вдвое, например, у климатика из Конец-

горского леспромхоза 5280 шт./га, а в климатипе из Каргополя только 2680 шт./га, что сказывается на средних таксационных по-

казателях. Средний диаметр изменяется от 5,5 см (посевы Конецгорскими семенами) до 7,2 (семена из Каргогор).

**Таблица 4.1**

**Характеристика 38-летних географических культур сосны,  
созданных посевом семян из разных леспромхозов**

Леспромхоз Номер пробной площади	Состав	Средние		Класс бонитета	Число стволов, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га
		Д, см	Н, м			абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная	
<b>С е в е р о т а ё ж н ы е к л и м а т и п ы</b>								
<u>Онежский</u> 17	8С	6,0	9,9	IV	3980	16,9	0,73	91
	2Б	9,9	13,0	—	407	3,5	0,18	22
<b>В с е г о</b>					4387	20,4	0,91	113
<u>Пинежский</u> 18	7С	6,8	10,3	III	3140	14,5	0,61	80
	3Б	10,9	14,1	—	387	4,0	0,20	27
<b>В с е г о</b>					3527	18,5	0,81	107
<u>Карногорский</u> 19	9С	7,2	11,4	III	4047	19,6	0,78	118
	1Б	7,3	10,6	—	247	1,9	0,11	10
<b>В с е г о</b>					4294	21,5	0,89	128
<b>С р е д н е т а ё ж н ы е к л и м а т и п ы</b>								
<u>Приозёрный</u> 20	8С	7,11	10,9	III	3494	18,0	0,74	105
	2Б	0,7	14,2	—	425	4,2	0,21	28
<b>В с е г о</b>					3919	22,2	0,95	133
<u>Верхне-Тоемский</u> 21	10С +Б	6,2 9,2	9,71 2,1	IV	3060	15,1	0,66	80
				—	160	0,7	0,04	4
<b>В с е г о</b>					3220	15,8	0,70	84
<u>Конецгорский</u> 22	9С	5,5	8,5	IV	5160	19,2	0,91	92
	1Б	9,7	11,8	—	120	1,0	0,05	5
<b>В с е г о</b>					5280	20,2	0,96	97
<u>Каргопольский</u> 23	6С 4Б	7,1 12,1	11,1 15,0	III	2140	10,6	0,43	62
				—	540	7,1	0,34	50
<b>В с е г о</b>					2680	17,7	0,77	112
<u>Хмельницкий</u> 24	6С 4Б	6,8 10,5	10,6 14,5	III	2550	11,5	0,48	65
				—	556	5,4	0,27	37
<b>В с е г о</b>					3106	16,9	0,75	102
<u>Лимендинский</u> 25	8С 2Б	6,6 9,5	10,3 12,5	III	3538	15,2	0,64	84
				—	331	2,7	0,14	16
<b>В с е г о</b>					3869	17,9	0,78	100

Общие запасы стволовой древесины у северотаёжных климатипов изменяются от 113 до 128 м<sup>3</sup>/га, а для среднетаёжных климатипов от 84 до 133 м<sup>3</sup>/га. В итоге средний запас северотаёжных климатипов оказался на 11 м<sup>3</sup>/га или 11,6% больше по сравнению со средним запасом стволовой древесины среднетаёжных климатипов.

Сохранность, рост и развитие сосны обыкновенной в географических культурах,

в основном, определяются наследственными свойствами экотипов и существенностью различия климатических условий родины заготовки семян и пункта испытания (Неподъёева, Улиссова, Тарханов, Сизов, 1983). Ироведя исследования внутриобластных географических посевов сосны в Емцовском учебно-опытном лесхозе, П.И. Войчаль (1971) установил, что в семилетнем возрасте достоверной оказалась разница в пользу

среднетаёжных климатипов между следующими показателями культур из разных подзон тайги: высота средняя, высота средняя из наибольших по площадкам и средняя длина однолетней хвоинки.

Неоднократно отмечалось о том, что в средней подзоне тайги отстают по росту

северотаёжные климатипы сосны и, особенно, из зоны смешанных лесов (Войчаль, Бабич, Попов, 1983).

В таблице 4.2 на основании взвешиваний модельных деревьев приведено процентное соотношение фракций фитомассы в 38-летних географических культурах сосны.

Таблица 4.2

*Соотношение фракций фитомассы в 38-летних географических культурах по данным модельных деревьев, %*

Климатип	Ствол		Крона		Сухие сучья
	древесина	кора	ветки	древесная зелень	
Северотаёжный	50,9...80,9	5,5...20,0	1,4...14,1	4,7...26,3	0,5...10,6
Среднетаёжный	46,3...80,1	5,5...25,0	1,0...10,6	5,1...33,0	0,6...10,3

Из таблицы 4.2 видно, что весовые соотношения фракций фитомассы модельных деревьев во многом близки, особенно их крайние значения, расхождения которых не превышают 5%, за исключением древесной зелени.

Запасы фракций фитомассы в географических культурах приведены в таблице 4.3.

Сравнивая запасы фитомассы 38-летних культур (табл. 4.3), можно отметить, что даже в пределах одного климатипа разница в фитомассе значительна. Общие запасы фитомас-

Таблица 4.3

*Фитомасса 38-летних географических культур сосны, созданных семенами из разных районов Архангельской области*

Номер пробы	Порода	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
		древесина	кора	ветки	древесная зелень		
<b>С е в е р о т а ё ж н ы е к л и м а т и п ы</b>							
17	С	90,0	10,3	10,1	11,8	1,7	123,9
	Б	18,4	3,0	2,7		0,1	24,2
<b>В с е г о</b>		<b>108,4</b>	<b>13,3</b>	<b>24,6</b>		<b>1,8</b>	<b>148,1</b>
18	С	80,9	9,3	6,1	11,8	1,2	109,3
	Б	20,7	2,8	2,4		0,1	26,0
<b>В с е г о</b>		<b>101,6</b>	<b>12,1</b>	<b>20,3</b>		<b>1,3</b>	<b>135,3</b>
19	С	108,8	11,8	6,1	15,4	1,7	143,8
	Б	6,2	1,2	1,2		—	8,6
<b>В с е г о</b>		<b>115,0</b>	<b>13,0</b>	<b>22,7</b>		<b>1,7</b>	<b>152,4</b>
<b>С р е д н е е по климатипу</b>		<b>108,3*</b>	<b>12,8</b>	<b>22,5</b>		<b>1,6</b>	<b>145,2</b>
		<b>74,6</b>	<b>8,8</b>	<b>15,5</b>		<b>1,1</b>	<b>100</b>
<b>С р е д н е та ё ж н ы е к л и м а т и п ы</b>							
20	С	103,8	10,7	6,7	14,0	1,8	137,0
	Б	21,4	3,0	2,8		0,1	27,3
<b>В с е г о</b>		<b>125,2</b>	<b>13,7</b>	<b>23,5</b>		<b>1,9</b>	<b>164,3</b>
21	С	74,6	8,2	9,0	11,1	1,5	104,4
	Б	3,2	0,5	0,5		—	4,2
<b>В с е г о</b>		<b>77,8</b>	<b>8,7</b>	<b>20,6</b>		<b>1,5</b>	<b>108,6</b>

Номер пробы	Порода	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
		древесина	кора	ветки	древесная зелень		
22	С	98,6	11,0	10,9	15,6	2,8	138,9
	Б	4,9	0,7	0,7		—	6,3
<b>Всего</b>		<b>103,5</b>	<b>11,7</b>		<b>27,2</b>	<b>2,8</b>	<b>145,2</b>
23	С	56,0	6,1	4,9	8,4	0,9	76,3
	Б	42,0	5,1	5,8		—	52,9
<b>Всего</b>		<b>98,0</b>	<b>11,2</b>		<b>19,1</b>	<b>0,9</b>	<b>129,2</b>
24	С	57,9	6,5	4,0	8,4	1,1	77,9
	Б	21,9	3,6	2,5		0,1	28,1
<b>Всего</b>		<b>79,8</b>	<b>10,1</b>		<b>14,9</b>	<b>1,2</b>	<b>106,0</b>
25	С	79,0	9,2	5,4	12,1	2,3	108,0
	Б	12,0	1,6	1,1		—	14,7
<b>Всего</b>		<b>91,0</b>	<b>10,8</b>		<b>18,6</b>	<b>2,3</b>	<b>122,7</b>
<b>Среднее по климатику</b>		<b>95,9</b>	<b>11,0</b>		<b>20,7</b>	<b>1,8</b>	<b>129,4</b>
		<b>74,1</b>	<b>8,5</b>		<b>16,0</b>	<b>1,4</b>	<b>100</b>

\* В числителе – масса фракций в свежесрубленном состоянии, т/га; в знаменателе – процентное выражение от общей надземной массы.

сы по северотаёжному климатику колеблются от 135,3 до 152,4 т/га, в среднем 145,2 т/га. Для среднетаёжного климатипа запасы фитомассы составляют 106,0–164,3 т/га, в среднем 129,4 т/га, что на 10,9% меньше, в сравнении с северотаёжными климатипами. Если масса фракций ствола и кроны у северотаёжных климатипов превышают среднетаёжные климатипы, то фракция сухих сучьев наоборот больше в среднетаёжных климатипах – 1,8 т/га, а в северотаёжных на 11,1% меньше. Надо отметить, что хотя запасы фитомассы в абсолютных величинах между различными климатипами значительно отличаются, относительное распределение фракций фитомассы древесины и коры ствола, кроны в целом для северотаёжных и среднетаёжных климатипов схоже и не превышает 0,5%. По запасам фитомассы явное преимущество за северотаёжными климатипами.

#### 4.1.1. Морфологическая структура ассимиляционного аппарата

Изучение морфологических параметров хвои в географических культурах сосны имеет, несомненно, практическую цель. Несмотря

на значительную изменчивость длины и ширины хвои сосны даже в пределах кроны одного дерева, особенно в различные годы, этот признак очень характерен для одного и того же географического района, но в более или менее одинаковых условиях местообитания (в близких классах бонитета или одинаковых типах леса). В частности, средняя длина хвои является важным диагностическим признаком вида сосны, передаётся по наследству и сохраняется при перенесении его в другой физико-географический район. Насколько большое значение придавалось этим параметрам, можно судить по тому, что было выделено много разновидностей сосны обыкновенной, ведущим диагностическим признаком которых являлась длина и ширина хвои (Правдин, 1964).

Нами размеры хвои определялись одновременно с изучением её весовой структуры. Чтобы судить о степени изменчивости того или иного признака, прежде всего определяют размах вариирования его в узких пределах одного дерева, в данном случае по отношению к хвою – в пределах кроны одного дерева. Для северотаёжных климатипов амплитуда между максимальной и минимальной длиной хвои достигает 31–49 мм, а у сред-

недетаёжных – 33–44 мм. Если сравнить длину хвои в целом по климатипам, то их интервал совпадает и равен 49 мм с вариированием у северотаёжных климатипов – 17–66 мм, а среднетаёжных 15–64 мм. Как видно, диапазоны изменчивости близки.

О вариабельности длины, ширины и толщины хвои в 38-летних географических культурах сосны можно судить из таблицы 4.4. Значительна изменчивость по каждому из морфологических признаков как в пределах климатипа, так и в зависимости от возраста хвои. На одном и том же побеге длина хвон в разные годы различна, при этом разница иногда довольно значительная – 49 мм. Но в пределах кроны одного дерева на всех побегах длина хвои изменяется в одном направлении – то в сторону увеличения, то в сторону уменьшения. Поэтому характер изменения за период 1997–2000 гг. наиболее правильно передаёт средняя величина, вычисленная для всего климатипа отдельно по годам и в среднем. За период 1997–2000 гг. минимальной длины хвоя была в 1998 г., далее она возрастала и достигла максимума в 2000 г. Причина в

данном случае кроется, прежде всего, в погодных условиях этого и предшествующего года. Сравнивая среднюю длину хвои по подзонам тайги (табл. 4.4), отметим, что северотаёжные климатипы превосходят среднетаёжные отдельно за каждый год и в среднем, хотя эти различия достоверны лишь за 1998 г. (при  $P=0,95$ ;  $t>t_{st}$ ).

При исследовании однолетней хвои на опытном объекте внутриобластных географических культур сосны в учебно-опытном лесхозе АГТУ П.И. Войчаль (1971) установил, что длина хвои за 1969 г. составила для среднетаёжных климатипов  $29,4\pm 0,02$  мм, а для северотаёжных –  $28,4\pm 0,03$  мм.

Длина хвои очень изменчива и сильно реагирует на изменение внешних условий, она очень существенна и при характеристике географической изменчивости. Если при сравнении средней длины хвои разных географических широт нет строгой и плавной изменчивости (благодаря влиянию окружающих условий), то расхождения крайних максимальных значений длины весьма существенны: хвоя на севере никогда не достигает размеров южной (Правдин, 1964).

Таблица 4.4

*Морфологические размеры хвои климатипов сосны из разных леспромхозов Архангельской области в 38-летних культурах, мм*

Леспромхоз	Возраст хвои, лет / Год её образования				Среднее значение
	1 2000	2 1999	3 1998	4 1997	
<b>С е в е р о т а ё ж н ы е    к л и м а т и п ы :    д л и н а</b>					
Онежский	<b><math>44,8\pm 1,4</math></b>	<b><math>38,4\pm 1,6</math></b>	<b><math>36,2\pm 1,1</math></b>	<b><math>40,4\pm 1,1</math></b>	<b><math>40,0\pm 0,7</math></b>
Пинежский	<b><math>39,4\pm 1,0</math></b>	<b><math>39,1\pm 1,3</math></b>	<b><math>33,4\pm 1,0</math></b>	<b><math>38,0\pm 0,8</math></b>	<b><math>37,5\pm 0,6</math></b>
Карпогорский	<b><math>40,8\pm 0,5</math></b>	<b><math>41,8\pm 1,0</math></b>	<b><math>38,0\pm 0,7</math></b>	<b><math>40,2\pm 1,3</math></b>	<b><math>40,2\pm 0,5</math></b>
Среднее	<b><math>41,7\pm 0,6</math></b>	<b><math>39,8\pm 0,8</math></b>	<b><math>35,8\pm 0,6</math></b>	<b><math>39,5\pm 0,6</math></b>	<b><math>39,2\pm 0,3</math></b>
<b>ширина</b>					
Онежский	<b><math>1,12\pm 0,02</math></b>	<b><math>1,17\pm 0,02</math></b>	<b><math>1,17\pm 0,02</math></b>	<b><math>1,20\pm 0,02</math></b>	<b><math>1,17\pm 0,01</math></b>
Пинежский	<b><math>1,16\pm 0,02</math></b>	<b><math>1,17\pm 0,02</math></b>	<b><math>1,15\pm 0,02</math></b>	<b><math>1,19\pm 0,01</math></b>	<b><math>1,17\pm 0,01</math></b>
Карпогорский	<b><math>1,21\pm 0,01</math></b>	<b><math>1,27\pm 0,02</math></b>	<b><math>1,37\pm 0,01</math></b>	<b><math>1,33\pm 0,03</math></b>	<b><math>1,29\pm 0,01</math></b>
Среднее	<b><math>1,16\pm 0,01</math></b>	<b><math>1,20\pm 0,01</math></b>	<b><math>1,23\pm 0,01</math></b>	<b><math>1,24\pm 0,01</math></b>	<b><math>1,21\pm 0,01</math></b>
<b>толщина</b>					
Онежский	<b><math>0,57\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,58\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,54\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,55\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,56\pm 0,01</math></b>
Пинежский	<b><math>0,64\pm 0,09</math></b>	<b><math>0,56\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,55\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,56\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,58\pm 0,02</math></b>
Карпогорский	<b><math>0,57\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,58\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,64\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,62\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,60\pm 0,01</math></b>
Среднее	<b><math>0,59\pm 0,03</math></b>	<b><math>0,57\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,58\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,58\pm 0,01</math></b>	<b><math>0,58\pm 0,01</math></b>

Леспромхоз	Возраст хвои, лет / Год её образования				Среднее значение
	1 2000	2 1999	3 1998	4 1997	
Средние стажиные климатипы: длина					
Приозёрный	43,3±1,3	41,6±0,9	30,9±0,8	40,3±1,1	39,0±0,6
В-Тоемский	44,3±1,4	41,2±0,7	34,3±0,6	41,1±0,6	40,2±0,5
Конецгорский	38,9±1,1	39,1±1,1	33,2±0,7	33,9±0,8	36,3±0,5
Каргопольский	42,4±1,1	35,3±1,1	35,5±1,0	37,3±0,7	37,6±0,5
Хмельницкий	41,8±1,2	43,9±1,2	35,9±0,9	41,4±1,1	40,7±0,6
Лименский	38,7±1,0	36,7±0,7	34,4±1,1	40,1±0,7	37,5±0,5
Среднее	41,5±0,5	39,6±0,4	34,0±0,4	39,0±0,4	38,6±0,2
ширина					
Приозёрный	1,17±0,03	1,14±0,02	1,12±0,02	1,17±0,02	1,15±0,01
В-Тоемский	1,16±0,02	1,16±0,02	1,14±0,02	1,20±0,01	1,16±0,01
Конецгорский	1,12±0,02	1,18±0,02	1,11±0,02	1,16±0,02	1,14±0,01
Каргопольский	1,15±0,02	1,14±0,02	1,14±0,02	1,11±0,02	1,14±0,01
Хмельницкий	1,12±0,02	1,14±0,02	1,18±0,02	1,21±0,01	1,16±0,01
Лименский	1,13±0,02	1,17±0,02	1,21±0,03	1,25±0,02	1,19±0,01
Среднее	1,14±0,01	1,16±0,01	1,15±0,01	1,18±0,01	1,16±0,01
толщина					
Приозёрный	0,63±0,02	0,58±0,01	0,54±0,01	0,56±0,01	0,58±0,01
В-Тоемский	0,56±0,01	0,55±0,01	0,54±0,01	0,56±0,01	0,56±0,01
Конецгорский	0,55±0,01	0,56±0,01	0,53±0,01	0,54±0,01	0,55±0,01
Каргопольский	0,57±0,01	0,55±0,01	0,55±0,01	0,53±0,01	0,55±0,01
Хмельницкий	0,54±0,01	0,53±0,01	0,56±0,01	0,56±0,01	0,55±0,01
Лименский	0,54±0,01	0,56±0,01	0,56±0,01	0,57±0,01	0,56±0,01
Среднее	0,56±0,01	0,56±0,01	0,55±0,01	0,56±0,01	0,56±0,01

Исследуя размеры однолетней хвои в опытных географических культурах сосны 1959 г., заложенных под руководством П.И. Войчалия в учебно-опытном лесхозе АГТУ, В.Я. Попов установил, что длина хвои сосен южного происхождения в условиях Архангельской области несколько больше, чем у местных. Однако такая закономерность характерна не для всех вариантов. Например, у культур сосны Костромского происхождения длина хвои равна  $38,1\pm0,83$  мм, Тамбовского –  $38,3\pm1,14$  мм, Харьковского –  $39,0\pm1,24$  мм, тогда как длина хвои местного климатипа составляет  $42,7\pm0,89$  мм. Таким образом, наследственная способность сосны южного происхождения производить более длинную хвою в новых для неё климатических

условиях в ряде случаев оказалась нарушенной. У климатипов иностранных происхождения в условиях Архангельской области длина хвои меньше, чем у сосен, произрастающих в оптимальных условиях на родине заготовки семян (Попов, 1965).

Сравнивая длину хвои сосны обыкновенной на крайних (северной и южной) точках ареала, Л.Ф. Правдин (1964) установил, что в направлении с юга на север с увеличением на  $1^{\circ}$  по широте средняя длина хвои уменьшается на 1,4 мм. Согласно этому правилу, учитывая, что места заготовки семян в северной подзоне удалены от места производства культур по широте на  $3-4^{\circ}$ , следовало ожидать уменьшения длины хвои северотаёжных климатипов. Однако их длина не только не уменьши-

лась, а в ряде вариантов и превосходит таковую среднетаёжных климатипов. Мы решили проверить, работает ли правило, установленное Л.Ф. Правдиным, в искусственных древостоях сосны Архангельской области. Для этого сравним среднюю длину хвои 38-летних культур сосны станции Кулой и посёлка Брин-Наволок, где находятся 58-летние посевы в различных типах леса. Разница по широте между этими пунктами составляет приблизительно 3°. Из таблицы 4.4 для среднетаёжных климатипов средняя минимальная и максимальная длина хвои составляет 36,3 и 40,7 мм соответственно. Если с увеличением на 1° по широте средняя длина хвои уменьшается на 1,4 мм (согласно Л.Ф. Правдину, 1964), то в районе п. Брин-Наволок она должна уменьшиться по сравнению со ст. Кулой на 4,2 мм. То есть, примерно на широте посевов сосны в Пингишеньском лесничестве Емецкого лесхоза средняя расчётная длина хвои сосны должна составлять приблизительно 32,1–36,5 мм. Сравним полученные расчётные значения с данными таблицы 3.7 (Глава 3). Средняя длина хвои для черничного, брусничного и лишайникового типов леса составляет 31,3; 33,4; 32,7 мм соответственно. Кроме всего, за 1995 г. длина хвои в черничном типе леса составила 36,4 мм. Как видно из приведённых данных, закономерность по Л.Ф. Правдину (1964) справедлива и для рукотворных лесов Архангельской области.

Размеры хвои характеризуются также шириной и толщиной (табл. 4.4). Ширина хвои, так же как и её толщина, у северотаёжных климатипов превышает одноимённые показатели среднетаёжных климатипов в среднем и за каждый год в отдельности. По ширине эти различия достоверны (при  $P=0,95$ ;  $t>t_{st}$ ) за исключением однолетней хвои, а по толщине различия не доказаны за исключением хвои, образовавшейся в 1998 г.

Наивысшая продуктивность растительных сообществ может быть достигнута тогда, когда в них сформирован оптимальный по размерам фотосинтетический аппарат (Молчанов, 1974). В свою очередь, работа ассимиляционного аппарата связана со строением кроны дерева, а последняя находится в прямой зависимости как от массы, так

и возрастной структуры фотосинтетического аппарата. Поэтому исследование закономерностей, связанных с продолжительностью жизни хвои и распределением её массы по кроне, представляет как научный, так и практический интерес.

Продолжительность жизни хвои в изученных географических культурах сосны составляет четыре–пять лет. Этот признак не остаётся постоянным, а в пределах ареала меняется. По сравнению с северной тайгой в средней тайге хвоя живёт на один–два года меньше, что соответствует и литературным данным, где отмечается уменьшение долговечности хвои с продвижением от севера к югу. К.С. Бобкова и её соавторы указывают, что в сосновых древостоях Республики Коми хвоя держится восемь–девять лет в средней подзоне тайги, а в северной даже десять лет (Бобкова, Тужилкина, Сенькина и др., 1993). Для средней полосы России продолжительность жизни хвои сосны три–четыре года, редко пять лет. В искусственных сосновых насаждениях левобережной лесостепи Украины хвоя живёт всего лишь два–три года (Андрющенко, 1977).

Из таблицы 4.5 видно, что относительное распределение массы хвои разного возраста по кронам сосен в географических культурах весьма схоже.

Пятилетняя хвоя обнаружена в незначительном количестве только в одном северотаёжном климатипе из Карпогорского леспромхоза (п.п.19) и в двух климатипах (Каргопольском и Хмельницком) из средней тайги (п.п.23 и 24). Поэтому её масса в таблице отдельно не приведена, а учитывалась с хвойой 4 года в тех климатипах, где была обнаружена. Рассматривая распределение массы хвои по частям кроны, можно отметить, что независимо от происхождения семян наибольшая масса хвои старшего возраста (3–4 года) сосредоточена в средней части кроны. В верхней части кроны сосредоточена наибольшая масса молодой хвои (1–2 летней). Если в каждом из климатипов распределение массы хвои разного возраста по частям кроны несколько отличается, то среднее значение по каждому климатипу почти одинаково (табл. 4.5). В среднем для

Таблица 4.5

*Распределение массы хвои\* разного возраста  
по кронам сосен в 38-летних культурах средней тайги, %*

Происхождение семян (леспромхоз)	Часть кроны	Возраст хвои, лет			
		1	2	3	4
<b>С е в е р о т а ё ж н ы е к л и м а т и п ы</b>					
Онежский	Верхняя	59,2	29,1	9,9	1,8
	Средняя	46,7	31,2	15,8	6,3
	Нижняя	50,3	30,2	15,3	4,2
	В сре дн е м	51,2	30,3	14,1	4,4
Пинежский	Верхняя	53,9	30,4	14,4	1,3
	Средняя	46,2	24,1	23,9	5,8
	Нижняя	48,6	32,2	18,5	0,7
	В сре дн е м	48,7	28,6	19,8	2,9
Карпогорский	Верхняя	53,7	30,4	13,1	2,8
	Средняя	38,2	28,2	18,4	15,2
	Нижняя	36,2	30,9	18,9	14,0
	В сре дн е м	41,3	29,6	17,3	11,8
В среднем по климатипу	Верхняя	55,7	29,9	12,2	2,2
	Средняя	42,4	28,3	18,8	10,5
	Нижняя	43,8	31,0	17,6	7,6
	В сре дн е м	47,3	29,7	16,2	6,8
<b>Сре дн и е та ё ж н ы е к л и м а т и п ы</b>					
Приозёрный	Верхняя	54,0	30,4	13,9	1,7
	Средняя	46,3	29,4	18,7	5,6
	Нижняя	48,1	32,5	15,7	3,4
	В сре дн е м	48,9	30,9	16,3	3,9
Верхне-Тоемский	Верхняя	53,9	27,1	15,6	3,4
	Средняя	46,8	26,1	19,0	8,1
	Нижняя	49,7	29,2	16,5	4,6
	В сре дн е м	49,9	27,6	17,1	5,4
Конецгорский	Верхняя	57,2	27,2	12,5	3,1
	Средняя	48,4	29,9	14,0	7,7
	Нижняя	51,4	32,4	12,6	3,6
	В сре дн е м	51,3	30,2	13,2	5,3
Каргопольский	Верхняя	52,3	28,1	15,1	4,5
	Средняя	40,9	27,1	19,7	12,0
	Нижняя	46,8	32,8	16,4	4,0
	В сре дн е м	45,4	29,1	17,6	7,8
Хмельницкий	Верхняя	52,1	30,7	12,0	5,2
	Средняя	43,1	28,4	18,3	10,2
	Нижняя	39,5	28,6	17,5	14,4
	В сре дн е м	43,0	28,9	16,8	11,3

Происхождение семян (леспромхоз)	Часть кроны	Возраст хвои, лет			
		1	2	3	4
Лимендинский	Верхняя	56,8	30,7	11,8	0,7
	Средняя	50,8	29,5	16,7	3,0
	Нижняя	45,5	31,1	16,8	6,6
	В среднем	49,7	30,4	15,8	4,1
В среднем по климатизму	Верхняя	54,2	29,0	13,7	3,1
	Средняя	45,6	28,4	17,8	8,1
	Нижняя	46,5	31,1	16,0	6,4
	В среднем	47,9	29,6	16,2	6,3

\* Хвоя взята в свежем состоянии

северотаёжных климатипов масса 1-4 летней хвои имеет соотношение 47,3; 29,7; 16,2 и 6,8%, а для среднетаёжных климатипов 47,9; 29,6; 16,2 и 6,3% соответственно. Как видно, распределение массы хвои по возрасту между климатипами не превышает 0,6%.

Таким образом, проведённые исследования показывают, что продолжительность жизни хвои и её возрастная структура у культур, выращенных из семян, северной подзоны тайги в условиях среднетаёжной подзоны, в общем, достоверно не различаются с культурами местных климатипов.

На основании полученных данных можно заключить, что северотаёжные климатипы в новых относительном благоприятных климатических условиях формируют более крупную по размерам хвою, в сравнении с местными климатипами. Это очень важно, поскольку хвоя, как ассимиляционный орган, участвующий в фотосинтезе, влияет на образование надземной органической массы.

## 4.2. Рост и продуктивность культур, созданных инорайонными семенами

Наряду с изучением опытных географических культур сосны немаловажное значение имеет изучение опыта производственных культур старших возрастов, созданных семенами инорайонного происхождения. Наши исследования проведены на территории Няндомского лесничества Няндомского лесхоза (средняя подзона тайги) в культурах, созданных посевом семян иркутского происхожде-

ния в 1951 г. на площади 4 га и для сравнения – культуры 1950 г. из местных семян на площади 2 га. Эти культуры расположены рядом на вырубке 1947 г. После рубки прошёл пожар. Рельеф ровный, положение возвышенное. По данным В.Я. Попова и П.И. Войчали (1965), посев производили в площадки размером 0,7x0,7 м в пять лунок. Число площадок достигало 1200 шт./га. Иркутские семена были II класса сортности, местные – III класса. Уходов за культурами не проводилось. На обследованных пробных площадях (п.н. 28 и 29) было заложено по одному почвенному разрезу. Описание их свидетельствует о том, что относятся они к одной почвенной разности. Таксационная характеристика производственных культур сосны по данным пробных площадей приведена в таблице 4.6.

Анализируя таблицу 4.6, можно отметить, что к 50-летнему возрасту сформировались чистые по составу (с незначительной примесью берёзы) сосновые древостоя II класса бонитета. При одинаковой средней высоте преимущество по среднему диаметру остаётся за культурами из местных семян. Густота культур по сосне наибольшая в посевах из иркутских семян и составляет 1398 шт./га, а в культурах из местных семян число стволов сосны на 31,5% меньше, что говорит о значительном отпаде у местных климатипов. Полнота климатипа из Иркутска также превышает таковую культур из местных семян. Общий запас стволовой древесины в итоге оказался на 54 м<sup>3</sup> больше в культурах из иркутских семян в сравнении с местными, при том, что возраст на один год в пользу посевов местных климатипов.

Таблица 4.6

**Характеристика культур сосны, созданных  
семенами различного происхождения в Няндомском лесхозе**

Номер пробы	Возраст, лет	Состав	Средние		Класс бонитета	Число деревьев, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	
			Д, см	Н, м			абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная		
<b>Местные семена</b>										
28	51	9С	15,4	17,0	II	958	19,1	0,58	160	
		1Б	13,7	15,9	—	125	2,3	0,10	16	
<b>Всего</b>						1083	21,4	0,68	176	
<b>Иркутские семена</b>										
29	50	9С	14,3	17,0	II	1398	24,9	0,76	208	
		1Б	12,5	16,1	—	229	3,1	0,14	22	
<b>Всего</b>						1627	28,0	0,90	230	

Результаты исследований 25-летних сосновок иркутского и местного происхождений в Ерцевском лесхозе Архангельской области В.Я. Поповым и П.И. Войчалем свидетельствуют о том, что число деревьев сосны на 1 га фактически одинаковое для сосновок архангельского и иркутского происхождений. Между диаметрами с севера на юг и с запада на восток разницы нет. В период до 15 лет сосна иркутского происхождения имела несколько меньшие темпы роста по высоте, диаметру и запасу, однако за последние годы рост её усилился. Процентное отношение протяжённости живой кроны к общей высоте (процент живой кроны) в сосновках архангельского и иркутского происхождений почти одинаковый, близки также количества прямостоящих деревьев. Более сучковатыми оказались сосновы из иркутских семян. Исследование проекций крон показало, что в сосновках архангельского происхождения узкокронная форма сосновы встречается чаще, чем в сосновках ир-

кутского происхождения. Данные авторов показывают, что сосновки искусственного происхождения, созданные из иркутских семян, по росту и качеству вполне удовлетворительны (Попов, Войчаль, 1964).

В качестве сравнения приведём таксационную характеристику 55-летнего сосновка черничного естественного происхождения средней подзоны тайги (табл. 4.7), в котором нами была заложена постоянная пробная площадь 30.

При сравнении таксационных характеристик древостоев различного происхождения (табл. 4.6 и 4.7) можно отметить, что древостой естественного происхождения уступает культурам по средней высоте и диаметру, запасу стволовой древесины. Общий запас стволовой древесины в посевах из иркутских семян в два раза больше, а в посевах из местных семян на 57% больше по сравнению с запасом сосновка естественного. Хотя общее число стволов на гектаре больше в сосновке черничном естественного происхождения.

Таблица 4.7

**Характеристика 55-летнего сосновка черничного  
естественного происхождения средней подзоны тайги**

Состав	Средние		Класс бонитета	Число деревьев, шт./га	Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га
	Д, см	Н, м			абсолютная, м <sup>2</sup> /га	относительная	
8С	11,1	12,7	III	1253	14,1	0,52	92
2Б	8,7	10,6	—	535	3,2	0,22	20
<b>Всего</b>				1788	17,3	0,74	112

Таким образом, явное преимущество культур по сравнению с естественным древостоем очевидно, что неоднократно отмечалось Л.Ф. Ипатовым (1994, 1999). Древостои, выращенные из иркутских семян, оказались более удачными, что выражается в

большей их густоте и запасу стволовой древесины, который превышает посевы из местных семян на 54 м<sup>3</sup>/га или 31%.

Соотношение массы фракций модельных деревьев в культурах различного географического происхождения приведено в таблице 4.8.

Таблица 4.8

*Соотношение фракций фитомассы в культурах сосны Няндомского лесхоза по данным модельных деревьев, %*

Климатип	Ствол		Крона		Сухие сучья
	древесина	кора	ветки	древесная зелень	
Местный	76,7...85,8	3,6...10,6	1,4...7,6	5,7...10,8	0,5...1,8
Иркутский	77,4...85,9	4,1...8,4	0,6...6,2	4,7...9,7	0,4...4,3

Из таблицы 4.8 видно, что стволовая древесина занимает до 86% от общей надземной массы дерева. Примерно равную часть составляют кора стволов и древесная зелень, процент которых у посевов из местных семян выше, чем иркутских. Фракция сухих сучьев составляет меньше всего от надземной фитомассы деревьев. Причём у иркутского климатипа процент сухих сучьев более высокий (до 4,3%) по сравнению с местными климатипами.

В таблице 4.9, приведены запасы фитомассы культур сосны в Няндомском лесхозе из иркутских и местных семян и фитомасса 55-летнего сосняка естественного происхождения средней подзоны тайги.

Анализируя таблицу 4.9, можно отметить, что в посевах из иркутских семян общие запасы фитомассы древесного яруса наиболь-

шие и составляют 244,4 т/га, что на 24,3% больше в сравнении с запасами фитомассы посевов из местных семян и почти в два раза больше фитомассы сосняка естественного. Основную массу составляет стволовая древесина (79-80%), причём доля её участия наименьшая в сосняке естественном, а наибольшая в культурах из иркутских семян. Второе место по массе занимает древесная зелень и крона. Масса древесной зелени сосны в посевах из иркутских семян составляет 16,8 т/га, что больше на одну тонну в сравнении с посевами из местных семян. В сосняке естественном масса древесной зелени немногим меньше, чем в культурах иркутских климатипов. Масса сухих сучьев наибольшая в культурах иркутского климатипа, где составляет 4,6 т/га, а у местных климатипов всего лишь 2 т/га.

Таблица 4.9

*Фитомасса сосновых древостоев различного происхождения в средней подзоне тайги*

Номер пробы	Поро-да	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
		древесина	кора	ветки	древесная зелень		
<b>Культуры из местных семян</b>							
28	С	139,6*	9,2	10,2	15,8	1,9	176,7
	Б	79,0	5,2	5,8	8,9	1,1	100
<b>Всего</b>		<b>155,3*</b>	<b>11,0</b>	<b>2,3</b>	<b>28,3</b>	<b>0,1</b>	<b>19,9</b>
		79,0	5,6		14,4	2,0	196,6
<b>Культуры из иркутских семян</b>							
29	С	177,8	12,0	10,2	16,8	4,4	221,2
	Б	80,4	5,4	4,6	7,6	2,0	100
<b>Всего</b>		<b>18,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,5</b>	<b>0,2</b>	<b>23,2</b>	

Номер пробы	Поро-да	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
		древесина	кора	ветки	древесная зелень		
Всего		196,1 80,2	14,2 5,8	29,5 12,1		4,6 1,9	244,4 100
<b>Сосняк естественного происхождения</b>							
30	С	75,1 70,3	6,3 5,9	6,5 6,1	16,5 15,4	2,5 2,3	106,9 100
	Б	14,1	1,9	1,3		0,1	17,4
Всего		89,2 71,8	8,2 6,6	24,3 19,5		2,6 2,1	124,3 100

\* В числителе – масса фракций в свежесрубленном состоянии, т/га; в знаменателе – процентное выражение от общей надземной массы.

Из вышеизложенного следует, что культуры из иркутских семян как по основным таксационным показателям, так и по запасам всех фракций фитомассы превосходят местные климатипы и древостои сосны естественного происхождения. Наши исследования ещё

раз подтвердили выводы многих исследователей, что посевы сосны из иркутских семян на юге Архангельской области в 50-летнем возрасте значительно превосходят местные климатипы как по запасу стволовой древесины, так и основным фракциям фитомассы.

## *Глава 5*

# **РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ КУЛЬТУР СОСНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА**

Техническая политика комплексного освоения недревесных ресурсов таежных лесов определяет проведение исследований закономерностей формирования надземной фитомассы в динамике, изучение ее структуры в статике, что позволяет более рационально использовать потенциальную продуктивность насаждений сосны естественного и искусственного происхождения.

В резолюции научной конференции «Закономерности роста и производительности древостоев» (16–17 апреля 1985 г., г. Каунас) отмечается, что для регулирования многоцелевого лесопользования модели регрессии, отражающие закономерности роста лишь стволовой древесины, представляются недостаточными; их следует дополнить сведениями о динамике фитомассы других фракций древостоев и компонентов лесных экосистем.

Исследования проводились в чистых по составу или с незначительной примесью березы посевах и посадках сосны в боровом экологическом ряду – черничном, брусничном, а также в лишайниковой группе типов условий местопроизрастания. Особенностью изученных культур является их пирогенное происхождение, т. е. культуры созданы на гарях. Они не подвергались промежуточному пользованию и представляли собой нормальные высокопроизводительные

культурфитоценозы. Такие культуры можно считать для условий Европейского Севера эталонными. Подтверждением этому, кроме их высокой продуктивности, является и то, что культивируемая порода, агротехника создания соответствовали условиям местопроизрастания.

Многообразие факторов, влияющих на формирование запасов фитомассы, предопределяет закладку достаточно большого количества пробных площадей и большие трудовые затраты при составлении эскиза таблиц биологической продуктивности и выявлении ресурсов нетрадиционного сырья. Поэтому учеными постоянно ведутся поиски более простых методических подходов к рассмотрению процессов формирования фитомассы и проведению таксации ее ресурсов. Например, предлагается учитывать фитомассу отдельных фракций, приходящуюся на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины, запас которой в процессе инвентаризации лесосечного фонда устанавливается с высокой точностью (Байзаков, 1967; Поздняков и др., 1969; Штибе, 1969 и др.).

В. В. Успенский (1982) предложил определять ресурсы веток в процентах от запаса стволовой древесины. В принципе это аналогичный подход, но в отношении сухих сучьев он не применим.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа свидетельствуют о том, что подзона тайги оказывает достоверное влияние на выход древесной зелени с 1 пл. м<sup>3</sup> стволовой древесины (табл. 5.1), так как  $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$ , т.е.  $10,68 > 5,59$ .

*Дисперсионный анализ влияния подзоны тайги на выход древесной зелени с 1 пл. м<sup>3</sup> стволовой древесины*

Варьирование данных	Сумма квадратов отклонений	Степень свободы	Дисперсия $\sigma_i^2 = \frac{Q_i}{\gamma_i}$	Критерий Фишера		Доля влияния фактора на объект опыта, %
				$F_{\text{факт.}}$	$F_{5\%}$	
Общее	13174,5	15	878,3	—	—	100,0
Факторное	2340,63	1	2340,63	10,68	5,59	17,76
По повторностям	9300, 21	7	1328,6	6,06	3,80	70,59
Остаточное	1533,66	7	219,09	—	—	11,65

Тип леса также достоверно влияет на выход древесной зелени с 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины (табл. 5.2). Так, при заготовке 1 м<sup>3</sup> древесины в черничном типе леса

По данным С.Б. Байзакова (1967), влияние лесорастительного района на массу древесной зелени, приходящейся на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины, очень значительное – 41,5% от влияния всех факторов – и достоверное.

*Таблица 5.1*

47-летних посевов можно заготовить в среднем 87,2 кг древесной зелени, в брусличном – 124,2 кг и в лишайниковом – 191,7 кг.

*Таблица 5.2*

*Дисперсионный анализ влияния типа леса на выход древесной зелени с 1 пл. м<sup>3</sup> стволовой древесины*

Варьирование данных	Сумма квадратов отклонений	Степень свободы	Дисперсия $\sigma_i^2 = \frac{Q_i}{\gamma_i}$	Критерий Фишера		Доля влияния фактора на объект опыта, %
				$F_{\text{факт.}}$	$F_{5\%}$	
Общее	36682,63	14	2620,18	—	—	100,0
Факторное	28049,36	2	14024,68	28,0	4,46	76,46
По повторностям	4628,97	4	1157,24	10,43	6,04	12,62
Остаточное	4004,3	8	500,53	—	—	10,92

При решении однофакторного равномерного комплекса установлено (Бабич, Травникова, 1990), что влияние типа леса на массу древесной зелени среднего дерева древостоя достоверно на всех уровнях значимости, так как  $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$ , т. е.  $28,01 > 4,46$ , и составляет 90,5..;99,7 от общего влияния суммы факторов :

$$\begin{cases} \eta_y^2 = r_y^2 + \Delta_{0,5} = 0,951 + 0,046 = 0,9977, \\ \eta_y^2 = r_y^2 - \Delta_{0,5} = 0,951 - 0,046 = 0,905 \end{cases}$$

( $\eta_y^2$  – показатель силы влияния фактора).

Получен также высокий показатель силы влияния фактора на массу коры

$$\begin{cases} \eta_y^2 = r_y^2 + \Delta_{0,5} = 0,978 + 0,020 = 0,998, \\ \eta_y^2 = r_y^2 - \Delta_{0,5} = 0,978 - 0,020 = 0,958 \end{cases}$$

Влияние типа леса на массу сухих сучьев выражено слабее и составляет не менее 46,4%.

Приведенные данные подтверждают классическое положение теории отечественного лесоводства о том, что лесное хозяйство, в том числе и составление таблиц биологической продуктивности, необходимо вести на зонально-типовом основе.

Метод создания культур не оказывает достоверного влияния на выход древесной зелени с 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины, так как расчетный критерий Фишера меньше табличного:  $F_{\text{факт}} < F_{\text{табл}}$ , т. е.  $3,87 < 5,99$  (табл. 5.3). Поэтому таксацию ресурсов фитомассы можно проводить без учета метода создания культур.

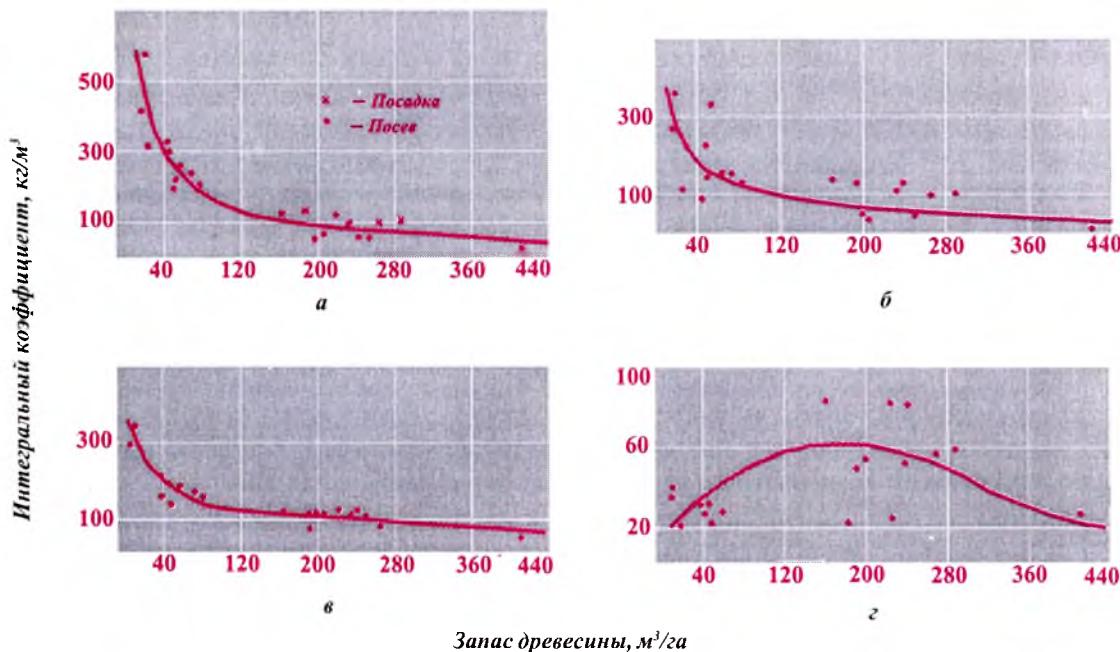
Таблица 5.3

**Дисперсионный анализ влияния метода создания культур на выход древесной зелени с 1 пл. м<sup>3</sup> стволовой древесины в 37-летних культурах сосны**

Варьирование данных	Сумма квадратов отклонений	Степень свободы	Дисперсия $\sigma_i^2 = \frac{Q_i}{\gamma_i}$	Критерий Фишера		Доля влияния фактора на объект опыта, %
				F <sub>факт.</sub>	F <sub>5%</sub>	
Общее	13799,93	13	1061,53	—	—	100,0
Факторное	2025,61	1	2025,61	3,87	5,99	14,68
По повторностям	8640,47	6	1440,07	2,75	4,28	62,61
Остаточное	3133,85	6	522,3	—	—	22,71

Характер изменения интегрального коэффициента массы древесной зелени и других фракций фитомассы, приходящейся на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины, в черничном типе леса средней подзоны тайги показан на рис 5.1. Наибольшая масса древесной зелени,

приходящейся на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины, формируется в древостоях с запасом древесины примерно до 100...120 м<sup>3</sup>/га. С последующим увеличением запаса древесины связано очень медленное накопление других фракций фитомассы.



**Рис. 5.1 Изменение интегрального коэффициента массы древесной зелени (а), веток (б), коры (в), сухих сучьев (г), приходящейся на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины культур сосны в черничном типе леса средней подзоны тайги**

Для накопления 1 м<sup>3</sup> древесины в древостое должна сформироваться хвоя с площадью поверхности 1,8...2,8 тыс. м<sup>2</sup> в сеняке лишайником и вересково-лишайниковом, 0,9...1,5 тыс. м<sup>2</sup> в брусничном (табл. 5.4). В более продуктивных типах условий местопроизрастания требуются как меньшая площадь хвои, так и меньшая масса.

На наш взгляд, интересный характер имеет процесс накопления сухих сучьев:

1) эта фракция начинает формироваться в фитоценозе при достижении определенного запаса;

2) постепенно происходит накопление сухих сучьев, т.е. происходит увеличение

интегрального коэффициента; максимального значения этот показатель достигает при запасе древесины 160...200 м<sup>3</sup>/га;

3) после достижения запаса древесины 160...200 м<sup>3</sup>/га более интенсивно происходит процесс очищения стволов от сухих сучьев и, как результат, уменьшается интегральный коэффициент.

С увеличением класса бонитета масса сухих сучьев, коры, древесной зелени и хвои, приходящихся на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины, уменьшается (табл. 5.5). Можно констатировать, что в богатых экотопах для накопления 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины надо меньше хвои, т. е. она работает более продуктивно

Таблица 5.4

*Площадь и масса хвои, необходимые для образования 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины  
в 46-летних посевах сосны (Феклистов, Бабич, 1990)*

№ пробной площади	Тип леса	Средний объем ствола, м <sup>3</sup>	Площадь хвои, м <sup>2</sup>	Масса хвои, кг
161	Вересково-лишайниковый	0,003	1808	278
164	Лишайниковый	0,003	2815	390
162	Брусничный	0,017	906	139
163	Брусничный	0,026	1548	189

Таблица 5.5

*Масса фракций фитомассы, приходящейся на 1 м<sup>3</sup> стволовой древесины  
в сеннях разных типов, кг (Бабич, Травникова, 1990)*

№ пробной площади	Класс бонитета Тип леса	Фракции фитомассы				кора	
		сухие сучья	* ветки	древесная зелень			
				побеги	хвоя		
212	V Вересково-лишайниковый	67	37	126	181	182	
		45	39	103	147	193	
213	V Лишайниковый	38	70	86	122	164	
		26	35	61	87	118	
215	III Брусничный	20	60	47	73	106	
		20	27	39	54	63	
236	II Черничный						

В.В. Ильинский (1968), изучавший фитомассу сенняков различных бонитетов, утверждает, что по мере снижения бонитета увеличивается процент хвои и сухих сучьев в общей массе древостоя.

Культуры сосны в черничном типе условий местопроизрастания средней подзоны тайги к 40-летнему возрасту накапливают 272...274 т/га надземной фитомассы в свежесрубленном состоянии (табл. 5.6), в брусничном – 184 т/га (табл. 5.7).

Сосняки брусличные искусственного происхождения северной подзоны тайги к 60 годам формируют на 112 т (табл. 5.8) больше фитомассы по сравнению с сосняками лишайниковой группы типов условий местоизрастания (табл. 5.9).

Древесина аккумулирует основную часть надземной фитомассы древесного яруса – 40,2...74,3%. С возрастом доля этой фракции увеличивается.

Например, в 10-летних посадках масса древесины составляет 42%, в 20-летних – 58%, в 30-летних – 71% и в 40-летних – 72%. Подобная закономерность наблюдается и в посевах других типов леса.

В молодняках I-II классов возраста второй по массе фракцией после древесины является древесная зелень. В 40-летнем возрасте ее запас в зависимости от типа леса и подзоны составляет 15...22 т/га.

Процент массы древесной зелени с возрастом уменьшается. В 18-летних культурах на древесную зелень приходится 20,5% всей надземной фитомассы, а в 60-летних всего 4,7%. Обратная картина наблюдается при формировании запаса сухих сучьев. В первые 40 лет, т. е. в молодняках I-II классов возраста, процент массы этой фракции с возрастом увеличивается с 0,5% в 10-летних культурах до 4,7...6,5 % в 40-летних посадках и посевах, произрастающих в лесорастительных условиях черничного типа. В 40-летнем возрасте запас нетрадиционного сырья (сухие сучья, ветки, древесная зелень, кора) составляет от 37 т/га в лишайниковой группе типов леса (табл. 5.9) до 80 т/га в сосняке черничном (табл. 5.6).

Полученные закономерности формирования надземной фитомассы древесного яруса и составленные эскизы таблиц ее запасов являются теоретическим обоснованием учета нетрадиционных ресурсов леса.

Таблица 5.6

*Биологическая продуктивность культур сосны в черничном типе условий местоизрастания средней подзоны тайги Европейского Севера*

Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса в свежесрубленном состоянии, т/га					
				сухие сучья	ветки	древесная зелень	кора	древесина	
<b>П о с а д к и</b>									
10	1,0	1,4	7,0	0,08	2,38	3,99	2,45	6,35	15,25
15	2,9	3,4	20,0	0,40	4,50	7,00	5,60	18,00	38,00
20	5,2	5,8	42,0	1,26	7,09	10,71	7,85	37,34	64,25
25	7,8	8,3	84,3	3,71	10,11	13,06	9,27	73,34	109,49
30	10,3	10,5	142,1	7,81	14,21	14,92	12,79	119,36	169,09
35	12,4	12,9	190,8	11,07	17,17	19,08	17,17	155,50	219,99
40	13,4	15,0	250,0	13,00	20,00	22,50	22,00	196,75	274,25
<b>П о с е в ы</b>									
10	0,9	1,4	5,0	0,06	1,77	3,15	1,80	4,56	11,34
15	2,9	3,0	15,0	0,24	4,12	7,69	4,69	13,57	30,31
20	4,9	5,1	37,0	1,03	7,00	11,10	7,40	33,04	59,57
25	6,8	7,4		2,93	9,5,1	13,17	10,00	64,05	98,59
30	8,5	9,9	126,3	6,69	13,26	14,90	12,80	106,97	153,82
35	10,2	12,4	186,6	11,00	16,23	18,66	16,79	152,64	215,32
40	11,9	14,9	244,3	17,83	19,05	21,98	20,76	193,00	272,63

*Примечание.* Запас фракции фитомассы получен путем умножения запаса стволовой древесины в коре (м<sup>3</sup>/га) на интегральный коэффициент. Запас стволовой древесины выравнен по уравнению параболы 3-го порядка. При этом анализировались 7 уравнений:

$y = a + bx$ ;  $y = a + bx + cx^2$ ;  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ ;  $y = a + b \cdot \ln x$ ;  $y = 1/(a + bx)$ ;  $y = 1/(a + bx + cx^2)$ ;  $y = a \exp^{bx}$ , где  $y$  – запас, м<sup>3</sup>/га;  $x$  – возраст культуры, лет;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  – коэффициенты регрессии.

Таблица 5.7

*Биологическая продуктивность посевов сосны в брусничном типе  
условий местопроизрастания средней подзоны тайги*

Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса в свежесрубленном состоянии, т/га					
				сухие сучья	ветки	древесная зелень	кора	древесина	итого
10	—	1,3	4,5	0,08	0,9	2,23	1,30	4,11	8,71
15	1,6	2,6	12,0	0,23	2,20	5,58	3,19	10,86	22,06
20	3,3	4,3	20,7	0,42	4,00	8,69	4,93	18,63	36,67
25	4,9	6,3	48,0	1,18	6,20	11,85	7,10	42,49	68,82
30	6,4	8,4	84,0	2,31	8,50	13,44	9,40	73,08	106,73
35	8,0	10,8	120,0	3,52	10,80	14,05	11,50	102,00	141,87
40	9,4	13,2	165,0	4,95	13,50	14,85	14,02	136,95	184,27

Таблица 5.8

*Биологическая продуктивность посевов сосны в брусничном типе  
условий местопроизрастания северной подзоны тайги*

Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса в свежесрубленном состоянии, т/га					
				сухие сучья	ветки	древесная зелень	кора	древесина	итого
10	—	1,2	3,0	0,13	0,65	1,96	0,53	2,74	6,01
15	1,5	2,1	8,0	0,35	1,60	4,88	1,39	7,27	15,49
20	2,8	3,6	15,0	0,63	2,70	7,95	2,53	13,56	27,37
25	4,0	4,8	27,0	1,10	4,05	11,61	4,45	24,16	45,37
30	5,2	6,1	43,0	1,88	5,48	15,20	7,54	43,36	73,46
35	6,3	7,6	69,0	2,52	6,34	18,10	10,30	60,44	97,70
40	7,2	9,3	100,0	3,45	7,20	22,00	13,70	86,00	132,35
45	8,4	10,6	138,7	3,68	7,82	22,37	16,10	113,45	167,69
50	9,4	11,9	180,4	3,79	8,25	23,00	17,91	145,59	203,75
55	10,5	13,3	220,7	3,82	8,56	22,89	19,11	181,82	239,28
60	11,5	14,5	254,2	3,90	8,77	22,20	19,87	222,13	273,23

Таблица 5.9

*Биологическая продуктивность посевов сосны в лишайниковой группе типов  
условий местопроизрастания северной подзоны тайги*

Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса в свежесрубленном состоянии, т/га					
				сухие сучья	ветки	древесная зелень	кора	древесина	итого
10	—	0,9	2,5	—	—	1,77	0,62	2,29	4,68
15	0,9	1,7	7,0	0,10	1,36	4,10	1,40	6,37	13,33
20	1,7	2,6	12,0	0,35	2,16	7,20	2,34	10,87	22,92
25	2,4	3,5	24,0	0,91	3,60	12500	4,46	21,48	42,45

Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, м	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса в свежесрубленном состоянии, т/га					
				сухие сучья	ветки	древесная зелень	кора	древесина	итого
30	2,9	4,4	37,0	1,74.	4,36	15,00	6,58	32,93	60,61
35	3,4.	5,1	50,0	2,50	4,90	16,90	8,55	44,15	77,00
40	3,5	5,7	62,0	3,22	5,52	18,30	10,29	54,56	91,89
45	4,8	7,0	81,2	3,30	5,47	18,26	12,03	71,07	111,80
50	5,5	8,0	99,8	3,00	5,31	18,40	13,38	87,02	128,98
55	6,3	9,0	119,9	2,60	4,98	18,45	14,46	104,20	145,58
60	7,0	10,0	141,6	2,20	4,53	18,50	15,30	122,56	161,54

## *Глава 6*

# **ОСНОВЫ СПРАВОЧНО-НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ФИТОМАССЫ КУЛЬТУР СОСНЫ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ**

Истощение таежных лесов насаждениями с запасами древесины промышленного значения выдвигает проблему использования недревесных ресурсов леса на одно из первых мест. К таким ресурсам относятся: сухие сучья, ветки, древесная зелень и другие фракции фитомассы. Отсутствие справочно-нормативной базы инвентаризации надземной фитомассы лесных формаций в некоторой степени сдерживает её промышленную переработку.

Нами составлены нормативные таблицы для сосняков искусственного происхождения I–III классов возраста. В их основу положены таксационные показатели модельных деревьев, взятых на пробных площадях, заложенных на территории 15 лесхозов Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми. Распределение модельных деревьев по диаметру и высоте приведено в табл.6.1. Всего обработано 942 модели\*.

### **Таблица выхода массы свежесрубленной древесной зелени отдельных стволов сосны**

При установлении зависимости массы древесной зелени деревьев от их высоты и

диаметра анализировались уравнения множественной регрессии:

- 1)  $y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_mx_m;$
- 2)  $b_0 + b_1/x_1 + \dots + b_m/x_m;$
- 3)  $y = (b_0 + b_1x_1 + \dots + b_mx_m)^{-1};$
- 4)  $y = b_0 \cdot \exp(b_1x_1 + \dots + b_mx_m);$
- 5)  $y = 1/(1 - \exp(b_0 + b_1x_1 + \dots + b_mx_m));$
- 6)  $y = b_0x_1^{b_1} \dots x_m^{b_m}$

где  $b_0, b_1 \dots b_m$  – коэффициенты регрессии;  $x_1$  – диаметр, см;  $x_2$  – высота, м.

Для каждого уравнения вычисляли критерий Фишера, относительную погрешность аппроксимации и коэффициент множественной корреляции. Статистический анализ позволил сделать вывод о приемлемости степенной модели

$$y = \frac{16,475 \cdot D^{3,086} \cdot H^{-1,587}}{100}$$

где  $y$  – масса древесной зелени, кг;  $D$  – диаметр дерева на высоте 1,3 м, см;  $H$  – высота дерева, м.

На основе этого уравнения и была составлена таблица. 6.2

\* В исследованиях принимала участие Г.И. Травникова

Таблица 6.1

## Распределение модельных деревьев по диаметру и высоте

Диаметр, см	Высота, м																
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
1	13	17	18	12	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	13	13	7	19	19	17	16	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	12	7	15	11	19	24	31	66	1	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	5	8	10	14	21	31	17	5	2	—	—	—	—	—	—
5	—	—	1	5	4	5	7	27	20	11	6	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	1	1	3	10	15	20	15	9	6	6	2	—	—	—
7	—	—	—	—	—	1	4	11	8	8	11	8	7	5	—	—	—
8	—	—	—	—	—	1	3	3	8	10	8	6	7	7	1	3	—
9	—	—	—	—	—	—	2	4	7	10	3	2	3	4	3	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	2	5	9	6	6	7	9	11	1	4
11	—	—	—	—	—	—	—	1	1	5	2	5	1	—	3	1	4
12	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	5	4	1	3	9	9	9
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	4	4	1
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	2	2	4	3	5
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	8	6	2
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	4	2	6

Таблица 6.2

Масса древесной зелени отдельных стволов сосны в культурах, кг  
(Бабич, Травникова, Ярославцев, 1991)

Диаметр, см	Высота, м																
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
1	0,055	0,038	0,029	0,023	0,018	0,015	0,013	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0,47	0,33	0,24	0,19	0,16	0,13	0,11	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	1,14	0,86	0,67	0,54	0,45	0,38	0,28	0,22	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	2,08	1,63	1,32	1,09	0,92	0,69	0,54	0,44	0,36	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	3,24	2,62	2,17	1,84	1,37	1,08	0,87	0,72	0,61	—	—	—	—	—
6	—	—	—	5,69	4,60	3,82	3,23	2,42	1,89	1,53	1,27	1,08	0,92	0,80	—	—	—
7	—	—	—	—	7,14	6,15	5,20	3,89	3,05	2,47	2,05	1,73	1,49	1,30	1,14	—	—
8	—	—	—	—	—	9,28	7,85	5,88	4,60	3,73	3,09	2,61	2,25	1,95	1,72	1,53	—
9	—	—	—	—	—	—	11,30	8,46	6,62	5,36	4,44	3,76	3,23	2,82	2,48	2,20	1,98
10	—	—	—	—	—	—	—	11,71	9,17	7,42	6,15	5,21	4,47	3,90	3,43	3,05	2,74
11	—	—	—	—	—	—	—	15,72	12,31	9,96	8,26	6,99	6,01	5,23	4,61	4,10	3,67
12	—	—	—	—	—	—	—	—	16,10	13,02	10,60	9,14	7,86	6,87	6,03	5,36	4,80
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,68	13,83	11,70	10,06	8,76	8,72	6,86	6,15
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,39	14,71	12,64	11,01	9,70	8,62	7,73	6,98
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18,20	15,64	13,63	12,00	10,67	9,56	8,63
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19,10	16,63	14,65	13,02	11,67	10,53

В.А.Усольцев (1985) подчеркивал, что при расчете лесопользования с ориентацией на комплексное освоение лесов необходимы уп-

рощенные регрессионные уравнения и составленные на их основе таблицы выхода фитомассы по образцу обычных объемных таб-

лиц с двумя входами – диаметром и высотой. Такие таблицы известны в лесном ресурсоведении: таблицы выхода массы стволов сосны (Габеев, 1985), фитомассы стволов ели (Fiedler, 1986) черного саксаула (Кричун, 1965). Для условий Европейского Севера ученые-таксаторы составили целый ряд таблиц объемов стволов основных лесообразующих пород, используя также два входа – диаметр и высоту (Левин, 1960; Соколов, 1965; Калинин, 1965; Ипатов, 1969; Тюрин, 1972; Войнов, 1986; Гусев, 1986; Семенов, 1986; Чупров, 1986).

Предлагаемая таблица позволяет быстро определить массу древесной зелени отдельных стволов сосны обыкновенной в свежесрубленном состоянии, а также прогнози-

ровать запас древесной зелени на конкретных участках культур этой породы, зная перечет по ступеням толщины и имея кривую высот. Для перевода массы древесной зелени в абсолютно сухое состояние необходимо полученные данные умножить на 0,47.

Согласно таблиц масса древесной зелени стволов сосны при равных таксационных диаметрах с увеличением их высоты уменьшается, а с увеличением диаметра при равных высотах увеличивается.

Подобную закономерность для сосняков естественного происхождения Красноярского края отметила ранее М.Г.Семечкина (1978). Таблица, предлагаемая производству, подвергалась проверке (табл. 6.3).

Таблица 6.3

*Результаты сравнительной оценки массы древесной зелени модельных деревьев, взятых в 31-летних посевах сосновка черничного средней подзоны тайги (пр. пл. 138)*

Характеристика моделей			Масса древесной зелени по таблице, кг	Различия	
диаметр, см	высота, м	масса древесной зелени, кг		по массе, кг	в процентах к массе модели
2,3	3,8	0,175	0,160	0,015	-8,6
3,4	4,3	0,400	0,450	0,050	+12,5
5,1	6,1	1,550	1,370	0,180	-11,7
6,2	6,0	2,310	2,420	0,110	+4,7
6,2	6,9	1,600	1,890	0,290	+18,1
6,3	6,5	3,450	2,420	1,030	-29,9
6,3	8,3	2,250	1,530	0,720	-32,0
6,3	8,3	1,920	1,530	0,390	-20,4
7,1	9,1	2,410	2,050	0,360	-15,0
8,3	7,9	3,400	3,730	0,330	+9,7
9,0	7,6	4,300	5,360	1,060	+24,6

Различия между массой древесной зелени модельных деревьев и табличными данными в среднем составляют 4,4%. В отдельных случаях возможны и более значительные расхождения между данными таблицы и массой зелени отдельных стволов, они определяются степенью соответствия морфологической структуры кроны взятых деревьев статистике культурфитоценоза.

ставленные Л.Ф.Ипатовым (1969) и Е.Г. Тюриным (1972).

Данные табл. 6.4 получены путем умножения массы древесной зелени отдельного ствола на число стволов, формирующих 1 пл.м<sup>3</sup> древесины.

Составленная таблица рекомендуется для комплексной оценки недревесных ресурсов леса.

**Таблица выхода массы свежесрубленных веток при проведении рубок ухода**

Масса веток крон отдельных стволов была получена путем взвешивания всей фракции на платформенных весах. Под этой фракцией фитомассы понимают живые ветки

**Таблица выхода массы свежесрубленной древесной зелени при проведении рубок ухода**

Основой для расчета послужила табл. 6.2, а также таблицы объемов маломерных стволов сосны для Европейского Севера, со-

кроны, оставшиеся после заготовки на них древесной зелени.

В основу табл. 6.5 положены результаты взвешивания массы веток в свежесрубленном состоянии более чем 900 стволов с последующей статистической обработкой.

Была выявлена следующая закономерность:

$$y = \exp(-2,277 + 0,828D + 0,021D^2 + 0,0001D^3 - 0,417H + 0,019H^2 - 0,0004H^3 - 0,0012DH),$$

где  $y$  – масса веток, кг;  $D$  – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см;  $H$  – высота дерева, м.

Средняя относительная погрешность аппроксимации составляет 10,2%, коэффици-

ент множественной корреляции – 0,993.

Предлагаемая таблица предназначена для совершенствования учета нетрадиционных ресурсов леса. Рекомендуется применять в лесхозах в текущей деятельности, а именно при расчете выхода массы живых веток при проведении рубок ухода и в проектных организациях при разработке нормативных документов по заготовке веток, а также составлении прогнозных карт нетрадиционных ресурсов леса, в том числе обосновании создания постоянно действующих лесозаготовительных предприятий комплексных хозяйств.

Таблица 6.4

*Выход массы древесной зелени  
в свежесрубленном состоянии с 1 пл. м древесины, кг*

Диаметр, см	Высота, м															
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
1	261,7	179,9	136,7	104,5	78,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	566,3	392,7	279,1	218,3	173,9	66,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	–	603,0	448,0	343,7	259,7	158,8	103,3	72,3	53,4	–	–	–	–	–	–	–
4	–	–	607,3	469,4	356,4	218,9	144,2	100,4	74,3	55,4	–	–	–	–	–	–
5	–	–	705,3	586,4	445,4	277,8	183,5	128,5	93,9	70,5	54,9	–	–	–	–	–
6	–	–	–	688,4	519,8	339,1	222,6	154,9	113,2	86,3	66,9	53,3	42,4	–	–	–
7	–	–	–	–	637,2	400,4	264,5	186,0	135,8	102,5	79,5	62,5	50,7	41,0	–	–
8	–	–	–	–	–	463,1	305,7	211,6	156,6	117,4	91,3	72,0	58,2	48,1	39,7	–
9	–	–	–	–	–	531,1	346,8	244,9	176,8	133,2	105,2	83,9	67,6	54,5	46,2	39,6
10	–	–	–	–	–	–	386,4	275,1	200,3	147,6	114,6	93,8	74,1	61,7	51,8	43,8
11	–	–	–	–	–	–	424,4	295,4	219,1	165,2	125,8	102,1	83,6	69,1	57,4	47,7
12	–	–	–	–	–	–	–	338,1	247,3	183,6	146,2	110,0	88,9	72,3	64,3	52,8
13	–	–	–	–	–	–	–	–	266,8	193,6	152,1	120,7	96,3	85,9	68,6	55,3
14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	208,6	161,8	126,4	110,1	87,3	77,5	61,8
15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	182,0	140,7	119,0	96	85,3	66,9

**Таблица выхода коры от общей надземной фитомассы деревьев сосны**

В основу табл. 6.6 положена зависимость выхода коры от высоты и диаметра дерева на высоте 1,3 м:

$$y = 21,87D^{-0,575}H^{0,187}.$$

Различие между табличными и натуральными данными не превышает  $\pm 10\%$ , за ис-

ключением только 1-сантиметровой ступени толщины.

**Таблица выхода массы сухих сучьев отдельных стволов сосны в культурах**

В основу табл. 6.7 положено распределение модельных деревьев по диаметру и высоте. Зависимость массы сухих сучьев ( $y$ ) в свежесрубленном состоянии от высо-

Таблица 6.5

**Выход массы свежесрубленных веток маломерных деревьев сосны в культурах, кг (в числителе – отдельного дерева, в знаменателе – при заготовке 1 пл. м<sup>3</sup> древесины)**

Д, см	Высота дерева, м																	
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	
2	0,24 289	0,20 238	0,17 197	0,14 160	0,13 141	0,09 84	0,07 58	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
3	–	0,41 216	0,35 182	0,30 153	0,26 125	0,20 83	0,13 48	0,12 39	–	–	–	–	–	–	–	–		
4	–	–	0,70 204	0,60 172	0,51 137	0,39 92	0,30 62	0,24 44	0,20 33	0,16 24	–	–	–	–	–	–		
5	–	–	–	1,13 204	0,97 164	0,74 112	0,58 77	0,46 54	0,37 40	0,31 30	0,26 23	–	–	–	–	–		
6	–	–	–	2,05 248	1,78 201	1,34 140	1,04 95	0,83 68	0,68 50	0,56 38	0,47 29	0,37 21	0,34 18	–	–	–		
7	–	–	–	–	3,12 268	2,36 181	1,83 124	1,46 89	1,19 65	0,98 49	0,83 38	0,70 29	0,61 23	0,53 19	–	–		
8	–	–	–	–	–	3,99 235	3,10 161	2,46 113	2,00 84	1,65 62	1,39 48	1,18 37	1,02 30	0,89 25	0,78 20	–		
9	–	–	–	–	–	6,96 327	5,40 221	4,28 158	3,47 114	2,86 85	2,41 67	2,04 53	1,76 42	1,53 33	1,34 28	1,17 23		
10	–	–	–	–	–	–	7,95 ... 182	6,31 138	5,11 101	4,22 78	3,54 63	3,01 49	2,58 40	2,24 33	1,96 27	1,72 22		
11	–	–	–	–	–	–	–	12,14 327	9,61 230	7,77 171	6,41 128	5,37 96	4,56 77	3,91 62	3,39 50	2,96 41	2,59 33	
12	–	–	–	–	–	–	–	–	15,97 335	12,89 244	10,51 178	8,90 142	7,52 105	6,45 83	5,59 67	4,90 58	4,26 46	
13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	16,36 261	13,45 188	11,24 146	9,52 114	8,16 89	7,05 77	6,14 61	5,36 48	
14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	18,63 223	15,55 171	13,16 131	11,27 112	9,73 87	8,45 76	7,37 59	6,44 51	
15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20,91 209	17,68 159	15,11 120	13,03 104	11,31 90	9,85 69	8,60 60	
16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	27,35 246	23,09 184	19,72 138	16,98 119	14,72 103	12,81 79	11,17 67

ты (Н,м) и диаметра дерева на высоте 1,3 м (Д, см) выражается уравнением

$$y = \frac{0,466 \cdot D^{1,037} \cdot H^{1,377}}{100}$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,961.

С увеличением диаметра и высоты деревьев масса увеличивается, а затем, несмотря на увеличение их биометрических показателей, уменьшается.

Зная природу формирования лесных формаций, данное явление легко объяснить: при

достижении фитоценозом определенного состояния статики формирования морфологической и таксационной структур наступает период интенсивного очищения стволов от усохших сучьев.

Предлагаемая таблица отражает период развития и формирования фитоценозов сосны искусственного происхождения, когда происходит процесс накопления в фитоценозе сухих веток, а начало их активного спада еще не наступило.

Таблицу рекомендуется применять на предприятиях лесопромышленного комплекса

региона при обосновании долгосрочного прогноза неистощительного лесопользования. При составлении прогнозных карт лесных ресурсов, обосновании географии строительства цехов по переработке отходов лесной промышленности, в том числе и сухих сучьев, возникает проблема справочно-нормативного обеспечения изыскания ресурсов и обоснования нормативов по заготовке сухих сучьев.

### Таблица выхода массы древесной зелени в культурах сосны на 1 га

С целью облегчения учета фракций фитомассы живой кроны нами составлена таблица, входами в которую являются средняя

высота Q и сумма площадей сечений древостоя Q (табл.6.8), которые определяются известными в лесной таксации способами.

Исходными данными для составления таблицы послужили материалы пр. пл. 61, обработанные на ЭВМ. При этом анализировались уравнения множественной регрессии, приведенные ранее.

В основу расчета таблицы положено уравнение  $y = E^{(9,093 - 0,04826H + 0,04683Q)}$ ,

которое характеризуется наименьшей средней относительной погрешностью.

В заключение следует отметить следующее. Предлагаемая справочно-нормативная

Таблица 6.6

#### Выход коры от общей надземной фитомассы маломерных стволов сосны в свежесрубленном состоянии, % (Бабич, Ярославцев, 1992)

Д <sub>1,3</sub> см	Высота дерева, м																		
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	
1	24,8 +17,5 +13,5	25,9 +10,7 +7,8	26,8 +7,8 +3,3	26,7 +3,3 -0,7	28,3 -0,7 -3,3	28,9 -3,3	29,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	16,7 +1,8 +1,1	17,4 0,0 -0,6	18,0 -2,6 -5,0	18,5 -5,0 -6,2	19,0 -7,3 -7,3	19,4 -7,3	19,8	20,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	-	13,8	14,2	14,6	15,0	15,4	15,7	16,1	16,7	17,1	-	-	-	-	-	-	-		
4	-	-	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,7	14,1	14,5	14,8	-	-	-	-	-	-		
5	-	-	-	9,8 -8,5	12,4 -8,2	12,7 -7,3	13,0 -5,8	13,3 -5,0	13,7 -3,6	14,1 -1,4	14,5 +0,6	14,8 +2,0	-	-	-	-	-		
6	-	-	-	-	10,9	11,2	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,0	13,3	13,5	-	-	-		
7	-	-	-	-	-	10,3	10,5	10,8	11,2	11,5	11,7	12,0	12,2	12,4	-	-	-		
8	-	-	-	-	-	-	9,8 -3,4	8,9 -3,3	9,2 -2,2	9,5 -1,1	9,7 0,0	9,9 -2,0	10,1 -2,9	10,3 -3,8	10,5 -5,4	10,7 -6,2	10,8 -7,7		
9	-	-	-	-	-	-	-	8,3	8,5	8,8	9,1	9,3	9,5	9,6	9,8	10,0	10,1	10,2	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0 0,0	8,3 +2,4	8,5 +3,6	8,7 +3,5	8,9 +3,4	9,1 +4,5	9,2 +4,5	9,4 +4,4	9,5 +3,2	9,6 +3,2	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,6	7,9	8,1	8,3	8,4	8,6	8,7	8,8	9,0	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5 +7,1	7,7 +4,0	7,9 +3,9	8,0 +1,2	8,2 0,0	8,3 -1,2	8,4 -3,5	8,5 -5,5	8,7 -5,5
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,3	7,5	7,7	7,8	7,9	8,0	8,2	8,3	
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,2 +7,4	7,4 +7,2	7,5 +5,6	7,6 +4,1	7,7 +1,3	7,8 0,0	7,9 1,3	8,0 -2,5
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7 8,0 +6,2	6,8 +2,9	6,9 0,0	7,0 -1,4	7,1 -4,0	7,2 -6,5

Примечание. В знаменателе приведен процент расхождения между табличными и натуральными данными.

Таблица 6.7

Выход массы сухих сучьев отдельных стволов сосны обыкновенной, кг

Диаметр, см	Высота дерева, м															
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,3	11,0	12,0	13,0	
1	0,012	0,016	0,021	0,026	0,031	0,036	0,042	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	0,024	0,033	0,043	0,053	0,064	0,075	0,087	0,112	—	—	—	—	—	—	—	
3	—	0,051	0,066	0,081	0,098	0,115	0,133	0,171	0,212	0,254	—	—	—	—	—	
4	—	—	0,089	0,110	0,132	0,155	0,179	0,231	0,285	0,343	0,404	—	—	—	—	
5	—	—	—	0,138	0,166	0,196	0,226	0,291	0,360	0,430	0,509	0,588	—	—	—	
6	—	—	—	0,167	0,201	0,236	0,273	0,352	0,435	0,523	0,615	0,711	0,811	0,914	—	
7	—	—	—	—	0,236	0,278	0,321	0,413	0,510	0,614	0,722	0,834	0,952	1,073	—	
8	—	—	—	—	—	0,319	0,369	0,474	0,589	0,705	0,829	0,958	1,093	1,232	1,376	
9	—	—	—	—	—	—	0,417	0,536	0,663	0,796	0,937	1,083	1,235	1,392	1,555	
10	—	—	—	—	—	—	—	0,589	0,739	0,888	1,045	1,208	1,378	1,553	1,734	
11	—	—	—	—	—	—	—	—	0,816	0,981	1,154	1,334	1,521	1,715	1,914	
12	—	—	—	—	—	—	—	—	0,893	1,073	1,563	1,460	1,665	1,877	2,095	
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,167	1,372	1,586	1,809	2,039	2,277	
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,482	1,713	1,953	2,202	2,459	
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,840	2,098	2,365	2,641	
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,968	2,244	2,529	2,824

база инвентаризации нетрадиционных ресурсов леса позволяет составить в целом для региона прогнозные карты запасов фитомассы агросистем сосновых лесов, служит источником информации при разработке других нормативно-справочных материалов, позволяет совершенствовать ин-

вентаризацию нетрадиционных ресурсов леса, то есть может служить основой как для текущей производственной деятельности, так и для перспективного планирования, в том числе и для обоснования создания постоянно действующих комплексных хозяйств.

Таблица 6.8

Выход свежесрубленной древесной зелени в культурах сосны, т/га

Средняя высота, м	Сумма площадей сечений на 1 га, м <sup>2</sup>											
	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40
4	9,26	9,71	10,17	10,66	11,17	11,71	14,80	18,70	—	—	—	—
5	8,83	9,24	9,69	10,16	10,65	11,16	14,10	17,82	—	—	—	—
6	8,41	8,81	9,23	9,68	10,15	10,64	13,44	16,98	21,46	27,12	—	—
7	8,02	8,40	8,80	9,23	9,67	10,14	12,81	16,19	20,45	25,85	—	—
8	763	7,99	8,38	8,79	9,21	9,65	12,20	15,41	19,48	24,61	—	—
9	7,28	7,62	7,99	8,37	8,78	9,20	11,63	14,69	18,56	23,46	—	—
10	6,93	7,26	7,61	7,98	8,37	8,77	11,08	14,00	17,69	22,36	28,28	35,74
12	6,29	6,59	6,91	7,24	7,57	7,96	10,06	12,71	16,06	.20,29	25,67	32,43
14	5,72	5,99	6,28	6,58	6,90	7,23	9,14	11,54	14,59	18,43	23,32	29,47
16	2,19	5,43	5,70	5,97	6,26	6,56	8,29	10,48	13,24	16,73	21,16	26,74

## *Глава 7*

# **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЕЛИ И СОСНЫ В ЗОНЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ**

Биологическая продуктивность искусственных насаждений хвойных пород в зоне смешанных лесов изучена пока слабо и сведений по ней очень мало. К числу работ, затрагивающих этот вопрос, следует отнести в основном публикации А.И. Уткина с соавторами (1975, 1979, 1980, 1981, 1987). А ведь именно такие данные, развернутые для основных пород-лесообразователей по возрастным и густотным диапазонам, многое бы дали нам для разработки теоретических основ создания искусственных насаждений с оптимальными параметрами биопродукционного процесса, столь необходимых для практических основ целевого выращивания лесных культур.

Всё большее внимание стала привлекать идея использования всей фитомассы леса, включая не только стволовую часть деревьев, но и крону, корни, а также все прочие растительные компоненты леса (Мелехов, 1989). В свою очередь, существенное увеличение прироста биомассы, улучшение качества её компонентов может быть достигнуто путём более полного и совершенного использования энергии солнечного луча, ослабления корневой конкуренции и повышения плодородия почвы, т.е. известными в лесоводстве мерами ухода за лесом, соответствующей агротехникой, включая различ-

ные формы воздействия на почву, а также подбором древесных и кустарниковых растений (Мелехов, 1973).

Учитывая вышеизложенное, по зоне смешанных лесов нами были проведены работы по изучению первичной продуктивности хвойных культур, заложенных с разными значениями густоты посадки и представляющими на момент исследований искусственные насаждения различного качественного состояния их структуры.

### **7.1. Надземная фитомасса культур ели и сосны**

Надземная фитомасса культур ели и сосны исследовалась на стационарных объектах рядовых искусственных насаждений, не затрагивающихся воздействием рубок ухода.

#### **7.1.1. Культуры ели**

Надземная фитомасса культур ели изучалась на шести опытных участках, из которых три участка – это культуры I класса возраста и три – II класса возраста.

Объект исследований I класса возраста находился в Спасском лесничестве Волоко-

ламского лесокомбината (Московская обл.). Культуры были созданы на заброшенной пашне посадкой 2-летних сеянцев по плужным пластам. Тип лесорастительных условий – С<sub>3</sub>. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая на тяжелом покровном суглинке.

Изучение фитомассы велось по фракциям на трех постоянных пробных площадях (А, Б и В) с густотой посадки соответственно 20,8; 10,4 и 5,2 тыс.шт./га. Предварительно был проведен сплошной перечет деревьев, сделаны замеры диаметров крон вдоль и поперек ряда. На каждой пробной площади было взято по 15 модельных деревьев по методу пропорционально-ступенчатого представительства. У моделей произведен полный анализ древесного ствола и изучена надземная фитомасса (Уткин, 1975).

Для составления уравнений связи массы фракций фитомассы дерева с его таксационными показателями в качестве аргумента использован показатель Д<sup>2</sup>Н, иначе называемый видовым цилиндром, который широко используется при определении продуктивности насаждений. Аргумент Д<sup>2</sup>Н увеличивает значение коэффициентов корреляции при определении массы ствола и кроны (Уткин, 1975). Для выражения связи использовалась парабола 2-го порядка.

Анализ статистически обработанных данных показал, что в 10-летних культурах ели в зависимости от густоты закономерно изменяются все таксационные показатели,

а также масса всех фракций фитомассы. Наиболее высокие показатели по диаметру и высоте (табл. 7.1) имеют культуры на участке В с количеством деревьев ели в 10-летнем возрасте 4,0 тыс.шт./га, а наиболее низкие – культуры с густотой стояния 15,3 тыс. шт./га на участке А. Объем ствола среднего дерева имеет также тесную обратную связь с густотой: в редких культурах он выше, чем в очень густых, на 33%.

Общий запас стволовой древесины зависит главным образом от количества деревьев на 1 га лесокультурной площади. С уменьшением густоты стояния культур на 47 и 74% общий запас древесины уменьшается соответственно на 41 и 65% (табл. 7.1). Очевидна прямая зависимость запаса древесины от количества деревьев. Некоторое отклонение кривой распределения запаса в сторону увеличения объясняется смещением в более редких культурах средних таксационных показателей в сторону их абсолютного увеличения.

Общая масса всех фракций фитомассы в культурах средней густоты составила 60%, а в редких – 35% от общей фитомассы густых культур, в культурах редкой густоты – 25% от фитомассы культур средней густоты. В пересчете же на средневзвешенное дерево очевидна обратная зависимость массы от густоты культур, причем во всех фракциях фитомассы. Однако различия по фитомассе средних деревьев менее существенны, нежели по фитомассе на 1 га.

Таблица 7.1

*Общая характеристика 10-летних культур ели.*

Показатели	Пробная площадь		
	А	Б	В
Размещение, м	0,8x0,6	1,6x0,6	3,2x0,6
Индекс равномерности	1,3	2,7	5,3
Густота, тыс. шт./га:			
посадки	20,8 100	10,4 50	5,2 25
стояния	15,3 100	8,1 53	4,0 26
Средний диаметр, см	1,9	2,0	2,3
Средняя высота, м	2,6	2,8	2,9
Средний диаметр кроны, м:			

Показатели	Пробная площадь		
	A	B	V
вдоль ряда	1,1	1,3	1,4
поперек ряда	1,1	1,4	1,5
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	17,9 100	10,6 59	6,2 35
Объем среднего дерева, м <sup>3</sup> %	0,00117 100	0,00130 111	0,00156 133

В культурах средней (Б) и редкой (В) густоты фитомасса среднего дерева на 13 и 36% больше фитомассы среднего дерева очень густых (А) культур, тогда как общая

фитомасса густых культур на 40 и 65% больше фитомассы культур средней и редкой густоты (табл. 7.2).

Таблица 7.2

*Распределение надземной фитомассы по фракциям в 10-летних культурах ели разной густоты*  
(Мерзленко, Шестакова, 1992)

Фракции фитомассы	Пробные площади и число деревьев								
	A- 15290 шт./га			Б-8133 шт./га			В-3970 шт./га		
	Масса фракций фитомассы в свежем состоянии, кг								
одного дерева	на 1 га	%	одного дерева	на 1 га	%	одного дерева	на 1 га	%	
<b>Крона</b>	<b>2,26</b>	<b>34503</b>	<b>64,39</b>	<b>2,54</b>	<b>20651</b>	<b>63,98</b>	<b>2,90</b>	<b>11524</b>	<b>60,54</b>
В том числе:									
хвоя	1,35	20597	38,46	1,49	12151	37,53	1,67	6622	34,86
ветви	0,91	13906	25,93		8500	26,45	122	4902	25,68
<b>Ствол</b>	<b>1,25</b>	<b>19095</b>	<b>35,61</b>	<b>1,43</b>	<b>11615</b>	<b>36,02</b>	<b>1,89</b>	<b>7500</b>	<b>39,46</b>
В том числе:									
древесина	0,99	15068	28,20	1,14	9246	28,72	1,51	5990	31,53
кора	0,26	4027	7,41	0,29	2369	7,30	0,38	1510	7,93
<b>Всего</b>	<b>3,51</b>	<b>53598</b>	<b>100,00</b>	<b>3,97</b>	<b>32266</b>	<b>100,00</b>	<b>4,79</b>	<b>19024</b>	<b>100,00</b>
%	100	100	-	113	60	-	136	35	-

Таким образом, на данном этапе роста культур ели общее накопление фитомассы ствола и кроны зависит в большей степени от количества деревьев на единице площади, чем от качественных параметров стволов.

Анализ процентного соотношения фракций ствола и кроны показал, что с увеличением массы кроны среднего дерева увеличивается масса хвои, а процент ее содержания в кроне уменьшается, тогда как процент ветвей остается практически неизменным. С увеличением массы стволовой древесины среднего дерева увеличивается и ее процентное содержание

(табл. 7.2). На основании этого можно сделать вывод, что с улучшением условий освещенности работа ассимиляционного аппарата направлена в первую очередь на накопление массы стволовой древесины. Таким образом, крупные деревья могут создать биологический потенциал для выращивания высокопродуктивных насаждений ели с ускоренным накоплением массы стволовой древесины.

В густых культурах имеется большое количество деревьев, из числа которых в процессе разреживания можно отобрать на до-ращивание минимально установленное ОСТ

56–90–86\* количество деревьев (2,2 тыс. шт./га) в ступенях толщины не ниже 3 см со средним диаметром 3,9 см. Чтобы набрать это же количество деревьев на участке с редкой густотой придется оставить деревья с диаметром 2 см и сформировать насаждение со средним диаметром 2,9 см (Мерзленко, Шестакова, 1992). Поэтому густые культуры являются более приемлемыми с точки зрения отбора наиболее перспективных деревьев при рубках ухода. Кроме того, реализация выбираемых деревьев в качестве новогодних елей или утилизация зеленой массы на лапку или хвойно-витаминную муку будет способствовать рациональному использованию лесокультурной площади и даст возможность получить дополнительный экономический эффект.

Надземная фитомасса культур ели II класса возраста исследовалась в Дмитровском районе Московской области на трех участках с первоначальной посадки густотой 3, 5 и 9 тыс. сеянцев на 1 га. Размещение при посадке соответственно 2,6 x 1,5 (пр. пл. Г-110); 2,1 x 1,0 (пр. пл. Г-108); 1,4 x 0,8 м (пр. пл. Г-107). Индекс равномерности этих трех участков 1,73...2,10, то есть различия очень незначительны. Все три участка произрастают в условиях дерново-средне-мелкоподзолистых среднегумусных почв, сформировавшихся на тяжелом покровном суглинке. Тип леса ельник кисличный, тип условий местоизрастания С<sub>3</sub>. На момент исследований ввиду высокой полноты насаждений живой почвенный покров отсутствовал, что позволяет охарактеризовать данный этап в формировании и развитии ельника кисличного как ельник кислично-мертвопокровный.

Наилучшими показателями роста и производительности характеризуются культуры ели с редкой густотой первоначальной посадки (табл. 7.3). В загущенных смолоду культурах фактор повышенной густоты приводит к ухудшению таксационных показателей и к естественному снижению производительности. Это сказалось не только на снижении запасов стволовой древесины, но и вообще на снижении массы абсолютно сухого органического вещества в надземной части искусственного насаждения (табл. 7.4).

Наиболее продуктивными в 27 лет оказались культуры с густотой посадки 3 и 5 тыс.

сеянцев на 1 га: фитомасса надземной части составила в них соответственно 139 и 135 т абсолютно сухого органического вещества на 1 га (против 111 т/га при густоте посадки 9 тыс. шт./га). Наибольшее хозяйственное значение представляет стволовая древесина, которая составляет примерно половину всей надземной фитомассы, а если брать во внимание живую надземную часть, то на ее долю приходится до 2/3 надземной массы (рис. 7.1)

Максимальная стволовая масса накапливается в культурах с густотой 5 тыс. шт./га; она превышает таковую в культурах с густотой посадки 3 и 9 тыс. шт./га соответственно на 12,6 и 17%. Это оптимальное сочетание индивидуальной стволовой мас-

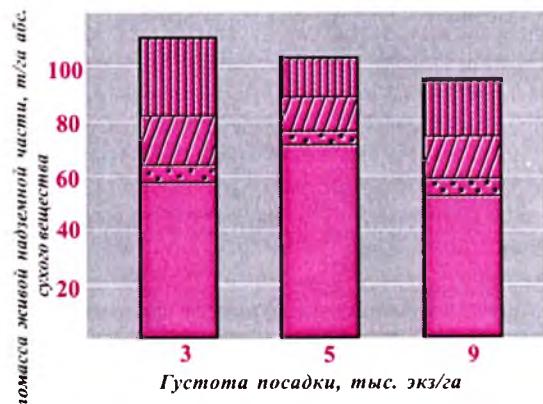


Рис. 7.1 Фитомасса основных фракций живой надземной части 27-летних культур ели:

■ – стволовая древесина, ■ – кора,  
■ – ветви, ■ – хвоя

сы деревьев с их численностью (густотой стояния на 1 га). Однако по запасу стволовой древесины наибольшее значение было отмечено у редких культур. Такое явление объясняется различным качественным состоянием древесины. Так, плотность ее в абсолютно сухом состоянии в редких культурах была наименьшей и составила 339 кг/м<sup>3</sup>, в культурах с густотой посадки 5 тыс. шт./га – 426 кг/м<sup>3</sup>, 9 тыс. шт./га – 404 кг/м<sup>3</sup>. Таким образом, меньший процент содержания воды в тканях стволовой древесины у культур с густотой посадки 5 тыс. шт./га делает их более продуктивными по накоплению абсолютно сухого органического вещества стволовой фракции.

\* ОСТ 56-90-86. Культуры плантационные лесные и площасти для их закладки. Оценка качества. – М., 1986.

Таблица 7.3

Таксационная характеристика 27-летних культур ели в типе условий местопроизрастания  $C_3$ 

Показатель	Пробная площадь		
	Г-110	Г-108	Г- 107
Густота посадки, тыс.шт./га	3	5	9
Средняя высота, м	15,3	12,4	10,6
Средний диаметр, см	13,9	10,5	1 C,8
Класс бонитета	Ia	I	II
Сумма площадей сечений деревьев, м <sup>2</sup> /га:			
растущих	29,3	30,4	27,0
сухих	0,5	2,7	0,5
Число деревьев на 1 га:			
растущих	1723	3260	4682
сухих	248	1216	777
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га:			
растущей части	217	201	164
сухостоя	3	15	4

Таблица 7.4

Распределение надземной фитомассы по фракциям, т/га абсолютно сухого вещества, и доля их участия в 27-летних культурах ели

Фракции	Густота посадки, тыс.шт./га					
	3		5		9	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Ствол	63,8	45,9	73,0	54,	60,6	54,4
В том числе:						
древесина	58,4	42,0	66,6	49,3	54,7	49,1
кора	5,4	3,9	6,4	4,7	5,9	5,3
Крона	40,3	28,9	27,2	20,2	26,7	25,8
В том числе:						
ветви	17,7	12,7	11,2	8,3	9,3	8,4
хвоя	22,5	16,1	15,9	11,8	19,4	17,4
шишки	0,1	0,1	0,1	0,1	–	–
Итого живая надземная часть	104,1	74,8	100,2	74,2	89,3	80,2
Древесные остатки	12,5	9,0	12,2	9,0	7,6	6,8
В том числе:						
отмершие ветви в кронах живых деревьев	11,8	8,5	9,3	6,9	7,1	6,4
отмершие деревья	0,7	0,5	2,9	2,1	0,5	0,4
Опад и лесная подстилка	22,5	16,2	22,7	16,8	14,5	13,0
Итого мертвой фитомассы	35,0	25,2	34,9	25,8	22,1	19,8
Всего органического вещества	139,1	100	135,1	100	111,4	100

С густотой культур связана также масса крон, особенно веток. В редких культурах (3 тыс.шт./га) масса кроны составляет 39% от живой надземной фитомассы и превышает таковую в культурах с густотой посадки 5 и 9 тыс.шт./га на 33 и 29%. Масса ветвей имеет более существенные различия: она выше соответственно в 1,6 и 1,9 раза. Таким образом, в культурах с пониженной густотой посадки к 27-летнему возрасту в распределении надземной фитомассы по фракциям прослеживается некоторое перераспределение в сторону накопления фитомассы кроны, происходящее в результате ее более свободного разрастания из-за незначительной плотности популяции. В целом же из всех трех исследованных участков наибольшие запасы надземной фитомассы в возрасте 27 лет имели культуры с густотой первоначальной посадки 3 и 5 тыс.шт./га.

Запасы фитомассы в исследованных нами культурах ели с густотой посадки 5 тыс.шт./га очень близки к данным по первичной продуктивности 27-летних культур Ярославской области (Гульбе, Рождественский, 1985) с густотой посадки 4 тыс.шт./га (густота стояния – 3210 шт./га). По данным этих исследователей живая надземная фитомасса искусственного ельника составила 110,5 т/га, в том числе: стволовая древесина – 72,9; кора – 7,8; ветви – 14,1 и хвоя – 15,7 т/га.

Кроме того, полученные нами данные мы сравнили с фитомассой естественных молодняков ели. Так, в 30-летнем ельнике-кисличнике Валдая при густоте стояния 885 стволов на 1 га фитомасса надземных фракций в абсолютно сухом состоянии, по данным О.С. Ватковского (1976), распределяется следующим образом: стволы в коре 58,7; ветви 20,1; фотосинтезирующие органы 24,3 т/га. В целом же общая надземная фитомасса живых деревьев составила 103,1 т/га, что является очень близкой величиной к нашим данным по

редким культурам. В 25-летнем ельнике Чешской возвышенности при общем количестве растений ели 2,5 тыс. на 1 га надземная фитомасса составила 79,15 т/га, в том числе масса кроны 26,66 т/га, или 33,7% (Vyskot, 1980).

Таким образом, налицо факт большей биологической продуктивности искусственных насаждений. Возможно, что здесь имеют значение и разная густота стояния, и зональный характер. Однако это свидетельствует и о том, что в искусственных лесах, где рано формируется близкая к оптимальной структура полога, утилизация древесными растениями солнечной энергии в процессе фотосинтеза осуществляется интенсивнее, чем в естественных лесах (Уткин, 1975).

Интересные данные, правда по зеленой (сырой) массе веток и хвои, приводят А.Н. Поляков по старым посадкам ели Поорецкого лесничества, расположенного в западной части Московской области.

В наиболее сохранившихся участках культур разного возраста А.Н. Поляковым было заложено 7 пробных площадей, характеризующих древостой Ia класса бонитета, типа леса ельник-кисличник, произрастающие на дерново-вторичноподзолистых, легко- и среднесуглинистых, оглеенных почвах на покровных суглинках. Около пробных площадей в культурах 58–60 и 110–112 лет было взято соответственно 42 и 34 модельных дерева по способу ступенчатого представительства с подбором на каждую ступень по 3–4 дерева. В 60-летних культурах деревья распределились в ступенях 8–40 см, а в 110-летних – 12–52 см. После валки моделей и соответствующих измерений отдельно собиралась зеленая биомасса крон деревьев в виде живых веток с хвоей, которая взвешивалась на специально оборудованных весах. Полученные данные приведены на рис. 7.2 и 7.3 С графиков сняты по ступеням толщины значения массы зеленой части кроны, которые приведены в табл. 7.5

Таблица 7.5

*Распределение массы живой кроны по ступеням толщины в еловых культурах  
Ia класса бонитета типа леса ельник-кисличник  
(по А.Н. Полякову, Л.Ф. Ипатову, В.В. Успенскому, 1986)*

Показатель, кг	Ступени толщины, см					
	8	12	16	20	24	28
Масса зелёной части кроны в 60 лет	6,8	17,1	30,0	54,8	97,5	154,6
Масса зелёной части кроны в 110 лет	–	8,8	24,1	48,5	76,1	113,5

Показатель, кг	Ступени толщины, см					
	32	36	40	44	48	52
Масса зелёной части кроны в 60 лет	194,8	227,7	244,0	—	—	—
Масса зелёной части кроны в 110 лет	158,0	213,1	278,2	360,0	471,4	582,2

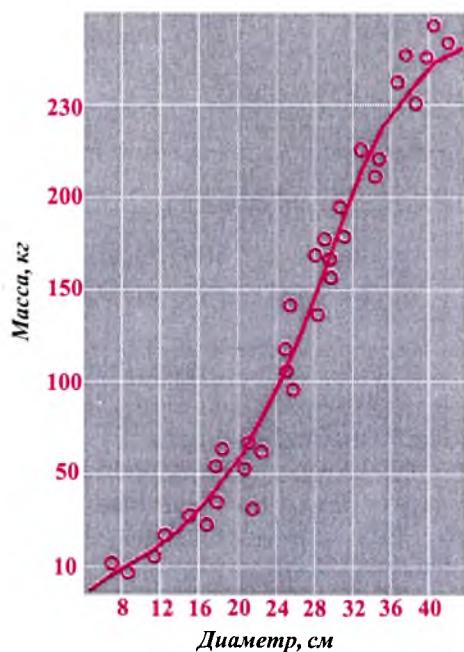


Рис. 7.2 Зависимость зеленой биомассы крон ели от  $D_{1,3}$  в 60-летних культурах

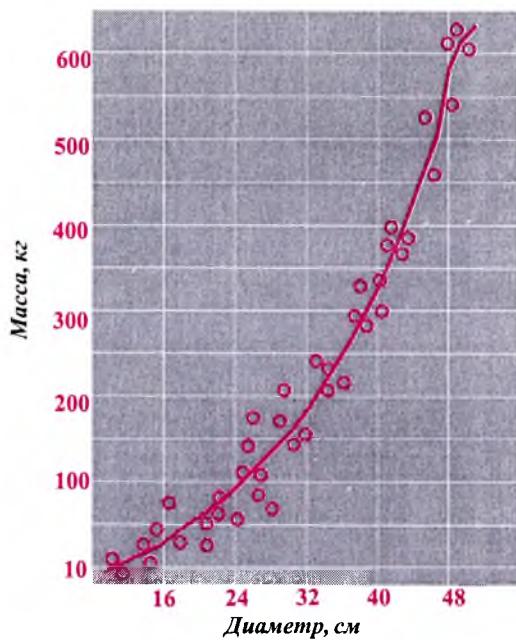


Рис. 7.3 Зависимость зеленой биомассы крон ели от  $D_{1,3}$  в 110-летних культурах К.Ф. Тюремера

Таблица 7.5 и рисунки 7.2 и 7.3 (по Полякову и др., 1986) показывают, что масса зеленой части кроны в культурах 60-летнего возраста имеет большие значения, чем в 110 лет в одинаковых ступенях (до ступени 40 см) в условиях одного и того же класса бонитета. Это различие неодинаково в отдельных ступенях – в низших на 5–8 кг, далее значительная разница и максимальное значение в ступени 28 см. После чего наступает некоторое уменьшение в ступени 32 см и резкое в ступени 36 см, а далее масса зеленой части кроны в ступени 40 см заметно больше (на 34,2 кг) в 110-летних культурах. Характер кривых распределения биомассы в культурах разного возраста почти одинаков – медленное нарастание в низших ступенях, умеренное в центральных и интенсивное в высоких ступенях. Однако различие в массе между ступенями толщины в пределах каждой категории неодинаково – оно увеличивается в культурах 60-летнего возраста до определен-

ного предела (28 см), после чего неуклонно уменьшается. В культурах старшего возраста с увеличением ступеней толщины увеличивается и разность в массе зеленой части кроны, достигая максимальной и практически равной величины в крайних ступенях (111,4 и 110,8 кг).

### 7.1.2. Культуры сосны

Надземная фитомасса культур сосны исследовалась в типах условий местопроявления  $A_2$ , то есть в свежем бору, являющемся типичным местом произрастания сосны, и  $C_2$ , где сосна высажена и растет в не свойственных ей эдафических условиях суглинистых почв, сформировавшихся на тяжелых суглинках.

В качестве объектов исследований культур сосны в свежем бору были взяты три участка 39-летних искусственных насажде-

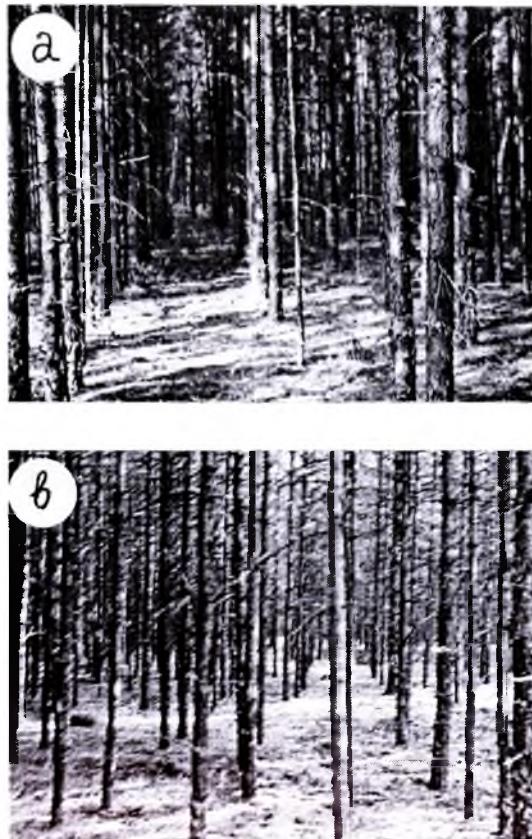
ний, территориально расположенные в Муромцевском лесничестве Муромцевского учебно-опытного лесхоза Владимирской области. Все три участка (рис. 7.4) составляют там единый компактный стационарный объект, заложенный двухлетними сеянцами при разном размещении: 2,1 x 0,9 м (пр. пл. Г-11); 1,6 x 0,8 м (пр. пл. Г-14); 1,0 x 0,9 м (пр. пл. Г-15). Индекс равномерности на этих участках изменяется незначительно – от 1,11 до 2,33. Почвы – дерново-средне-неглубокоподзолистые слабогумусные песчаные. Тип леса – сосняк мшисто-лишайниковый. В этих культурах доминирующую роль в напочвенном покрове играют зеленые мхи. В целом все три участка культур сосны относятся к одной из основных ассоциаций сосновых лесов – к ассоциации сосняка лишайниково-зеленомошного (Рысин, 1975).

Как видно из таблицы 7.6, таксационные показатели древостоев находятся в зависимости от густоты посадки. С уменьшением густоты посадки увеличиваются не только средние значения диаметров и высот деревьев, но

и запасы стволовой древесины, а также повышается класс бонитета. Сравнение средних диаметров (Мерзленко, Гурцев, 1982), взятых в качестве основного показателя для анализа распределения деревьев по ступеням толщины, выявило между всеми тремя пробными площадями существенные различия на высоком уровне значимости, соответствующем первому порогу вероятности безошибочных прогнозов (Плохинский, 1982). Различия условий роста и развития искусственных древостоев, обусловленные первоначальной густотой посадки, оказались и на числе сухостойных деревьев. На пр. пл. Г-15 с густотой посадки 11 тыс. шт./га сухостойные стволы составили 21,6% от общего числа высаженных.

Однако пик бурного опада в этом древостое уже прошел, в момент исследований он был наибольшим на пр. пл. Г-14, т.е. в насаждении с густотой посадки 8 тыс. шт./га. На пр. пл. Г-11, т.е. в редких культурах, опад деревьев был незначительным.

Распределение надземной фитомассы по фракциям приведено в таблице 7.7



**Рис. 7.4 Культуры сосны разной густоты посадки в условиях свежего бора:**  
а – 5 тыс. шт./га (пр. пл. Г-11);  
б – 8 тыс. шт. /га (пр. пл. Г-14);  
в – 11 тыс. шт. /га (пр. пл. Г-15).

Таблица 7.6

## Таксационная характеристика 39-летних культур сосны свежего бора

Показатель	Пробная площадь		
	Г-11	Г-14	Г-15
Густота посадки, тыс.шт./га	5	8	11
Средняя высота, м	15,1	13,2	10,9
Средний диаметр, см	13,6	10,3	8,4
Класс бонитета	I	II	III
Сумма площадей сечений деревьев, м <sup>2</sup> /га:			
растущих	35,6	36,6	28,5
мертвых	1,5	2,1	1,2
Число деревьев на 1 га:			
растущих	2230	3950	4367
мертвых	450	1036	1200
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га:			
растущей части	289	260	181
сухостоя	10	12	7

Таблица 7.7

Распределение надземной фитомассы по фракциям, т/га абсолютно сухого вещества, и доля их участия в 39-летних культурах сосны в типе лесорастительных условий А<sub>2</sub>

Фракции	Густота посадки, тыс.шт./га					
	5		8		11	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Ствол	124,4	77,8	117,3	79,6	76,5	72,9
В том числе:						
древесина	116,0	72,5	108,3	73,5	70,3	67,0
кора	8,4	5,3	9,0	6,1	6,2	5,9
Крона	17,5	10,9	16,6	11,3	12,0	11,4
В том числе:						
ветви	11,8	7,4	10,8	7,3	8,0	7,6
хвоя	5,5	3,4	5,7	3,9	4,0	3,8
шипки	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—
Итого живая надземная часть	141,9	88,7	133,9	90,9	88,5	84,3
Древесные остатки	8,0	5,0	8,6	5,8	9,0	8,6
В том числе:						
отмершие ветви в кронах живых деревьев	4,8	3,0	4,5	3,0	5,9	5,6
отмершие деревья	3,2	2,0	4,1	2,8	3,1	3,0
Опад и лесная подстилка	10,0	6,3	4,8	3,3	7,5	7,1
Итого мертвой фитомассы	18,0	11,3	13,4	9,1	16,5	15,7
Всего органического вещества	159,9	100,0	147,3	100,0	105,0	100,0

Как видим, наиболее продуктивны в 39-летнем возрасте культуры сосны с густотой посадки 5 и 8 тыс.шт./га, накопившие соответственно по 159,9 и 147,3 т/га органического вещества в абсолютно сухом состоянии. Этим же культурам свойственна и наибольшая масса стволовой древесины. Наименьшая масса стволовой древесины (73 т/га), отмеченная в культурах с первоначальной густотой посадки 11 тыс.шт./га, является результатом неблагоприятного фактора высокой плотности популяции.

При оценке культур сосны со средней и редкой густотой посадки видно, что их фотосинтезирующий аппарат, как результат на внутривидовую освещённость, позволяет растениям обеспечивать лучшую утилизацию солнечной энергии. В противоположность им наименьший запас фитомассы в густом искусственном насаждении является исключительно первопричиной неблагоприятного фактора высокой плотности популяции.

Хвоя реагирует на изменения плотности популяции древесных растений качественно и количественно. Причём, эти две тенденции действуют взаимообусловлено. В силу значительной трудоёмкости оказалось невозможным произвести разделение хвои на световую и теневую. Однако определённое представление можно получить, проанализировав распределение общей массы хвои по годам, представленное в таблице 7.8

*Распределение массы хвои по возрасту, %*

*Таблица 7.8*

Пробная площадь	Возраст хвои, лет					Итого
	1	2	3	4	5	
Г-11	18,9	34,6	26,2	15,0	5,3	100,0
Г-14	27,0	33,6	24,4	14,7	0,3	100,0
Г-15	29,8	37,3	23,4	9,5	0,0	100,0

Из таблицы 7.8 видно, что основная доля участия в образовании ассимиляционного аппарата принадлежит хвое 3-летнего возраста вне зависимости от густоты насаждения. В густых культурах сосны наличие хвои 4-летнего возраста минимально, а хвоя 5–6 лет вообще отсутствует. Наоборот, в редких культурах хвоя может функционировать, хоть и в незначительном количестве, до 6 лет включительно.

Фитомасса живых ветвей отражает те же общие закономерности, связанные с плотностью популяции, которые характерны и для других фракций фитомассы. Чем гуще насаждение, тем крона менее развита и тем меньше запас ветвей в абсолютном выражении.

Распределение фитомассы стволов по ступеням толщины находится в определенной зависимости от густоты посадки (рис. 7.5). С

уменьшением густоты происходит накопление более толстых деревьев. Доля участия фитомассы крупных стволов в строении древостоя является преобладающей. Среднее дерево по диаметру не совпадает со средним деревом по фитомассе ствола; ряд распределения разбивается по ступеням толщины на две неравные части: слева, т.е. в низких ступенях толщины, находится около 20% всей стволовой фитомассы, а справа соответственно около 80% (рис. 7.5). Поэтому при взятии моделей мы рекомендуем учитывать эту закономерность, т.е. смещать вправо относительно среднего диаметра дерева преобладающее число модельных деревьев, так как неточность определения фитомассы стволов большого диаметра повлечет за собой большие погрешности в определении фитомассы насаждения в целом (Мерзленко, Гуриев, 1982).

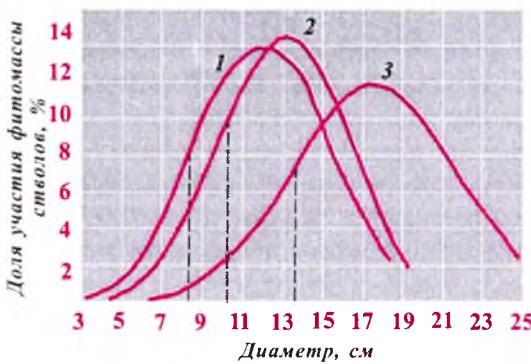


Рис. 7.5. Доля участия фитомассы стволов поступеням толщины в культурах сосны с разной густотой посадки: 1—11 тыс.шт./га; 2—8 тыс.шт./га; 3—5 тыс.шт./га (штриховыми вертикальными линиями показаны средние диаметры этих древостоев)

На каждой пробной площади нами был также учтён живой напочвенный покров, представленный в основном мхами *Dicranum scoparium* Hedw., *Pleurozium Schreberi* Mitt. и лишайником *Cladonia alpestris* (Z.), составившими более 95% от общей массы абсолютно сухого органического вещества напочвенного покрова.

На всех участках масса мертвого напочвенного покрова значительно превышала живой. В пересчёте на 1 га масса абсолютно сухого органического вещества составила: пр. пл. Г-11 — 1,45; Г-14 — 0,73; Г-15 — 0,61 т. (табл. 7.9).

Таблица 7.9

*Запас лесной подстилки и живого напочвенного покрова по пробным площадям*

Мертвый и живой напочвенный покров	Г- 11		Г- 14		Г- 15	
	Усушка, %	Масса на 1 га, кг	Усушка, %	Масса на 1 га, кг	Усушка, %	Масса на 1 га, кг
<b>Мертвый покров</b>	<b>79,3</b>	<b>9992</b>	<b>60,2</b>	<b>4774</b>	<b>79,7</b>	<b>7547</b>
<i>Pleurozium Schreberi</i>	71,3	367	79,1	218	82,2	42
<i>Cladonia alpestris</i>	81,5	77	88,2	63	86,3	258
<i>Dicranum scoparium</i>	75,1	963	75,7	409	85,2	306
<i>Anthenaria dioica</i>	28,5	14	48,8	5	38,0	1,51
<i>Vaccinium myrtillus</i>	57,4	6	—	—	—	—
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	49,4	5	44,8	4	—	—
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	50,8	6	75,1	8	24,2	0,25
<i>Chimaphila umbellata</i>	45,0	11	—	—	—	—
<i>Viola canina</i>	12,1	0,04	48,0	4	—	—
<i>Convallaria majalis</i>	—	—	34,9	5	50,9	0,96
<i>Lycopodium complanatum</i>	—	—	43,9	11	—	—
<i>Solidago virgaurea</i>	—	—	—	—	20,3	0,12
<i>Ramischia secunda</i>	—	—	—	—	37,6	0,3
<b>Итого мертвой и живой органической фитомассы напочвенного покрова</b>	<b>—</b>	<b>1449</b>	<b>—</b>	<b>727</b>	<b>—</b>	<b>609</b>

Интересно сравнить массу стволовой древесины в наших редких культурах (пр. пл. Г-11) и в 42-летних культурах сосны Мстёрского лесничества Вязниковского леспромхоза Владимирской области и 40-летних культурах сосны Куйбышевской области (А.И. Уткин и др., 1980, 1981), в которых велись рубки ухода, поэтому густота стояния была несколько меньшей, чем на участке Г-11. Это обстоятельство, а также более богатые почвенные усло-

вия способствовали хорошему росту культур, и на момент их регистрации они имели Ia класс бонитета, что выше на целый класс по сравнению с нашим участком. Анализ результатов показал, что культуры на пр. пл. Г-11 оказались менее продуктивными, разница в сравнении с культурами Вязниковского ЛПХ составила 10,3%, Куйбышевской области — 7,1%. Однако эта разница, по нашему мнению, является следствием лучших почвенных условий

и результатом лесоводственного ухода. В Белоруссии, по данным П.В. Грук (1979), общая фитомасса 35–40-летних культур сосны с густотой посадки 6,5...7,5 тыс.шт./га в условиях сосняка мшистого составляет 157...178 т/га абсолютно сухого органического вещества. При этом на стволовую фракцию приходится 73 т/га, что значительно меньше по сравнению с массой стволовой древесины исследованных нами культур с густотой посадки 5 и 8 тыс.шт./га. При сопоставлении данных В.Н. Габеева (1976) по естественному 37-летнему сосняку III класса бонитета в лесах Прибоя с данными нашего участка густых культур III класса бонитета (пр. пл. Г-15) обнаружилось еще большее преимущество последнего (почти в 2 раза) по массе стволовой древесины.

В типе условий местопроизрастания С<sub>2</sub> надземная фитомасса изучалась на трех участках 40-летних культур сосны территориально расположенных в кв. 58 Снегирёвской зоны объединения Истралесхоз. Культуры были созданы посадкой двухлетних сеянцев с размещением: 2,6 x 2,0 (пр. пл. Г-158); 2,4 x 1,2 (пр. пл. Г-25); 1,3 x 1,0 м (пр. пл. Г-26). Колебания индекса равномерности незначительны – от 1,30 до 2,0. Почвы дерново-слабо-мелкоподзолистые слабогумусные на тяжелом суглинке. Тип леса – сосняк кисличный. Однако

наряду с типично таежными представителями (кислицей, грушанкой круглолистной, ожикой волосистой, атрихумом волнистым) в напочвенном покрове присутствовали растения, свойственные мезофитным широколиственным лесам (звездчатка дубравная, вороний глаз, крапива двудомная, дудник лесной).

Таксационные показатели культур сосны к 40-летнему возрасту имели почти одинаковые данные (табл. 7.10). Все участки характеризовались Ia классом бонитета. Наиболее существенно различались лишь значения средних диаметров на участках с первоначальной густотой посадки 2 и 8 тыс.шт./га. В культурах сосны с густотой посадки 4 и 8 тыс.шт./га имеется значительная доля сухостойных деревьев (на пр. пл. Г-25 составляет третью часть всех деревьев искусственного насаждения), что свидетельствует об интенсивном ходе естественного изреживания. На пр. пл. Г-158, представляющей собой культуры с очень редкой густотой посадки (2 тыс.шт./га), в силу более свободного стояния деревьев процесс естественного изреживания наименьший. По числу сохранившихся живых деревьев относительно первоначальной густоты посадки искусственные насаждения в возрасте 40 лет расположились следующим образом: 2 тыс.шт./га – 39%, 4–25%, 8 – 12%.

**Таблица 7.10**  
**Таксационная характеристика 40-летних культур сосны в типе условий местопроизрастания С<sub>2</sub>**

Показатель	Пробная площадь		
	Г-158	Г-25	Г-26
Густота посадки, тыс.шт./га	2	4	8
Средняя высота, м	21,0	21,4	20,8
Средний диаметр, см	22,3	20,0	19,7
Класс бонитета	Ia	Ia	Ia
Сумма площадей сечений деревьев, м <sup>2</sup> /га:			
растущих	31,4	30,8	29,9
мертвых	3,8	8,0	5,0
Число деревьев на 1 га:			
растущих	1723	3260	4682
сухих	193	453	331
Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га			
растущей части	308	302	291
сухостоя	36	74	43

На всех этих трех участках культур фитомассы живой надземной части имеют близкие значения как в целом, так и по отдельным фракциям (табл. 7.11). В данном типе условий местопроизрастания ( $C_2$ ) отмечается большее накопление мертвый фитомассы, особенно свойственное на момент исследований культурам с густотой посадки 4 тыс. шт./га. Они же поэтому достигли наибольшего общего запаса надземной фитомассы, равного 221 т/га.

Очень близкими к нашим данным по стволовой фитомассе оказались результаты исследований Н.В. Дылиса и Л.М. Носовой (1977) в 35-летних культурах сосны в лещиново-лю-

тиковом типе леса (117,8 т/га), а также А.И. Уткина и Л.С. Ермоловой (1979) в 40-летних культурах сосны в Ульяновском Поволжье.

Фитомасса напочвенного покрова в  $C_2$  при густоте первоначальной посадки сосны 2, 4 и 8 тыс.шт./га была практически равной (соответственно 0,4; 0,5 и 0,5 т/га абсолютно сухого вещества). В культурах сосны с густотой посадки 2 тыс.шт./га в 40-летнем возрасте имелся 25-летний подрост ели с общей фитомассой надземной части, равной 0,3 т/га. По фитомассе напочвенного покрова в зависимости от типа лесорастительных условий и густоты искусственных насаждений имеются существенные различия (табл. 7.12)

Таблица 7.11

*Распределение надземной фитомассы по фракциям, т/га абсолютно сухого органического вещества, и доля их участия в 40-летних культурах сосны типа условий местопроизрастания  $C_2$*

Фракции	Густота посадки, тыс.шт./га					
	2		4		8	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
<b>Ствол</b>	<b>124,4</b>	<b>64,2</b>	<b>113,0</b>	<b>51,1</b>	<b>118,3</b>	<b>60,9</b>
<b>В том числе:</b>						
древесина	116,0	60,0	103,5	46,8	109,8	56,5
кора	8,1	4,2	9,5	4,3	8,5	4,4
<b>Крона</b>	<b>11,3</b>	<b>5,8</b>	<b>11,0</b>	<b>5,0</b>	<b>10,8</b>	<b>5,5</b>
<b>В том числе:</b>						
ветви	7,3	3,8	8,4	3,8	7,6	3,9
хвоя	3,9	2,0	2,4	1,1	3,1	1,6
шишки	0,1	—	0,2	0,1	0,1	—
<b>Итого живая надземная часть</b>	<b>135,4</b>	<b>70,0</b>	<b>124,0</b>	<b>56,1</b>	<b>129,1</b>	<b>66,4</b>
<b>Древесные остатки</b>	<b>45,6</b>	<b>23,6</b>	<b>82,8</b>	<b>37,5</b>	<b>54,2</b>	<b>27,9</b>
<b>В том числе:</b>						
отмершие ветви в кронах живых деревьев	12,5	6,5	8,2	3,7	7,0	3,6
отмершие деревья	33,1	17,1	74,6	33,8	47,2	24,3
<b>Опад и лесная подстилка</b>	<b>12,3</b>	<b>6,4</b>	<b>14,1</b>	<b>6,4</b>	<b>11,0</b>	<b>5,7</b>
<b>Итого мертвой фитомассы</b>	<b>57,9</b>	<b>30,0</b>	<b>96,9</b>	<b>43,9</b>	<b>65,2</b>	<b>33,6</b>
<b>Всего органического вещества</b>	<b>193,3</b>	<b>100</b>	<b>220,9</b>	<b>100</b>	<b>194,3</b>	<b>100</b>

Под пологом культур сосны в свежем бору преобладают мхи, а в свежей сложной субори – травы. Масса мохового покрова очень резко уменьшается с увеличением густоты культур. Однако если увеличение густоты в свежем бору приводит к почти полному исчезновению трав, то в свежей слож-

ной субори масса травянистых растений при густоте посадки сосны 4...8 тыс.шт./га остается практически стабильной.

Собранный нами материал по культурам сосны позволяет определить особенности распределения надземной фитомассы в зависимости от типа условий местопроизрастания.

Таблица 7.12

## Запас напочвенного покрова в культурах сосны

№ пробной площади	Густота посадки, тыс.шт./га	Масса напочвенного покрова, кг, на 1 га абсолютного сухого вещества		
		мхи	травы	итого
<b>A<sub>2</sub> – свежий бор</b>				
Г-11	5	1407	42	1449
Г-14	8	690	37	727
Г-15	11	606	3	609
<b>C<sub>2</sub> – свежая сложная субборь</b>				
Г-158	2	181	233	414
Г-25	4	148	371	519
Г-26	8	60	411	471

При обязательном условии одинаковой первоначальной густоты посадки мы сопоставили следующие участки культур сосны: пр. пл. Г-14 (тип условий местопроизрастания A<sub>2</sub>, густота посадки 8 тыс.шт./га) и пр. пл. Г-26 (тип условий местопроизрастания C<sub>2</sub>, густота посадки 8 тыс.шт./га). Сосна, произрастающая в разных типах условий местопроизрастания, имеет разные классы бонитета – II (A<sub>2</sub>) и Ia (C<sub>2</sub>). В более жестких условиях местопроизрастания, которыми являются свежие боры, культуры сосны, несмотря на численное преимущество сохранившихся живых деревьев (в 4 раза), имеют запас стволовой древесины на 11% ниже вследствие почти вдвое меньших размеров стволов (табл. 7.6 и 7.10).

На рисунке 7.6 показано распределение надземной фитомассы сравниваемых культур сосны в зависимости от типа условий местопроизрастания. Обращает на себя внимание практически одинаковое накопление фитомассы в живой надземной части искусственных насаждений сосны: 133 т (A<sub>2</sub>) и 129,1 т (C<sub>2</sub>) на 1 га абсолютно сухого органического вещества. По фракциям существенные отличия есть по массе ветвей и по массе хвои. В более богатых лесорастительных условиях (C<sub>2</sub>) культуры сосны имеют на 30% меньшую массу ветвей и на 46% меньшую массу ассимиляционного аппарата. Надо отметить, что в C<sub>2</sub> происходит более интенсивное отмирание живых сучьев, а хвоя имеет на 2 года меньшую продолжительность жизни. Все это указывает на более интенсивную и экономичную работу ассимиляционного аппарата в богатых лесорастительных

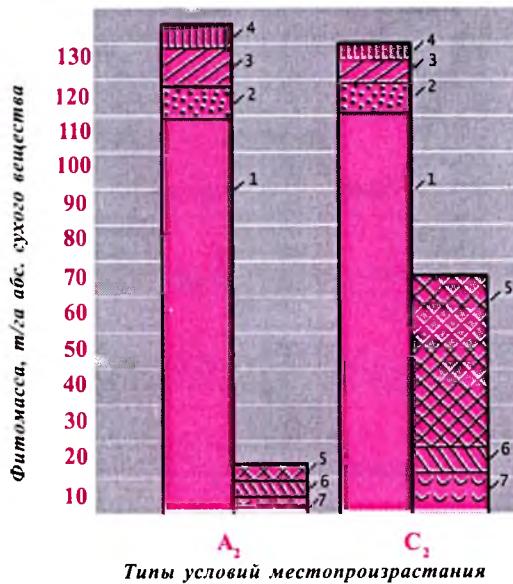


Рис. 7.6 Распределение надземной фитомассы 40-летних культур сосны в зависимости от условий местопроизрастания: 1 – стволовая древесина, 2 – кора, 3 – ветви, 4 – хвоя, 5 – отмершие деревья, 6 – отмершие ветви у живых деревьев, 7 – онад и лесная подстилка.

условиях. В отношении же накопления массы стволовой древесины в обоих лесорастительных условиях мы имеем почти одинаковый эффект, то есть независимо от типа условий местопроизрастания к 40-летнему возрасту искусственные насаждения сосны в живой надземной части имеют практически одинаковую массу стволовой древесины.

Живая надземная часть искусственных сосновок имеет весьма существенные отличия от мёртвой надземной части по накоплению органической массы в зависимости от раз-

ных типов условий местопроизрастания (рис. 8). В свежей сложной субори ( $C_2$ ) мёртвая фитомасса превышает таковую в свежем бору ( $A_2$ ) почти в 5 раз. Причем наиболее существенные отличия наблюдаются в отношении отмерших деревьев (в 11,5 раза) опада с лесной подстилкой (в 2,3 раза). Такой характер распределения мертвых фитомассы в надземной части насаждений свидетельствует о более интенсивном биологическом круговороте азота и зольных элементов в более богатых лесорастительных условиях.

Нами также было проанализировано долевое соотношение основных фракций надземной фитомассы в культурах сосны разной густоты, произрастающих в разных типах условий местопроизрастания (табл. 7.13). Оказа-

лось, что искусственные насаждения сосны обладают относительным постоянством в пропорциях соотношения масс разных надземных фракций. Это постоянство не зависит от густоты посадки, а является, скорее всего, отражением типов лесорастительных условий и возраста культур. Особенно близкие значения долевого фракционного участия надземной фитомассы, выраженного в процентах, получены А.Д. Вакуровым (1979) в типе условий местопроизрастания  $B_2$ . Не исключено, что высокой точности определения способствовал факт работы на объекте опытных культур Лаборатории лесоведения АН СССР, где все пять вариантов лесных культур сосны разной густоты создавались чёткой квадратной, а не рядовой посадкой сеянцев.

Таблица 7.13

*Доля участия основных фракций надземной фитомассы*

Густота посадки, тыс. экз./га	Доля участия фракций, %		
	стволов	ветвей	хвои
<b>Культуры сосны 39 лет, <math>A_2</math></b>			
5	87,8	8,3	3,9
8	87,7	8Д	4,2
11	86,5	9,0	4,5
<b>Культуры сосны 30 лет, <math>B_2</math></b>			
2	83,6	11,3	5Д
4	83,1	11,2	5,7
8	83,8	10,3	5,9
16	83,7	10,3	6,0
32	83,8	10,4	5,8
<b>Культуры сосны 40 лет, <math>C_2</math></b>			
2	91,7	5,4	2,9
4	91,3	6,8	1,9
8	91,7	5,9	2,4

\* Примечание: данные А.Д. Вакурова (1979).

## 7.2. ФИТОМАССА КОРНЕВЫХ СИСТЕМ

Для суждения о накоплении органического вещества, относящегося к подземной части деревьев, на каждом из экспериментальных участков осуществлялась раскопка кор-

невых систем трёх средних модельных деревьев методом монолитов. При этом фракции корневой системы подразделялись на комель, крупные (8...2 см), средние (2...0,5 см) и мелкие (менее 0,5 см в диаметре) корни.

Масса корневых систем, произрастающих в разных по густоте искусственных насажде-

Таблица 7.14

*Запас абсолютно сухого вещества корневой системы средних модельных деревьев пробных площадей по градациям толщины, кг*

Фракции корней	Г-11 (5 тыс.)				Запас корней на га	
	Модель			среднее значение		
	1	2	3			
Комель	4,10	6,20	8,30	6,20	13826	
Крупные (8...2см)	1,46	3,92	2,36	2,58	5753	
Средние (2...0,5см)	1,03	0,83	0,59	0,81	4286	
Мелкие (менее 0,5см)	0,87	0,44	0,17	0,73	3863	
<b>Итого</b>					<b>27728</b>	

Фракции корней	Г-14 (8 тыс.)				Запас корней на га	
	Модель			Среднее значение		
	1	2	3			
Комель	3,41	3,82	3,43	3,55	14023	
Крупные (8...2см)	1,71	1,65	1,88	1,74	6873	
Средние (2...0,5см)	1,03	0,49	0,39	0,39	3047	
Мелкие (менее 0,5см)	0,87	0,32	0,16	0,28	2188	
<b>Итого</b>					<b>26131</b>	

Скелетные корни и комель в весовом отношении являются главными. Их суммарная масса в процентном выражении составляет 70,6 для Г-11, 80 – Г-14 и 73,5 – Г-15.

Некоторую разницу в доле участия различных по размерам корней (табл. 7.15) можно объяснить механическим подходом к делению корней на фракции. Предполагается, что толщина корней в какой-то степени отражает их физиологические функции, что, однако, не абсолютно верно. Средние корни размером от 2 до 0,5 см включают в себя в условиях густой пробы, где размеры дерева меньше по всем показателям, не только проводящие, но и скелетные, в результате чего и наблюдается некоторое уменьшение удель-

ного веса скелетных крупных корней и увеличение средних и мелких проводящих. Учитывая это, можно отметить, что с увеличением числа деревьев на единицу площади происходит уменьшение массы всех фракций при относительно стабильном соотношении их.

Известно, что стволовая масса аккумулируется в течение всей жизни дерева. При нормальных условиях развития древесных пород наблюдается генетически определённое соотношение корней и надземной части (Лир, Польстер, Фидлер, 1974). В процессе накопления органического вещества принимает участие также ассимиляционный аппарат. Исходя из этого, нами сделана попытка оценки биологической продуктивности продукции

рования основной надземной древесной массы в пересчете на единицу массы соответственно корневых систем и корневых систем вместе с хвоей, т.е. получены показатели, показывающие итог накопления к конкретному возрасту лесокультур единиц древесной массы на единицу массы корневых систем, а также корневых систем и хвои (табл. 7.16).

Как видно из табл. 7.16, по каждой древесной породе получены относительно близкие величины, мало зависящие от исследованных диапазонов густоты первоначальной посадки. Биологическая эффективность продуцирования органической массы деревьев при относительно стабильном соотношении основных фракций отражает прежде всего потенциально возможный эффект жизнедеятельности искусственного дендроценоза и конкретной древесной породы. Причем осо-

бенно стабильные показатели характерны для сосны. Так, в условиях свежего бора к 39 годам искусственные сосняки вне зависимости от густоты посадки на 1 т массы корневых систем накопили 4,90...4,93 т древесной массы стволов и ветвей (расхождения составили всего 0,6%). В культурах ели в отличие от культур сосны хвоя принимает более существенное участие в продуцировании древесной массы. У ели, как теневыносливой породы, уже просматривается определенная зависимость продуцирования от густоты стояния и четко вырисовывается ее оптимум (в 27 лет он составляет 3,3 тыс.шт./га). Однако в любом случае наиболее достоверным показателем биологической эффективности продуцирования можно считать отношение древесной массы стволов и ветвей к массе корневых систем.

Таблица 7.15

*Распределение корней в насаждениях пробных площадей, %*

Пробная площадь	Фракции корней			
	комель	крупные, 8...2 см	средние, 2...0,5 см	мелкие менее 0,5 см
Г-11	49,9	20,7	15,5	13,9
Г-14	53,7	26,3	11,7	8,3
Г-15	54,5	19,0	16,3	10,2

Таблица 7.16

*Биологическая эффективность продуцирования абсолютно сухой органической массы стволовой древесины в искусственных насаждениях, т*

Густота посадки, тыс. шт./га/число живых деревьев	Соотношение накопленной на 1 га массы стволовой древесины к массе: корневых систем		Соотношение накопленной на 1 га массы стволовой древесины и ветвей к массе корневых систем	
	корневых систем	корневых систем + хвои	корневых систем	корневых систем + хвои
<i>27 - летние культуры ели в С,</i>				
3/1,7	3,05	1,40	4,25	1,95
5/3,3	3,71	1,97	4,69	2,49
9/4,7	3,67	1,59	4,18	1,82
<i>39 - летние культуры сосны в А<sub>2</sub>,</i>				
5/2,2	4,18	3,49	4,91	4,10
8/4,0	4,14	3,40	4,90	4,02
11/4,4	4,30	3,46	4,93	3,96

## 7.3 ПРОДУКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ХВОИ

Фитомасса отдельных фракций, например ствола, ветвей, да и в целом надземной части, является своеобразным итогом физиологической деятельности растительного организма и, в частности, его ассимиляционного аппарата. В работах А.С. Яблокова (1934), J.I. Kittredge (1944), Н.П. Георгиевского (1948), В.П. Тимофеева (1959, 1976), В.В. Смирнова (1971), В.И. Рубцова, А.И. Новосельцевой, В.К. Попова, В.В. Рубцова (1976), В.А. Усольцева (1988, 1998) и других показана тесная связь надземной фитомассы, а также радиального и объемного приростов с массой хвои. Наивысшая же продуктивность растительных сообществ может быть достигнута тогда, когда в них сформирован оптимальный по размерам фотосинтетический аппарат (Молчанов, 1974). В свою очередь, работа ассимиляционного аппарата связана со строением кроны дерева, а последняя находится в прямой зависимости от густоты посадки и густоты стояния искусственного насаждения, поэтому исследование зависимостей, связанных с продуктивностью работы хвои, представляет как научный, так и практический интерес.

Нами накоплен значительный материал по данному вопросу. Рассматривая в целом характер распределения массы хвои в 27-летних культурах ели с разной густотой по-

садки (табл. 7.17), можно отметить, что наибольшая масса хвои отмечена в редких культурах (3 тыс.шт./га), а наименьшая оказалась в культурах с густотой посадки 5 тыс.шт./га, причем в этих культурах она соответственно меньше на 29 и 14%, чем в более редких и густых. По массе хвои однолетнего возраста прослеживается четкая тенденция ее уменьшения с увеличением густоты посадки. Масса старой хвои превышает массу молодой однолетней хвои, причем наиболее существенно в культурах с густотой 9 тыс.шт./га (в 6,2 раза). Таким образом, различия в общей массе хвои обусловлены разной массой старой хвои, которая оказалась наибольшей в культурах с густотой посадки 3 тыс.шт./га, наименьшей – в культурах с густотой посадки 5 тыс.шт./га. Это указывает на качественные отличия ассимиляционного аппарата насаждений, сформировавшегося на каждом из рассматриваемых участков под воздействием разной первоначальной густоты посадки.

Масса хвои дерева как в свежем, так и в абсолютно сухом состоянии находится в тесной взаимосвязи с таксационным диаметром ствола (Яблоков, 1934; Казимиров, Морозова, 1979; Рубцов и др., 1976; Поляков, Ипатов, Успенский, 1986 и др.). Чем больше диаметр ствола, тем больше масса хвои. Мы изучали этот вопрос, учитывая также и густоту посадки искусственных ельников.

Таблица 7.17

Изменение массы хвои на участках с разной густотой посадки

Густота посадки, тыс.шт./га	Масса хвои					
	однолетних		прошлых лет		общая	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
3	3,5	100,0	19,0	100	22,5	100,0
5	2,9	82,9	13,0	68,4	15,9	70,7
9	2,7	77,1	16,7	88,9	19,4	86,2

Характер изменения массы хвои в абсолютно сухом состоянии в 27-летних культурах ели от диаметра ствола и густоты посадки показан на рис. 7.7. Зависимость массы хвои ( $y$ ) от диаметра ствола ( $x$ ) хорошо отражает уравнение параболы 2-го порядка. В культурах ели с густотой посадки 9 тыс.шт./га деревья всех ступеней толщины имеют большую массу хвои. Это объясняется тем, что деревья, произрастающие в условиях большей густоты по-

садки и, следовательно, более жесткой борьбы за существование, вынуждены для поддержания своего жизненного потенциала иметь большую массу хвои, вся работа которой должна быть направлена на сохранение жизненных функций угнетенного дерева. Согласно рисунку 7.7, кривые (1) и (2) зависимости массы хвои от диаметра стволов для культур с густотой 5 и 3 тыс.шт./га пересекаются при диаметре, равном 14 см. Причем в культурах с густотой по-

садки 3 тыс.шт./га деревья с диаметром меньше 14 см имеют наименьшую массу хвои, а с диаметром более 14 см занимают промежуточное положение между культурами с густотой посадки 5 и 9 тыс.шт./га. В самых крупных ступенях толщины (более 20 см) масса хвои самых редких и густых культур имеет очень близкие значения.

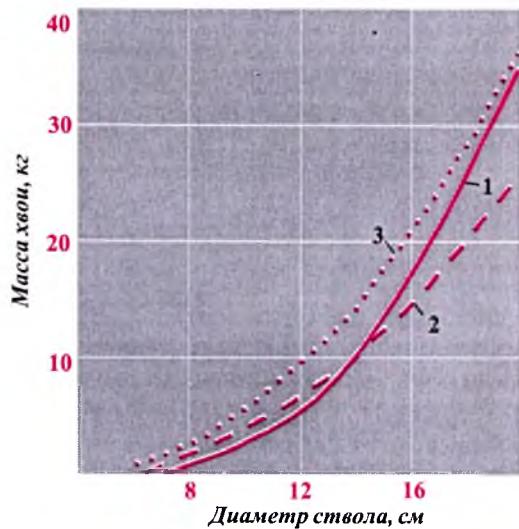


Рис. 7.7 Зависимость массы хвои от диаметра стволов в культурах ели разной густоты посадки:  
1—3 тыс.шт./га;  $y=0,28x^2-4,864x+2,012$ ;  
2—5 тыс.шт./га;  $y=0,089x^2-0,472x+1,149$ ;  
3—9 тыс.шт./га;  $y=0,149x^2-1,248x+3,136$

Масса ветвей дерева, аккумулируемая за более длительный период по сравнению с хвоей, также на всех исследованных участках увеличивается с увеличением диаметра ствола (рис. 7.8). При этом деревья в культурах с густотой 9 тыс.шт./га обладают в основном большой массой ветвей, несущих соответственно и большую массу хвои. Это является свидетельством того, что загущенные культуры обладают деревьями с повышенной массой полога, вся физиологическая суть которого направлена на интенсификацию процесса фотосинтеза.

Очень тесную связь с диаметром ствола имеет стволовая масса (рис. 7.9). Для культур ели с густотой посадки 3 и 5 тыс. шт./га стволы одинакового диаметра характеризуются практически близкими значениями. До 14-санитметровой ступени толщины имеют такую же стволовую массу и деревья с густотой посадки 9 тыс.шт./га.

Однако в диапазоне ступеней толщины от 14 до 20 см деревья ели в культурах с густотой посадки 9 тыс.шт./га резко наращивают массу ствола, превышая стволовую массу аналогичных деревьев двух других сопоставляемых участков на 19...25%. При густоте посадки культур 9 тыс.шт./га к 27-летнему возрасту масса стволов крупных деревьев больше за счет их лучшей полноценности (табл. 7.18). Если культуры с густотой посадки 3 и 5 тыс.шт./га имеют не-

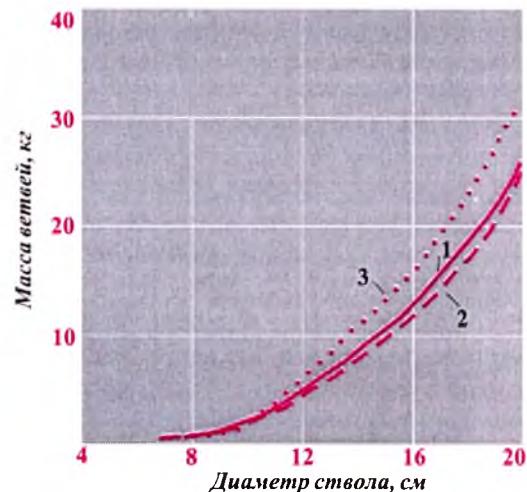


Рис. 7.8 Зависимость массы ветвей от диаметров стволов в культурах ели разной густоты посадки:  
1—3 тыс.шт./га;  $y=0,112x^2-1,132x+2,522$ ;  
2—5 тыс.шт./га;  $y=0,093x^2-0,852x+1,436$ ;  
3—9 тыс.шт./га;  $y=0,161x^2-1,951x+5,942$

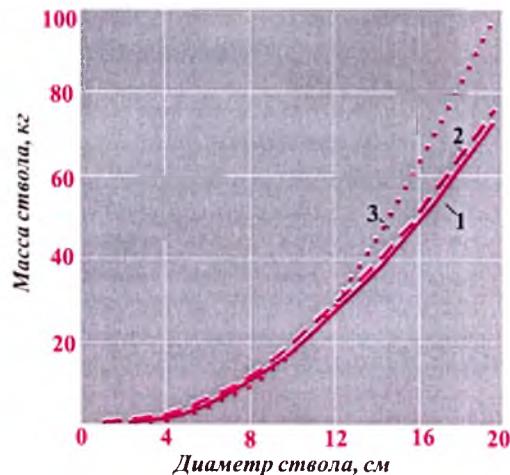
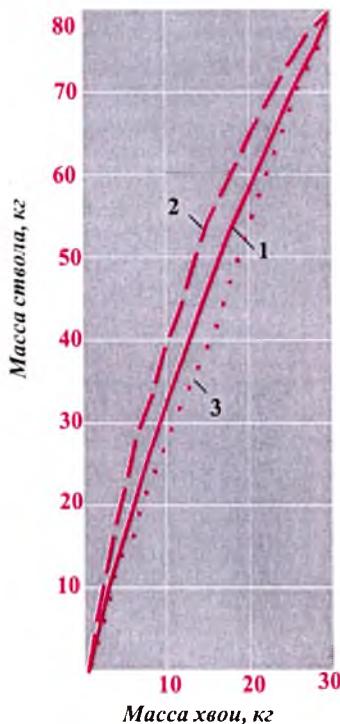


Рис. 7.9 Зависимость массы ствола от диаметра в культурах ели разной густоты посадки:  
1—3 тыс.шт./га;  $y=0,212x^2-0,525x+0,083$ ;  
2—5 тыс.шт./га;  $y=0,220x^2-0,689x+1,758$ ;  
3—9 тыс.шт./га;  $y=0,367x^2-2,579x+6,233$

Таблица 7.18

**Полнодревесность 27-летних стволов ели в культурах с разной густотой посадки  
(числитель – абсолютные значения; знаменатель – относительные, %)**

Классы Крафта	Густота посадки, тыс. шт./га					
	3		5		9	
	видовое число	средний сбег, см	видовое число	средний сбег, см	видовое число	средний сбег, см
I-II	0,482 100	1,35 100	0,488 101	1,27 94	0,529 110	1,19 88
III	0,517 100	1,09 100	0,525 101	0,98 90	0,537 104	0,95 87
IV-V	0,539 100	1,07 100	0,550 102	0,92 86	0,569 105	0,91 85



**Рис. 7.10 Зависимость между массой ствола и массой хвои в культурах ели разной густоты посадки:**

$$\begin{aligned} 1-3 \text{ тыс. шт./га;} \\ y = -0,027x^2 + 3,339x + 2,865; \\ 2-5 \text{ тыс. шт./га;} \\ y = -0,085x^2 + 4,876x + 3,066; \\ 3-9 \text{ тыс. шт./га;} \\ y = 0,004x^2 + 2,649x + 2,311 \end{aligned}$$

таль "продуктивность работы хвои" дает нам представление о том, сколько один килограмм или одна тонна абсолютно сухого органического вещества хвои производят в среднем за год килограммов или тонн абсолютно сухого органического вещества стволовой древесины.

значительные отличия, то в сравнении с более густым искусственным ельником разница по видовому числу и среднему сбегу соответственно достигает у деревьев высших классов Крафта 10 и 12%.

Как видно из рисунков 7.7, 7.8, 7.9, в зависимости от диаметра находится и масса хвои, и масса ветвей, и масса ствола. Последняя же, в свою очередь, находится в самой тесной зависимости от результативности ассимиляционного аппарата хвои или от массы хвои. Причем одна и та же масса хвои продуктирует в культурах с разной густотой посадки разную стволовую массу. Наиболее продуктивна в этом отношении хвоя в культурах с густотой посадки 5 тыс. шт./га (рис. 7.10).

Деревья с массой хвои от 3 до 25 кг (а таких деревьев на исследованных участках было более 70%, т.е. подавляющее количество стволов в насаждении) наращивают большую стволовую массу в культурах с густотой посадки 5 тыс.шт./га. Такое обстоятельство свидетельствует о том, что в этом искусственном насаждении ассимиляционный аппарат работает с большей отдачей, а так как по густоте посадки и по густоте стояния оно резко отличается от двух других, то можно сделать предположение: столь хорошей работе хвои способствует в нем прежде всего лучшая структура самого искусственного насаждения.

Вместе с тем ствол аккумулирует в себе древесную массу в течение всех лет жизни дерева. Поэтому о продуктивности хвои гораздо достовернее можно судить, если сравнить ее массу в абсолютно сухом состоянии с массой текущего прироста древесины, также взятой в абсолютно сухом состоянии. Учитывая, что около 80% всей массы хвои дерева ели приходится на хвою в возрасте от 1 до 5 лет, наиболее логично использовать текущий среднепериодический прирост за последние 5 лет. Поэтому под продуктивностью работы хвои нами взято отношение текущего среднепериодического прироста стволовой массы за последние 5 лет к массе хвои. В смысловом выражении показатель "продуктивность работы хвои" дает нам представление о том, сколько один килограмм или одна тонна абсолютно сухого органического вещества хвои производят в среднем за год килограммов или тонн абсолютно сухого органического вещества стволовой древесины.

На основании средних значений таксационных показателей модельных деревьев ели, взятых в пределах исследованных вариантов с разной густотой посадки, нами получены показатели продуктивности работы хвои у деревьев разных классов Крафта (табл. 7.19). Вне зависимости от густоты насаждений, на всех участках 27-летних культур ели наименьшая продуктивность хвои свойственна деревьям I и V классов Крафта, у которых на единицу прироста стволовой массы приходится меньшая масса хвои, чем у деревьев I и V классов Крафта. Самыми продуктивными в отношении продуктивности работы хвои являются деревья III класса Крафта. Они более интенсивно расходуют ассимиляты на образование текущего прироста абсолютно сухой древесной массы ствола, то есть им свойственна наиболее совершенная (рациональная) и интенсивная работа ассимиляционно-

го аппарата. Эти деревья, следовательно, самые перспективные в насаждениях ели, формируемых для получения высокого прироста (Мерзленко, 1986).

С биологической точки зрения такое положение бесспорно, несмотря на то, что масса текущего прироста стволовой древесины у господствующих деревьев I и II классов Крафта значительно превышает таковую у угнетенных деревьев. Это происходит только за счет того, что у господствующих деревьев масса хвои в количественном выражении в 2–50 раз превышает массу хвои деревьев ели IV и V классов Крафта. Кроме того, у деревьев I и II классов Крафта хвоя тратит значительную часть производственной работы на накопление фитомассы сучьев. Что же касается качества древесного сырья, то, по данным О.И. Полубояринова (1990), внутри одного и того же древостоя деревья I и II классов роста отличаются пони-

**Таблица 7.19**  
*Продуктивность работы хвои у деревьев разных классов Крафта в 27-летних культурах ели (по М.Д. Мерзленко, 1986)*

Класс Крафта	Густота посадки культур, тыс. шт./га											
	3				5				9			
	Средний диаметр, см	Текущий прирост древесины, кг/абс. сухого вещества	Масса хвои, кг/абс. сухого вещества	Продуктивность хвои, кг стволовой древесины 1 кг хвой	Средний диаметр, см	Текущий прирост древесины, кг/абс. сухого вещества	Масса хвои, кг/абс. сухого вещества	Продуктивность хвои, кг стволовой древесины 1 кг хвой	Средний диаметр, см	Текущий прирост древесины, кг/абс. сухого вещества	Масса хвои, кг/абс. сухого вещества	Продуктивность хвои, кг стволовой древесины 1 кг хвой
I	18,8	6,97	39,91	0,17	14,5	3,69	18,40	0,20	13,9	2,02	13,96	0,14
II	16,1	3,93	16,77	0,23	11,7	1,83	7,07	0,26	11,5	1,56	8,47	0,18
III	13,7	2,96	11,40	0,26	10,1	1,31	4,25	0,31	9,2	1,22	4,75	0,26
IV	10,7	1,71	7,42	0,23	8,2	0,75	2,60	0,29	7,3	0,71	2,94	0,24
V	5,7	0,13	0,79	0,16	6,0	0,17	1,00	0,17	4,4	0,21	1,71	0,12

женной плотностью древесины по сравнению с деревьями III и IV классов роста. У деревьев же V класса роста, как правило, формируется рыхлая, с низкой плотностью древесина.

Если же рассматривать продуктивность работы хвои деревьев одного определенного класса Крафта, но взятых из разных по густоте насаждений, то наиболее продуктивными будут деревья с густотой посадки 5 тыс. шт./га.

В результате качественно плодотворной работы хвои в насаждении ели с густотой

посадки 5 тыс. шт./га в среднем на 1 га за последние 5 лет 1 т хвои за год производила 0,3 т стволовой древесины, а в насаждениях с густотой посадки 3 и 9 тыс. шт./га – только по 0,2 т абсолютно сухой стволовой древесины, то есть на 33 % меньше.

Схематично структура полога рассматриваемых участков культур ели приведена на рисунке 7.11, где графически отображены линии средних высот стволов и расположений от земли до живой короны в зависимос-

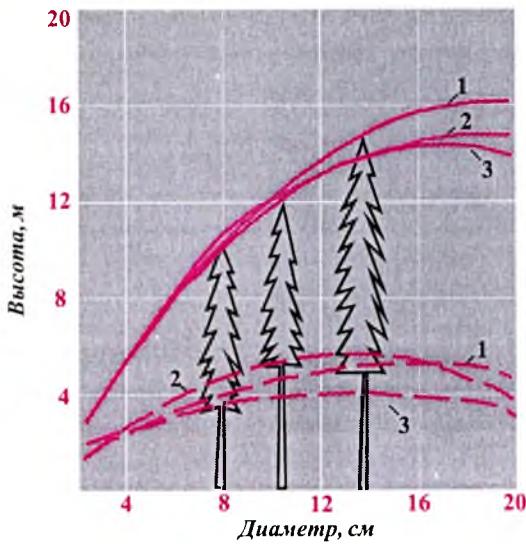


Рис. 7.11. График высот 27-летних культур ели разной густоты: 1-3 тыс.шт./га; 2-5; 3-9 (сплошная линия – высота деревьев; пунктир – высота до живой короны; профили – средние деревья)

ти от диаметров деревьев. Все полученные зависимости хорошо отображаются уравнениями параболы 2-го порядка:

высота деревьев

$$y_1 = -0,043x^2 + 1,704x - 0,663; \eta = 0,983;$$

$$y_2 = -0,043x^2 + 1,608x - 0,023; \eta = 0,982;$$

$$y_3 = -0,047x^2 + 1,663x - 0,189; \eta = 0,942;$$

теснота связи, характеризующаяся критерием Фишера,  $F_{\text{факт}}$ , находится в пределах 461,7...1206,3 при табличном значении  $F_{0,01} = 8,0$ ;

высота до живой короны

$$y_1 = -0,021x^2 + 0,672x - 0,049; \eta = 0,722;$$

$$y_2 = -0,033x^2 + 0,886x - 0,204; \eta = 0,698;$$

$$y_3 = -0,014x^2 + 0,393x + 1,293; \eta = 0,580;$$

теснота связи  $F_{\text{факт}}$  находится в пределах 12,5...76,7 при табличном значении  $F_{0,01} = 7,6$ .

С увеличением диаметра ствола, вне зависимости от густоты, относительная протяженность короны возрастает. Для культур с густотой посадки 5 тыс. шт./га свойственна меньшая протяженность короны (56% от общей длины ствола). Если обратиться к таблице 7.20, то станет очевидным, что при

густоте посадки 5 тыс. шт./га культуры ели в 27-летнем возрасте имеют большую абсолютную полноту нежели на участках с более редкой и густой первоначальной густотой посадки. Таким образом, с увеличением абсолютной полноты искусственного насаждения корона занимает более высокое положение на стволе дерева. Такое строение полога, свойственное основной массе стволов в искусственном насаждении с густотой посадки 5 тыс.шт./га, позволяет накапливать максимум стволовой массы по отношению ко всей совокупности живой надземной фитомассы насаждения (рис.7.12) – 82% (при густоте посадки 3 и 9 тыс. шт./га соответственно 68 и 62%), причем накопление стволовой массы в культурах с густотой 5 тыс. шт./га осуществлено в основном при наименьшем долевом участии хвои. Очевидно, что лучшая активность ассимиляционного аппарата хвои выработана за счет оптимального строения полога, в частности крон деревьев.

В работах Л.А.Иванова (1941, 1946) и Н.Л. Коссович (1940, 1965) подчеркивается, что сухая масса вещества в хвое (листьях) находится в прямой зависимости от интенсивности ассимиляции и может характеризовать энергию и продуктивность фотосинтеза. Нами установлено, что большее содержание абсолютно сухого органического вещества имеет одна хвойка в культурах с густотой посадки 5 тыс. шт./га (табл.7.21).

Лучшее качественное состояние хвои и, как следствие, лучшая активность ассимиляционного аппарата вырабатывается благодаря оптимальному строению крон в насаждении, которое должно находиться в тесной зависимости от оптимальной густоты стояния, то есть это взаимосвязанный процесс. Оптимальным на единице площади будет то число высокопродуктивных деревьев, которое обеспечит формирование оптимально продуктивного лесного полога (Атрохин, 1980).

В табл.7.22 приведены средние значения площадей проекций крон в зависимости от густоты и ступеней толщины. Разные площади проекций крон при одной и той же градации ступеней толщины, отмечаемые в культурах разной густоты, указывают на то, что

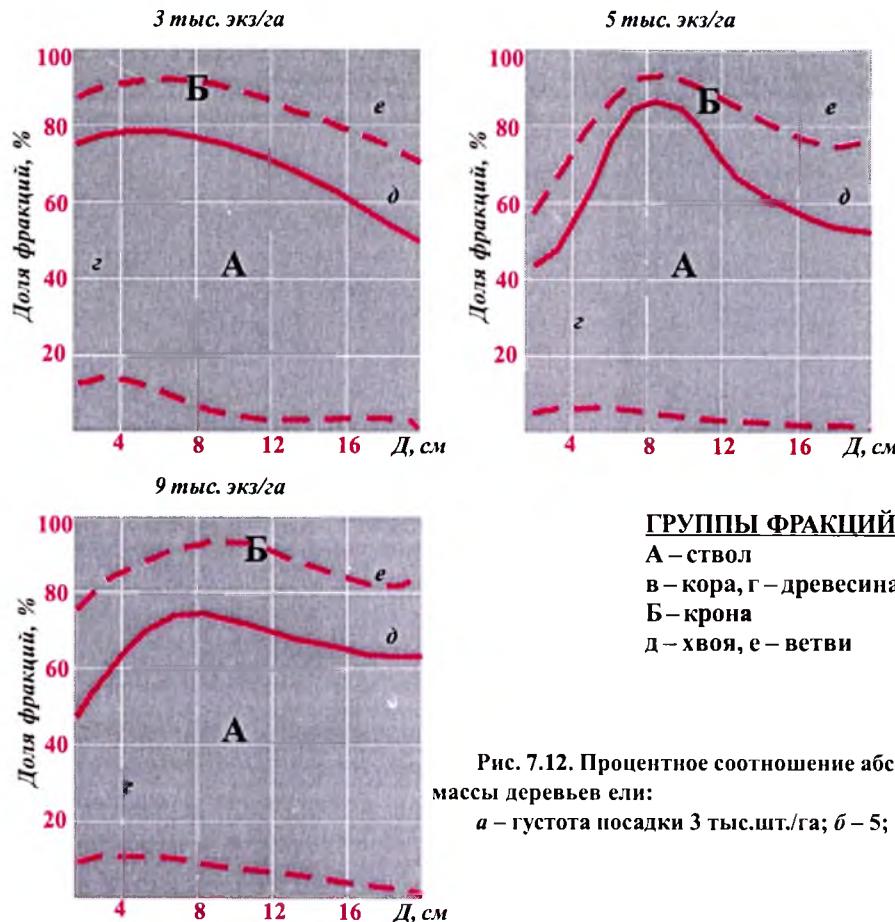


Рис. 7.12. Процентное соотношение абсолютно сухой фитомассы деревьев ели:  
а – густота посадки 3 тыс.шт./га; б – 5; в – 9

Характеристика крон деревьев ели в культурах разной густоты

Таблица 7.20

Ступень толщины, см	Высота ствола, м	Длина кроны, м	Отношение длины кроны к длине ствола, %
<b>3 тыс. шт./га</b>			
4	5,7	3,2	56,1
6	8,1	4,8	59,3
8	10,2	6,1	59,8
10	12,1	7,5	62,0
12	13,6	8,6	63,2
14	14,9	9,6	64,4
16	15,7	10,4	66,2
18	16,1	10,9	67,7
20	16,2	11,2	69,1
<b>5 тыс. шт./га</b>			
4	5,7	2,9	50,9
6	8,0	4,1	51,3
8	10,1	5,4	54,1
10	12,0	6,6	55,0

*Продолжение табл. 7.20*

Ступень толщины, см	Высота ствола, м	Длина кроны, м	Отношение длины кроны к длине ствола, %
12	13,1	7,4	56,5
14	14,0	8,2	58,6
16	14,6	9,1	62,3
18	14,9	10,0	67,1
20	14,8	10,5	70,9
<b>9 тыс. шт./га</b>			
4	5,6	3,1	55,4
6	8,0	4,9	61,3
8	10,1	6,6	65,3
10	11,8	8,0	67,8
12	13,0	9,0	69,2
14	13,9	9,7	69,8
16	14,2	10,2	71,8
18	14,5	10,7	73,8
20	14,2	10,6	74,6

*Таблица 7.21*

*Масса хвои в культурах ели разной густоты, г*

Масса одной хвоинки	Густота посадки ели, тыс. шт./га		
	3	5	9
Сырой	0,00672	0,00682	0,00730
Абсолютно сухой	0,00245	0,00342	0,00325

крона дерева формируется плотностью популяции, то есть густотой стояния. Оптимальной площадью проекции крон ели можно считать 5,5 м<sup>2</sup>. В идеальном 27-летнем искусственном насаждении, где все деревья имели

бы такую площадь проекции кроны, на 1 га должно насчитываться 1818 еловых стволов. Эта цифра близка к оптимальной (1500 шт./га),

*Таблица 7.22*

*Средние значения площадей проекций крон в зависимости от густоты посадки и ступеней толщины, м*

Градация ступеней толщины, см	Густота культур ели (числитель – густота посадки, знаменатель – густота стояния), тыс. шт./га		
	<u>3</u> 1,7	<u>5</u> 3,3	<u>9</u> 4,7
1-4	1,81	0,87	1,63
5-8	3,86	3,48	3,06*
9-12	5,72	5,50*	4,21
13-16	7,67*	7,27	5,67
17-20	10,26	9,53	8,96

\* Площадь проекций крон деревьев, близких к средним.

полученной Н.И. Казимировым (1972) для еловых насаждений среднетаежной подзоны.

Таким образом, на структурную и количественную характеристику фитомассы лесных культур существенное влияние оказывает их густота. Это позволяет при выращивании искусственных насаждений в русле определенного режима густоты осуществлять целенаправленное воздействие на количественное и качественное строение культурфитоценоза. Следствием последнего является реальное воплощение целевого накопления биомассы искусственного леса.

Вне зависимости от густоты, наименьшая продуктивность хвои свойственна деревьям I и V классов Крафта, а наибольшая – деревьям III класса Крафта. Такое свойство деревьев III класса Крафта следует рассмат-

ривать как выработанное эволюцией необходимое приспособление. Оно позволяет быть на высоком уровне конкурентоспособности в среде древесного сообщества. Деревья III класса роста составляют резерв возможных кандидатов на улучшение своего рангового положения. Их следует отнести к деревьям высокого жизненного потенциала.

Выращивая культуры хвойных пород с определенной густотой посадки и регулируя рубками ухода густоту стояния, можно целенаправленно воздействовать на физиологически активные фракции, в частности на хвою, осуществляя этим целенаправленный процесс аккумуляции солнечной энергии. От густоты, как количественного и качественного фактора сложениянского искусственного насаждения, зависит характер биопродукционного процесса особей рукотворного дендроценоза.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абатуров Ю.Д., Матвеева А.А. Определение массы хвои у молодых деревьев сосны по средним побегам // Лесоведение, 1974. № 2. С. 81–85.
2. Алексеев В.А., Гортинский Г.В., Карпов В.Г. Программа-минимум по определению первичной биологической продуктивности надземных растительных сообществ (проект) // Растительные ресурсы, 1967. Т. III. Вып. 4. С. 612–620.
3. Алексеев С.В. К вопросу о плодоношении и искусственном возобновлении лесов Севера. Архангельск, 1932. 48 с.
4. Алексеев С.В. Некоторые результаты выращивания сосны гнездовым способом / Возобновление леса при концентрированных рубках на Севере. Архангельск, 1954. С. 44–51.
5. Андерсон П.П., Репях С.М., Полис О.Р. Основы классификации химических веществ, входящих в состав древесной зелени / Изучение химического состава древесной зелени. Рига, 1983. С. 5–10.
6. Андрущенко А.П. Надземная фитомасса древостоев разного возраста в свежей субори // Исследования по лесоводству и защитному лесоразведению. Харьков: ХСИ, 1977. Т. 240. С. 53–57.
7. Анучин Н.П. Лесная таксация: Учебник для вузов. М., 1982. 552 с.
8. Астрологова Л.Е. К вопросу о продуктивности фитомассы сосново-лиственных молодняков / Вопросы биологии, роста и таксации древостоев. Архангельск: АЛТИ, 1972. Вып. 34. С. 32–38.
9. Астрологова Л.Е. Динамика фитомассы на луговиковой вырубке из-под сосняка черничного в Савинском лесхозе Архангельской области // Возобновление и рост древесных пород на вырубках Европейского Севера. Архангельск: АЛТИ, 1974. Вып. 42. С. 78–84.
10. Астрологова Л.Е. Структура фитомассы сосновых древостоев тайги // Биологические проблемы Севера. VII симпозиум: Лесоведение, лесоводство. Тез. докл. Петрозаводск, 1976. С. 3–5.
11. Астрологова Л.Е. О биологической продуктивности сосняка черничного в средней подзоне тайги // Лесной журнал, 1978. № 2. С. 16–20.
12. Астрологова Л.Е. Изменение запасов фитомасс древесных растений в процессе формирования сосняка черничного // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л.: ЛТА, 1983. С. 116–119.
13. Астрологова Л.Е., Наквасина Е.Н., Изменение фитомассы в связи с рубками ухода в сосново-лиственном молодняке // Лесоведение, 1983. № 5. С. 64–66.
14. Аткин А.С. О точности учёта различных фракций фитомассы в сосновых молодняках / Леса и древесные породы Северного Казахстана. Л., 1974. С. 57–63.
15. Аткин А.С. Фитомасса и обмен веществ в сосновых лесах. Красноярск: ИЛиД, 1984. 134 с.
16. Атрохин В.Г. Формирование высокопродуктивных насаждений. М., 1980. 232 с.
17. Бабич Н.А. Лесоводственная эффективность старейших культур сосны в условиях Архангельской области // Лесное хозяйство, 1982. № 10. С. 63–64.
18. Бабич Н.А. Запасы фитомассы 31-летних посевов сосны в средней подзоне тайги Архангельской области // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1983. С. 50–57.
19. Бабич Н.А., Борский Н.П. Математические модели оценки запаса фитомассы в культурах сосны // Лесное хозяйство, 1985. № 2. С. 53–55.
20. Бабич Н.А. О точности учёта надземной фитомассы культур сосны // Лесной журнал, 1989. № 1. С. 112–115.
21. Бабич Н.А. Выход различных фракций фитомассы *Pinus silvestris* L в сосняке брусничном искусственного происхождения // Растительные ресурсы. Вып. 1, 1989а. С. 39–42.
22. Бабич Н.А., Травникова Г.И. Структура фитомассы сосняковнского происхождения борового экологического ряда // Лесной журнал, 1990. № 3. С. 10–16.
23. Бабич Н.А., Травникова Г.И., Ярославцев С.В. Таблица массы древесной зелени стволов сосны обыкновенной в культурах Европейского Севера // Информационный листок.

Архангельск: ЦНТИ, 1991. № 19–91. 4 с.

24. Бабич Н.А., Васильев А.В. Ресурсный потенциал надземной фитомассы сосняка лишайникового и методы его учёта // Лесной журнал, 1992. № 1. С. 20–24.

25. Бабич Н.А., Ярославцев С.В. Справочно-нормативная таблица процента коры от общей надземной фитомассы деревьев сосны // Информационный листок. Архангельск: ЦНТИ, 1992. № 14–92. 4 с.

26. Бабич Н.А., Соколов Н.Н., Бахтин А.А. Бесценный дар тайги. Архангельск, 1996. 224 с.

27. Бабич Н.А., Мерзленко М.Д. Биологическая продуктивность лесных культур. Архангельск: АГТУ, 1998. 89 с.

28. Бабич Н.А., Травникова Г.И., Гаевский Н.П. Структура и запасы надземной фитомассы сосняка черничного искусственного происхождения // Лесной журнал, 1999. № 2–3. С. 29–35.

29. Байзаков С.Б. Зависимость выхода хвойной массы от полноты насаждения / Научно-производственная конференция по вопросам лесного хозяйства в Казахстане. Алма-Ата, 1967. С. 16–18.

30. Бахтин А.А. Надземная фитомасса ели в смешанных насаждениях / Комплексное использование древесины. Тез. докл. Архангельск, 1977. С. 5–6.

31. Бахтин А.А. Строение ели и берёзы по элементам надземной фитомассы в молодняках Архангельской области // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1981. С. 136–140.

32. Бахтин А.А. Анализ некоторых способов отбора деревьев для определения надземной фитомассы ели // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1988. С. 100–104.

33. Бахтин А.А. Распределение ели и берёзы по ступеням надземной фитомассы // Материалы отчётной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1988 год. Архангельск, 1989. С. 62–64.

34. Бахтин А.А. О точности определения надземной фитомассы ели в древостое // Материалы отчётной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1990 год. Архангельск, 1991. С. 41–42.

35. Бахтин А.А., Соколов Н.Н. Структура средневозрастных еловово-берёзовых древостоев по показателям фитомассы /

Проблемы развития лесного комплекса Северо-западного региона. Тез. докл. Петрозаводск, 1996. С. 45–46.

36. Беляев В.В., Пигарев Ф.Т., Сенчуков Б.А. Влияние фитомассы и размеров сеянцев и саженцев на рост культур сосны и ели // Материалы годичной сессии по итогам НИР за 1979 год. Архангельск: АИЛХ, 1980. С. 77–78.

37. Беляев В.В. Рост культур сосны и ели в зависимости от фитомассы сеянцев и саженцев в условиях Европейского Севера / Роль науки в создании лесов будущего. Тез. докл. Л., 1981. С. 64.

38. Беридзе Т.Х. Эколого-агрономический анализ использования древесной коры в сельском хозяйстве / Естественные науки в решении экологических проблем народного хозяйства. Мат. конф. Ч. 1. Пермь, 1991. С. 70–73.

39. Бобкова К.С. Биологическая продуктивность некоторых хвойных фитоценозов средней тайги // Комплексные биогеоценологические исследования хвойных лесов Европейского северо-востока: Труды Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1985. Вып. 73. С. 5–14.

40. Бобкова К.С., Тужилкина В.В., Патотов А.И. Ресурсы и возможности использования древесной зелени хвойных в Коми АССР. Сыктывкар, 1986. 20 с.

41. Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов Европейского северо-востока. Л., 1987. 158 с.

42. Бобкова К.С., Тужилкина В.В., Сенькина С.Н. и др. Эколого-физиологические основы продуктивности сосновых лесов Европейского северо-востока. Сыктывкар, 1993. 176 с.

43. Богданова Г.А. Биологически активные вещества в хвое и листьях древесных пород Сибири. Красноярск, 1975. 16 с.

44. Бузыкин А.И., Пшеничникова Л.С. Формирование сосново-лиственных молодняков. Новосибирск, 1980. 176 с.

45. Букштынов А.Д. Использование древесной коры в народном хозяйстве // Лесное хозяйство, 1989. № 6. С. 13–15.

46. Бызов В.И., Семёнов А.С., Попов В.М. Цельнопрессованные стаканы из коры для выращивания растений // Лесохозяйственная информация (реферативный выпуск). 1975. № 1. С. 12–13.

47. Быков Е.Н., Вассель Я.М., Новицкая Ю.Е., Софронова Г.И. Динамика содержания каротина у основных древесных пород Карелии // Лесное хозяйство, 1982. № 7. С. 21–22.
48. Вакуров А.Д. Продуктивность сосновок в подзоне северной тайги / Продуктивность органической массы лесов в разных природных зонах. М., 1973. С. 7–27.
49. Вакуров А.Д. Определение общей фитомассы в сосновках чернично-зеленомошных / Продуктивность органической и биологической массы леса. М., 1974. С. 11–15.
50. Вакуров А.Д. Производительность ельников на Европейском Севере / Продуктивность органической и биологической массы леса. М., 1974а. С. 7–10.
51. Вакуров А.Д. Тридцатилетний опыт выращивания сосновых культур разной густоты под Москвой // Лесоведение, 1979. № 6. С. 81–84.
52. Варфоломеев Л.А., Мочалов Б.А. К применению в лесопитомниках удобрений, приготовленных на основе древесной коры / Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве. Архангельск, 1986. С. 76.
53. Ватковский О.С. Анализ формирования первичной продуктивности лесов. М., 1976. 116 с.
54. Верегенник Д.Г. Использование древесной коры в народном хозяйстве. М., 1976. 120 с.
55. Войнов Г.С. Объёмы стволов осины / Лесотаксационный справочник для Северо-востока Европейской части СССР. Архангельск: АИЛХ, 1986. С. 64–65.
56. Войчаль П.И. Особенности опытных культур сосны обыкновенной из разных районов Архангельской области // Природа и хозяйство Севера. Апатиты, 1971. Вып. 3. С. 237–238.
57. Войчаль П.И., Бабич Н.А., Попов В.Я. О географической изменчивости сосны обыкновенной в пределах Архангельской области / Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное рациональное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Тез. докл. Архангельск, 1983. С. 81–82.
58. Вялых Н.И., Чекризов Е.А., Гоголева Л.Г., Панкратова Р.П. Запас горючих материалов в некоторых типах леса северной подзоны тайги // Материалы годичной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1978 год. Архангельск, 1979. С. 31–33.
59. Вялых Н.И., Звонкова А.А., Ускова Л.В., Калитин А.Ф. Запасы лесных горючих материалов в некоторых типах леса средней подзоны тайги // Материалы годичной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1981 год. Архангельск, 1982. С. 73–74.
60. Вялых Н.И., Звонкова А.А. Состав и запасы напочвенных горючих материалов в различных типах леса / Лесоводственные исследования на зонально-типологической основе. Архангельск: АИЛХ, 1984. С. 124–137.
61. Габеев В.Н. Биологическая продуктивность лесов Приобья. Новосибирск, 1976. 172 с.
62. Габеев В.Н. Таблицы массы стволов сосны / Восстановление лесов Западной Сибири. Красноярск, 1985. С. 44–88.
63. Георгиевский Н.П. О развитии насаждений при рубках ухода // Развитие русского лесоводства. Вып. 1. М.–Л., 1948. С. 112–179.
64. Горбатенко В.М., Протопопов В.В. О точности учёта фитомассы крон и хвои сосновых древостоев // Лесное хозяйство, 1971. № 4. С. 39–41.
65. Гортинский Г.Б. О весовых соотношениях основных компонентов фитомассы в еловых древостоях / Биологические проблемы Севера. VII симпозиум: Лесоведение, лесоводство. Тез. докл. Петрозаводск, 1976. С. 33–35.
66. Государственная фармакопея СССР. Т.XI. Вып. 1. М., 1978. 620 с.
67. Грищенко А.В., Кучерявый В.А., Томчук Р.И., Задорожный В.В. Крона дерева: промышленное и рекреационное использование. Львов, 1985. 168 с.
68. Грук П.В. Фитомасса сосновых культур в мшистом и вересковом типах леса // Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1979. Вып. 14. С. 56–59.
69. Гульбе Т.А., Рождественский С.Г. Первичная продуктивность и вертикальная структура фитомассы 27-летних культур ели в Ярославской области / Закономерности роста и производительности древостоев. Тез. докл. Каunas, 1985. С. 212–214.

70. Гуняженко И.В., Пашкевич Л.С. Запасы древесной зелени в сосновых насаждениях БССР / Комплексное ведение хозяйства в сосновых лесах. Тез. докл. Гомель, 1982. С. 126–128.
71. Гурцев А.И. Фитопродукция культур сосны разной густоты посадки / Роль науки в создании лесов будущего. Тез. докл. Л., 1981. С. 72–73.
72. Гусев И.И., Соколов Н.Н. Объём сучьев и вес хвойной лапки в ельниках Севера // Лесной журнал, 1973. № 3. С. 25–29.
73. Гусев И.И., Соколов Н.Н. Учёт элементов живой кроны ели // Возобновление и рост древесных пород на вырубках Европейского Севера. Архангельск: АЛТИ, 1974. Вып. 42. С. 50–52.
74. Гусев И.И. Фракционный состав елового древостоя по элементам фитомассы // Учёт лесного фонда и организация лесного хозяйства. Красноярск: СТИ, 1976. Вып. 5. С. 25–30.
75. Гусев И.И., Соколов Н.Н. Запасы технической зелени в ельниках Севера / Сообщение секретариата РICEA. Тарту, 1977. С. 30–35.
76. Гусев И.И. Продуктивность ельников Севера. Л., 1978. 232 с.
77. Гусев И.И. Объёмы стволов ели / Лесотаксационный справочник для северо-востока Европейской части СССР. Архангельск: АИЛХ, 1986. С. 58–59.
78. Давидюк К. Хвойную муку заготовляют промышленным способом // Животноводство, 1972. № 12. С. 86.
79. Дылис Н.В., Носова Л.М. Фитомасса лесных биогеоценозов Подмосковья. М., 1977. 144 с.
80. Евдокимов И.В. Ресурсы почек в культурах сосны / Молодые учёные Поморья. Тез. докл. Архангельск: ПГУ, 2001. С. 17–19.
81. Елизаров Ф.П., Семёнов Б.А. О фитомассе предтундровых лесов на северо-востоке Европейской части СССР // Материалы отчётной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1990 год. Архангельск, 1991. С. 71–72.
82. Ерусалимский В.И. Рост сосны в культурах, произведённых посевом и посадкой // Лесовосстановление и лесные культуры. М.: ВНИИЛМ, 1962. Вып. 42. С. 26–31.
83. Житков А.В. Утилизация древесной коры. М., 1985. 136 с.
84. Зайцева Н.Л., Саковец В.И. Запасы сосновых почек в сосняках среднетаёжной подзоны / Система лесохозяйственных мероприятий в сосновых лесах Карелии. Петрозаводск, 1985. С. 141–144.
85. Зелень древесная хвойная. Технические условия: ГОСТ 21769-76. М., 1978. 8 с.
86. Зиганшин Р.А., Семечкина М.Г. Анализ пригодности некоторых корреляционных уравнений для выражения связи диаметра деревьев с показателями их фитомассы // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1973. С. 150–163.
87. Иванов Л.А. Фотосинтез и урожай / Сборник работ по физиологии растений, посвящённый памяти К.А. Тимирязева. М., 1941. С. 82–90.
88. Иванов Л.А. Свет и влага в жизни наших древесных пород. М., 1946. 60 с.
89. Иванов Ю. Фильтры из коры древесины // Лесная новь, 1976. № 11. С. 19.
90. Иванчиков А.А., Зябченко С.С., Софронова Г.И. Ресурсы сосновой зелени в лесах Карелии / Комплексное ведение хозяйства в сосновых лесах. Тез. докл. Гомель, 1982. С. 128–130.
91. Иевинь И.К., Галванс У.И., Даугавистис М.О. и др. Комплексное использование древесины при рубках ухода. М., 1976. 88 с.
92. Ильинский В.В. Биомасса сосны в насаждениях различных бонитетов // Лесное хозяйство, 1968. № 3. С. 34.
93. Ипатов Л.Ф. Таблица объёмов маломерных стволов сосны. Вологда, 1969. 4 с.
94. Ипатов Л.Ф. Строение и рост культур сосны на Европейском Севере. Архангельск, 1974. 108 с.
95. Ипатов Л.Ф. Повышение продуктивности лесов методом лесных культур / Лес, окружающая среда и новые технологии в Северной Европе. Тез. докл. межд. конф. Петрозаводск-Йоэнсуу, 1994. С. 425–426.
96. Ипатов Л.Ф. Рост опытных культур С.В. Алексеева, созданных посадкой и посевом // Лесной журнал, 1999. № 2–3. С. 24–29.
97. Ишина Н.Б. Потенциальные запасы и экономическая эффективность использования хвойно-витаминной муки // Лесное хозяйство, 1988. № 3. С. 49–50.
98. Казимиров Н.И. Оптимальная струк-

- тура еловых насаждений / Питание древесных растений и проблема повышения продуктивности лесов. Петрозаводск, 1972. С. 124–136.
99. Казимиров Н.И., Волков А.Д., Зябченко С.С. и др. Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Л., 1977. 304 с.
100. Казимиров Н.И., Морозова Р.М. Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л., 1979. 175 с.
101. Калинин В.И. Лиственница Европейского Севера. М., 1965. 90 с.
102. Каменецкая И.В. Изменение массы и морфологии хвои разных возрастов в кронах сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) по годам в разных типах леса / Продуктивность и структура растительности молодых сосновок. М., 1973. С. 63–86.
103. Карпов А.Н. Таксация пробных площадей. Л.: ЦНИИЛХ, 1955. 64 с.
104. Кищенко И.Т. Сезонный рост хвои сосны в разных типах леса южной Карелии // Лесоведение, 1978. № 2. С. 29–32.
105. Климов Р.Н. Изменение фитомассы берёзово-еловых древостоев в связи с рубками ухода / Биологические проблемы Севера. VII симпозиум: Лесоведение, лесоводство. Тез. докл. Петрозаводск, 1976. С. 80–82.
106. Ковалёв А.Г. Влияние интенсивности света на анатомо-морфологическое строение хвои сосны // Лесоведение, 1983. № 1. С. 29–34.
107. Кондратьев П.С. Закономерности формирования отдельных вегетативных органов дерева в разных типах леса и в разных зонах Европейской части СССР. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. М.: МГУ, 1961. 22 с.
108. Коссович Н.Л. Влияние рубок ухода на ассимиляцию, освещение и прирост ели в елово-лиственных древостоях // Сборник трудов ЦНИИЛХ. М.–Л., 1940. С. 46–51.
109. Коссович Н.Л. Физиологические исследования в слово-лиственных насаждениях в связи с рубками ухода за лесом / Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. Л., 1965. С. 82–91.
110. Костин Н.В., Преснухин Ю.В., Тумашевич Т.Я. Размеры и масса хвои сосны обыкновенной в связи с производительностью насаждений / Моделирование лесных биогеоценозов. Петрозаводск, 1986. С. 99–105.
111. Котов С.Д. Отделочные материалы из коры // Лесная промышленность, 1994. № 1. С. 23–24.
112. Корняк В.С., Чертовской В.Г. Биомасса древесного полога соснового в предтундровой зоне // Материалы годичной сессии по итогам НИР за 1976 г. Архангельск: АИЛХ, 1977. С. 14–15.
113. Кричун В.М. Таблица веса деревьев саксаула // Труды Казахстанского НИИЛХ. Алма-Ата, 1965. Т. V. Вып. 2. С. 16–19.
114. Кузьмин И.А. Рост сосны в группах разной густоты / Вопросы лесовосстановления и лесозащиты в Карелии. Петрозаводск, 1983. С. 54–56.
115. Ладинская С.И., Худашева Г.С., Грацианова О.В., Медников Ф.А. Протеин хвои сосны и ели и возможности его выделения // Лесной журнал, 1974. № 4. С. 100–103.
116. Ларин В.Б., Паутов Ю.А. Формирование хвойных молодняков на вырубках северо-востока Европейской части СССР. Л., 1989. 144 с.
117. Лебедев В.А., Макаров Н.Ф. Продуктивность органической массы сосновых насаждений в Базарно-Карабулакском мехлесхозе Саратовской области // Лесоводство и лесомелиорация. Саратов: ССИ, 1977. Вып. 97. С. 12–25.
118. Левин В.И. Таблицы по учёту таёжных лесов. Архангельск: ЦБТИ, 1960. 24 с.
119. Левин Э.Д., Репях С.М. Переработка древесной зелени. М., 1984. 120 с.
120. Лесотаксационный справочник для северо-востока Европейской части СССР. Архангельск: АИЛХ, 1986. 358 с.
121. Лес – сельскому хозяйству / Под ред. А.Я. Калнины. М., 1978. 192 с.
122. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.И. Физиология древесных растений. М., 1974. 279 с.
123. Литвак П.В. Перспективный способ хранения древесной зелени сосны // Лесное хозяйство, 1971. № 4. С. 38–39.
124. Луганская В.Д., Луганский Н.А. Надземная биомасса сосновых молодняков на Среднем Урале // Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1970. Вып. 4. С. 69–90.
125. Львов П.Н., Суржко П.Г. Рост сосны при посеве в площадки на Севере // Лесное хозяйство, 1959. № 6. С. 26–29.

126. Львов П.Н., Ипатов Л.Ф. Лесная типология на географической основе. Архангельск, 1976. 196 с.
127. Марченко А.И., Карлов Е.М. Об изучении запасов растительной массы в ельниках зеленомошниках северной тайги // Ботанический журнал, 1961. Т. 46. № 8. С. 1146–1152.
128. Марченко А.И., Карлов Е.М. Минеральный обмен в еловых лесах северной тайги Архангельской области // Почвоведение, 1962. № 7. С. 52–65.
129. Маслаков Е.Л. О некоторых особенностях дифференциации деревьев в групповых культурах сосны // Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1970. Вып. 5. С. 210–212.
130. Маслаков Е.Л. О структуре групповых культур сосны / Вопросы лесоустройства, таксации и экономики лесного хозяйства. Л.: ЛенНИИЛХ, 1973. С. 223–235.
131. Маслаков Е.Л. Эколого-ценотические факторы возобновления и формирования (организации) насаждений сосны: Автореф. ... докт. биол. наук. Свердловск, 1981. 50 с.
132. Материалы по международной биологической программе. Новосибирск, 1971. 68 с.
133. Мелехов И.С. Об отложении лесной подстилки в зависимости от типа леса // Труды АЛТИ. Архангельск, 1957. Вып. 17. С. 124–137.
134. Мелехов И.С., Чертовской В.Г., Монсеев Н.А. Леса Архангельской и Вологодской областей / Леса СССР. Т. 1. М., 1966. С. 78–156.
135. Мелехов И.С. Комплексная продуктивность леса и пути её повышения // Лесоведение и лесоводство, лесная таксация и лесоустройство, лесные культуры: Научные труды МЛТИ. М., 1973. Вып. 49. С. 5–13.
136. Мелехов И.С. Лесоводство в преддверии XXI века // Лесное хозяйство, 1986. № 8. С. 3–5.
137. Мелехов И.С. Лесоводство. Учебник для вузов. М., 1989. 302 с.
138. Мерзленко М.Д., Гурцев А.И. Биологическая продуктивность культур сосны обыкновенной в зависимости от густоты посадки // Лесоведение, 1982. № 2. С. 85–88.
139. Мерзленко М.Д. Продуктивность работы хвои в культурах ели разной густоты // Научные труды МЛТИ. М., 1986. Вып. 185. С. 57–61.
140. Мерзленко М.Д., Шестакова Е.Ю. Биологическая продуктивность искусственных молодняков ели // Научные труды МГУЛ. М., 1992. Вып. 257. С. 38–45.
141. Минин Н.С. К биологической продуктивности культур сосны в связи с рубками ухода / Тез. докл. Архангельск, 1980. С. 29.
142. Минин Н.С. К вопросу биологической продуктивности сосновых культур, пройденных рубками ухода / Роль науки в создании лесов будущего. Тез. докл. на всесоюзной конф. молодых учёных. Л., 1981. С. 32–33.
143. Минин Н.С. Особенности роста культур сосны в зависимости от густоты после рубок ухода // Материалы отчётной сессии по итогам НИР за 1983 г. Архангельск: АИЛХ, 1984. С. 57–59.
144. Минин Н.С. Особенности роста культур сосны в зависимости от густоты после рубок ухода // Материалы отчётной сессии по итогам НИР за 1983 г. Архангельск: АИЛХ, 1984 а. С. 57–59.
145. Минин Н.С. Эффективность комплексных уходов в лесных культурах сосны Архангельской области // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л.: ЛТА, 1984 б. С. 58–64.
146. Минин Н.С., Чибисов Г.А. Эффективность рубок ухода в сосняках искусственного происхождения // Материалы отчётной сессии по итогам НИР в XI пятилетке. Архангельск: АИЛХ, 1986. С. 53–54.
147. Минин Н.С. Масса и продуктивность хвои в культурах сосны с комплексными уходами // Материалы отчётной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1987 г. Архангельск, 1988. С. 60–62.
148. Минин Н.С. К методу учёта надземной фитомассы культур сосны // Материалы отчётной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1988г. Архангельск, 1989. С. 40–42.
149. Минин Н.С., Чибисов Г.А. Результаты комплексных уходов в культурах сосны // Материалы отчётной сессии по итогам НИР за 1990 год. Архангельск: АИЛХ, 1991. С. 56–58.
150. Минин Н.С. Особенности накопления органического вещества в надземной части культур сосны под влиянием рубок ухода // Проблемы экологии на Европейском Севере. Архангельск: АЛТИ, 1992. С. 35–38.

151. Минин Н.С. Подземная фитомасса культур сосны, формирующихся под влиянием рубок ухода // Экологические проблемы Севера. Межвуз. сб науч. тр. Вып.3. Архангельск, 2000. С. 57–60.
152. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М., 1967. 100 с.
153. Молчанов А.А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон. М., 1971. 276 с.
154. Молчанов А.А. Продуктивность сосновых бруслично-мшистых в Прокудинском бору Московской области / Продуктивность органической и биологической массы леса. М., 1974. С. 78–140.
155. Молчанов А.А. Продуктивность органической массы в сосновых беломошниках / Продуктивность органической и биологической массы леса. М., 1974 б. С. 24–42.
156. Молчанов А.А. Продуктивность органической массы в сосновых брусличниках / Продуктивность органической и биологической массы леса. М., 1974 а. С. 16–23.
157. Молчанов А.А., Полякова А.Ф. Продуктивность органической массы в сосновых сфагновых / Продуктивность органической и биологической массы леса. М., 1974. С. 43–77.
158. Морозов Г.Ф. Очерки по лесокультурному делу. М.–Л., 1930. 270 с.
159. Мосина С. И корьё – сырьё // Лесная новь, 1984. № 6. С. 18.
160. Мука витаминная из древесной зелени. Технические условия: ГОСТ 13797–78. М., 1978. 7 с.
161. Набатов Н.М. Роль берёзы в культурах сосны // Лесное хозяйство, 1964. № 1. С. 41–43.
162. Набатов Н.М. Культуры соснового посева и посадкой. М., 1968. 108 с.
163. Надуткин В.Д., Модянов А.Н. Надземная фитомасса древесных растений в сосновых зеленомошных // Вопросы экологии сосновых Севера: Труды Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1972. Вып. 24. С. 70–80.
164. Наквасина Е.Н. Влияние количества растений в посевном месте на рост культур сосновых // Сборник научных трудов. Архангельск: АЛТИ, 1976. С. 5–8.
165. Непогодьева Т.С., Улиссова Н.В., Тарханов С.Н., Сизов И.И. Устойчивость и рост климатиков сосновы и ели в условиях Европейского Севера / Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное рациональное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Тез. докл. Архангельск, 1983. С. 79–81.
166. Николаев В. Целебные дары хвой // Фармацевтический вестник. 2000. № 7.
167. Новикова А.А. Профилактика и лечение болезней деревьями, кустарниками, ядовитыми растениями. М.–Минск, 2000. 208 с.
168. Паутов Ю.А. Особенности дифференциации деревьев в групповых культурах сосновых / Биогеоценологические исследования хвойных фитоценозов на Севере. Сыктывкар, 1983. С. 76–81.
169. Пигарев Ф.Т., Непогодьева Т.С., Ещеркина Л.Ф. Лесные культуры в связи с типами вырубок на Севере / Вопросы таёжного лесоводства на Европейском Севере. М., 1967. С. 205–235.
170. Пигарев Ф.Т., Непогодьева Т.С., Сенчуков Б.А. Нормы высева семян сосновой и ели в посевах на вырубках / Вопросы лесокультурного дела на Европейском Севере. Архангельск: АИЛХ, 1974, С. 79–96.
171. Пинчук А.М., Ломов В.Д. Влияние густоты сосновых молодняков на анатомические показатели древесины и накопление надземной органической массы // Лесоведение и лесоводство, лесная таксация и лесоустройство, лесные культуры: Научные труды МЛТИ. М., 1973. Вып. 49. С. 38–42.
172. Писаренко А.И., Мерзленко М.Д. Густота культур и индекс равномерности // Лесное хозяйство, 1978. № 1. С. 34–40.
173. Плохинский Н.А. Достаточная численность выборки // Биологические науки, 1982. № 2. С. 101–105.
174. Поздняков Л.К. Элементы биологической продуктивности светло-хвойных лесов Якутии // Лесоведение, 1967. № 6. С. 36–43.
175. Поздняков Л.К., Протопопов В.В., Горбатенко В.М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. Красноярск, 1969. 156 с.
176. Поздняков Л.К. Лесное ресурсоведение. Новосибирск, 1973. 120 с.

177. Полубояринов О.И. Современные тенденции изменения показателей плотности древесины, поступающей на лесоперерабатывающие предприятия / Структура, свойства и качество древесины. М., 1990. С. 32–36.
178. Поляков А.Н., Ипатов Л.Ф., Успенский В.В. Продуктивность лесных культур. М., 1986. 241 с.
179. Попов В.Я., Войчаль П.И. О росте сосновых культур из иркутских семян на юге Архангельской области // Лесной журнал, 1964. № 6. С. 12–16.
180. Попов Л.В., Синькевич М.С., Шубин В.И. Посев леса на вырубках. Петрозаводск, 1961. 111 с.
181. Попов В.Я. О некоторых эколого-морфологических признаках сосны различного происхождения в Архангельской области // Лесной журнал, 1965. № 2. С. 15–16.
182. Попов В.Я., Войчаль П.И. К вопросу о приживаемости и росте производственных культур сосны из инорайонных семян в Архангельской области // Лесной журнал, 1965. № 3. С. 18–22.
183. Поротов В.Н. Динамика массы хвои и древесины под влиянием рубок ухода // Материалы годичной сессии по итогам НИР за 1979 г. Архангельск: АИЛХ, 1980. С. 75–76.
184. Поротов В.Н. Метод расчёта фитомассы сосновок, формируемых рубками ухода / Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное рациональное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Тез. докл. Архангельск, 1983. С. 142–144.
185. Потапова С.А. Изменение длины хвои как показатель успеха адаптации интродуцированных сосен / Древесные растения в природе и культуре. М., 1983. С. 63–67.
186. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная: изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М., 1964. 192 с.
187. Преображенский А.В. Опытная культура 1914–1915 гг. профессора В.Д. Огиевского // Труды Ленинградской лесотехнической академии. Л.: ЛТА, 1950. Вып. 68. С. 89–97.
188. Преображенский А.В. О способе искусственного возобновления хвойных на вырубках / Возобновление леса при концентрированных рубках на Севере. Архангельск, 1954. С. 52–59.
189. Преображенский А.В. Влияние на рост сосны и ели количества растений в биогруппе / / Труды Ленинградской лесотехнической академии Л: ЛТА, 1959. Вып. 90. С. 41–46.
190. Программа и методика биогеоценотических исследований / Под ред. В.Н. Сукачёва и Н.В. Дылиса. М., 1966. 334 с.
191. Прокопьев М.Н. Сравнительная оценка посадки и посева сосны // Лесное хозяйство, 1965. № 3. С. 35–39.
192. Прокопьев М.Н. Культуры сосны в таёжной зоне. М., 1981. 137 с.
193. Прохоров Ю.А. О точности учёта фитомассы хвои и ветвей у молодых деревьев сосны / Лесовосстановление в Казахстане. Алма-Ата, 1986. С. 103–111.
194. Пунько Б.М. Использование регressiveного метода при оценке накопления надземной фитомассы // Лесной журнал, 1993. № 1. С. 5–8.
195. Прыгов Е.В., Уродкова Е.Н., Феклистов П.А. Параметры ассимиляционного аппарата в разных типах сосновок // Экологические проблемы севера. Архангельск, 2000. Вып. 3. С. 25–28.
196. Редько Г.И., Родин А.Р., Трещевский И.В. Лесные культуры: Учебник для вузов, 2-е изд. перераб. и доп. М., 1985. 400 с.
197. Редько Г.И., Бабич Н.А. Лесовосстановление на Европейском Севере России. Архангельск, 1994. 188 с.
198. Репях С.М., Чупрова Н.А. Схема исследования химического состава древесной зелени / Изучение химического состава древесной зелени. Рига, 1983. С. 11–21.
199. Репях С.М., Левин Э.Д. Кормовые добавки из древесной зелени. М., 1988. 96 с.
200. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., 1968. 145 с.
201. Российский винокурь: старинные рецепты. Публ. по изд. 1796 года. М., 1993. 144 с.
202. Рубцов В.И., Рубцов В.В. Биологическая продуктивность 20-летних культур сосны при разной густоте посадки // Лесоведение, 1975. № 1. С. 28–36.
203. Рубцов В.И., Новосельцева А.И., Попов В.К., Рубцов В.В. Биологическая про-

дуктивность сосны в лесостепной зоне. М., 1976. 224 с.

204. Рыбинская А.П., Туфанова Н.А. Биохимическая характеристика коры осины и берёзы как кормового ресурса на Европейском Севере / Интенсификация подсочки и использования вторичной продукции леса. Архангельск: АИЛХ, 1986. С. 121–128.

205. Рысин А.П. Сосновые леса европейской части СССР. М., 1975. 212 с.

206. Семечкина М.Г., Семечкин И.В. Оценка методов определения надземной фитомассы сосновых древостоев / Исследование биологических ресурсов средней тайги Сибири. Красноярск, 1973. С. 105–116.

207. Семечкина М.Г. Структура фитомассы сосняков. Новосибирск, 1978. 166 с.

208. Семёнов Б.А. Объёмы стволов берёзы / Лесотаксационный справочник для северо-востока Европейской части СССР. Архангельск: АИЛХ, 1986. С. 60–61.

209. Семёнов Б.А. О продуктивности лесных фитоценозов на северном пределе их произрастания // Материалы годичной сессии по итогам НИР за 1976 г. Архангельск: АИЛХ, 1977. С. 12–14.

210. Семёнов Б.А., Нечаев В.Н. Масса коры, ветвей и хвои сосны в различных типах сосновок Крайнего Севера / Использование древесных отходов и побочных продуктов леса. Архангельск, 1977. С. 23–25.

211. Серый В.С., Листов А.А. Надземная фитомасса древостоев разной густоты и влияние удобрений на её структуру в среднетаёжных сосновках лишайниковых / Лесоводственные исследования на зонально-типологической основе. Архангельск: АИЛХ, 1984. С. 78–87.

212. Синников А.С. К истории лесных культур Архангельской области // Сборник статей по лесному хозяйству. Архангельск, 1958. С. 57–68.

213. Синников А.С. Перспективы использования древесных отходов – коры, одуванчики, гидролизного лигнина – в сельском, лесном и коммунальном хозяйствах / Использование древесной коры в лесном, сельском и коммунальном хозяйствах. Тез. докл. Архангельск: ЦНТИ, 1978. С. 1–3.

214. Синников А.С., Калугина З.С. Рекомендации по использованию древесной

коры в качестве тепличного грунта в лесном и сельском хозяйствах. Архангельск: АИЛХ, 1984. 12 с.

215. Синькевич М.С. К вопросу о влиянии на рост культур сосны и ели количества растений в биогруппах // Сборник работ по лесному хозяйству. М.: ЛенНИИЛХ; 1962. Вып. 5. С. 212–218.

216. Синькевич М.С., Цинкович Л.К. Влияние густоты культур сосны на накопление запаса и его качество / Биологические проблемы Севера. VII симпозиум: Лесоведение, лесоводство. Тез. докл. Петрозаводск, 1976. С. 183–185.

217. Сироткин Ю.Д., Грук П.В. Фитомасса культур сосны разной исходной густоты // Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1980. № 15. С. 35–39.

218. Смирнов В.В. Органическая масса в некоторых лесных фитоценозах Европейской части СССР. М., 1971. 362 с.

219. Соколов Н.Н. Таблицы объёма маломерных стволов сосны // Лесной журнал, 1965. № 6. С. 17–19.

220. Солодкий Ф.Т., Агранат А.Л. Обзорная статья по составу хвои сосны и ели // Использование живых элементов дерева. Л: ЛТА, 1969. № 119. Вып. 1. С. 33–35.

221. Соснин А.Е. Загуляева М.М., Лушина Е.С. Извлечение танидов из сосновой коры // Лесной журнал, 1972. № 1. С. 106–109.

222. Сукачёв В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М., 1961. 144 с.

223. Терешин Ю.А. Возраст хвои и её фотосинтетическая деятельность у древесных растений / Тезисы Всесоюзного совещания по вопросам питания древесных растений и повышения продуктивности насаждений. Петрозаводск, 1969. С. 115–116.

224. Тимофеев В.П. Опыт выращивания лиственницы при различной густоте посадки // Известия ТСХА, 1959. № 2 (27). С. 123–140.

225. Тимофеев В.П. Основы выращивания лиственницы / Опыт выращивания лесных культур лиственницы в РСФСР. М., 1976. С. 6–60.

226. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. Изд. 2-е. М.–Л., 1955. 600 с.

227. Токмурzin Т.Х. Выбор методов учёта фитомассы лесонасаждений / Актуаль-

- ные вопросы лесного хозяйства Казахстана. Алма-Ата, 1977. С. 71–76.
228. Токмурзин Т.Х., Байзаков С.Б. К методике сбора материалов по количественной оценке фитомассы древостоев / Актуальные вопросы лесного хозяйства Казахстана. Алма-Ата, 1977. С. 76–88.
229. Токмурзин Т.Х., Байзаков С.Б., Нурпейсов К.Н. Таксация фитомассы древостоев. Алма-Ата: КазСХИ, 1987. 58 с.
230. Томчук Р.И. Комплексное использование лесосечных отходов. М., 1968. 93 с.
231. Томчук Р.И., Томчук Г.Н. Древесная зелень и её использование в народном хозяйстве. М., 1973. 360 с.
232. Тутыгин Г.С., Гаевский Н.П., Петрик В.В. Технология производства недревесной продукции леса. Учебное пособие. Архангельск: АГТУ, 2000. 268 с.
233. Тюриин Е.Г. Таблицы хода роста смешанных сосново-берёзовых молодняков Коми АССР и объёмы их стволов. Вологда, 1972. 27 с.
234. Тюриин Е.Г., Нефёдов Н.М., Серый А.А. Вологодские леса. Архангельск, 1984. 128 с.
235. Усова Н.П. Химический состав хвои и пути её использования // Лесное хозяйство, 1973. № 10. С. 27–30.
236. Усова Д.А. Вес надземной фитомассы у подроста хвойных в связи с микроклиматическими условиями // Возобновление и рост древесных пород на вырубках Европейского Севера. Архангельск: АЛТИ, 1974. Вып. 42. С. 67–74.
237. Усольцев В.А. О точности регрессионной оценки фитомассы древостоев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1984. № 9. С. 77–83.
238. Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск, 1985. 192 с.
239. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск, 1988. 254 с.
240. Усольцев В.А., Нагимов З.Я. Методы таксации фитомассы деревьев и древостоев. Свердловск: УЛТИ, 1988. 86 с.
241. Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 542 с.
242. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 708 с.
243. Успенский В.В. Способ учёта ресурсов ветвей в сосновых лесах // Лесной журнал, 1982. № 2. С. 17–20.
244. Уткин А.И. Исследования по первичной биологической продуктивности лесов в СССР // Лесоведение, 1970. № 3. С. 58–89.
245. Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) // Итоги науки и техники: Лесоведение и лесоводство. Т.1. М.: ВИНТИ, 1975. С. 9–189.
246. Уткин А.И., Ермолова Л.С. Биологическая продуктивность культур сосны обыкновенной в Ульяновском Поволжье // Лесоведение, 1979. № 3. С. 3–15.
247. Уткин А.И., Атиков Н.В., Ермолова Л.С. и др. Биологическая продуктивность сосны обыкновенной и лиственницы сибирской в Куйбышевском Заволжье // Лесоведение, 1980. № 2. С. 21–31.
248. Уткин А.И., Ифанова М.Г., Ермолова Л.С. Первичная биологическая продуктивность культур сосны обыкновенной во Владимирской области // Лесоведение, 1981. № 4. С. 19–27.
249. Уткин А.И. Методика исследований первичной биологической продуктивности лесов / Биологическая продуктивность лесов Поволжья. М., 1982. С. 59–72.
250. Уткин А.И., Каплина Н.Ф., Ильина Н.А. Уточнения техники применения регрессионного метода в изучении биологической продуктивности древостоев // Лесоведение, 1987. № 1. С. 40–53.
251. Уткин А.И., Замолодчиков Д.Г., Гульбе Т.А., Гульбе Я.И. Аллометрические уравнения для фитомассы по данным деревьев сосны, ели, берёзы и осины в Европейской части России // Лесоведение, 1996. № 6. С. 36–46.
252. Уткин А.И., Бабич Н.А. Биометрические показатели ассимиляционного аппарата культур сосны // Экология и защита леса. Л.: ЛТА, 1990. С. 56–59.
253. Феклистов П.А., Бабич Н.А. Биометрические показатели ассимиляционного аппарата культур сосны // Экология и защита леса. Л.: ЛТА, 1990. С. 56–59.
254. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне Европейской тайги. Архангельск: АГТУ, 1997. 140 с.
255. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Худяков В.В. Изменение экологических ус-

- ловий и рост северотаёжных сосняков после осушения. Архангельск: АГТУ, 1995. 52 с.
256. Фокель Ф.Г. Собрание лесной науки / Под ред. Г.И. Редько, 2-е изд. Архангельск, 1996. 208 с.
257. Фрагина А.И., Черноморский С.А. Современные данные о витаминном составе хвои // Использование живых элементов дерева. Л: ЛТА, 1969. № 119. Вып.1. С. 36–38.
258. Цветков В.Ф., Никонов В.В. Структура и запасы фитомассы хвои в сосновых молодняках Кольского полуострова // Лесоведение, 1985. № 1. С. 32–39.
259. Цветков В.Ф. Системы лесоводства Европейского Севера / Международный симпозиум: «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие. Архангельск. 16–26 июля 1990 г.». М., 1990. С. 67–79.
260. Цывин М.М. Кора – ценнее сырьё // Лесная новь, 1971. № 8. С. 12–13.
261. Чертовской В.Г., Корняк В.С., Кубрак Н.И. О биомассе северотаёжных лесов на примере ельника черничника и производных березняков / Проблемы продовольственного и кормового использования недревесных и второстепенных лесных ресурсов. Тез. докл. Красноярск, 1983. С. 165.
262. Чибисов Г.А., Поротов В.Н., Жариков В.М. Фитомасса сосняков в связи с рубками ухода // Материалы годичной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1977 г. Архангельск, 1978. С. 25–28.
263. Чибисов Г.А., Поротов В.Н., Москалёва С.А. Эффективность рубок ухода в смешанных сосняках Европейского Севера / Рубки ухода и главного пользования на Европейском Севере. Архангельск: АИЛХ, 1980. С. 6–29.
264. Чибисов Г.А., Поротов В.Н., Москалёва С.А. Влияние рубок ухода на фитомассу ели и качество древесины // Материалы отчётной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1981 г. Архангельск, 1982. С. 26–27.
265. Чибисов Г.А., Поротов В.Н., Жариков В.М. Влияние комплексного ухода на рост сосновых древостоев // Материалы отчётной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1987 г. Архангельск, 1988. С. 58–60.
266. Чибисов Г.А., Поротов В.Н. Биологическая продуктивность ельников и сосняков, формируемых рубками ухода // Материалы отчётной сессии АИЛХ по итогам НИР за 1989 г. Архангельск, 1990. С. 55–56.
267. Чибисов Г.А. Биологическая продуктивность производных ельников, формируемых рубками ухода // Повышение производительности лесов Европейского Севера. Архангельск: СевНИИЛХ, 1992. С. 34–42.
268. Чибисов Г.А. Биологическая продуктивность сосняков, формируемых рубками ухода // Лесной журнал, 1997. № 5. С. 7–16.
269. Чибисов Г.А., Минин Н.С. Фитомасса сосняков разной густоты после рубок ухода // Лесное хозяйство, 1997. № 4. С. 31–32.
270. Чупров Н.П. Объёмы стволов берёзы / Лесотаксационный справочник для северо-востока Европейской части СССР. Архангельск: АИЛХ, 1986. С. 62–63.
271. Штибе У.Л. Определение количества древесной зелени в спелых ельниках кисличниках Латвийской ССР / Состояние и перспективы использования древесной зелени. Рига, 1969. С. 106–111.
272. Шубин В.И. Посадка леса на вырубках. Петрозаводск, 1964. 45 с.
273. Эрнст Л.К., Науменко З.М., Ладинская С.И. Кормовые продукты из отходов леса. М., 1982. 168 с.
274. Яблоков А.С. Культура лиственницы и уход за насаждениями. М., 1934. 128 с.
275. Ягодин В.И., Антонов В.И., Ягодина М.А. Методы определения количества хвои в древесной зелени / Изучение химического состава древесной зелени. Рига, 1983. С. 27–32.
276. Ярославцев С.В. Запасы древесной зелени в ельниках Крайнего Севера / Рациональное использование природных ресурсов Европейского Севера. Тез. докл. к НТК молодых учёных и специалистов. 1984. С. 46–47.
277. Kittredge J.I. Estimation of amount of foliage of trees and stands // J. Forestry. 1944. v. 42. № 11. p. 905–912.
278. Newbould P.J. Methods for estimating the primary production of forests. 2<sup>nd</sup> print. (IBM Hand, №2). Oxford–Edinburg, 1970. IX, 62 pp.
279. Olsen J.S., Watts J.A., Allison L.J. Carbon in live vegetation of major world ecosystems // ORNL 5862. Oak Ridge National Laboratory. Oak Ridge, Tennessee, 1983. 152 p.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение .....</b>	3
<b>Глава 1. Актуальность и возможность переработки фитомассы .....</b>	4
1.1. Переработка коры .....	4
1.2. Использование древесной зелени .....	6
1.3. Применение почек и хвои сосны в медицине .....	8
<b>Глава 2. Методические вопросы исследования запасов фитомассы .....</b>	10
2.1. Обзор исследований фитомассы в Архангельской области .....	15
<b>Глава 3. Формирование надземной фитомассы культур сосны обыкновенной.....</b>	22
3.1. Запасы и фракционное распределение фитомассы в культурах различных типов леса .....	22
3.1.1. Фракционный состав древесной зелени .....	27
3.1.2. Продолжительность жизни, возрастная структура и морфологические параметры хвои .....	30
3.1.3. Ресурсы почек .....	35
3.2. Продуктивность посевных мест разной густоты и их распределение в культурах .....	36
3.3. Сравнительный анализ роста и продуктивности культур в посевах и посадках .....	41
<b>Глава 4. Структура и запасы фитомассы в культурах сосны разного     географического происхождения на Европейском Севере .....</b>	46
4.1. Продуктивность внутриобластных географических культур .....	46
4.1.1. Морфологическая структура ассимиляционного аппарата .....	49
4.2. Рост и продуктивность культур, созданных инорайонными семенами .....	54
<b>Глава 5. Ресурсный потенциал надземной фитомассы культур сосны     Европейского Севера .....</b>	58
<b>Глава 6. Основы справочно-нормативной базы инвентаризации фитомассы     культур сосны на Европейском Севере .....</b>	65
<b>Глава 7. Биологическая продуктивность культур ели и сосны в зоне     смешанных лесов .....</b>	72
7.1. Надземная фитомасса культур ели и сосны .....	72
7.1.1. Культуры ели .....	72
7.1.2. Культуры сосны .....	78
7.2. Фитомасса корневых систем .....	86
7.3. Продуктивность работы хвои .....	89
<b>Библиографический список .....</b>	97

ДЛЯ ЗАМЕТОК

На первой странице суперобложки фото Мельника П.Г., на второй – Бабича Н.А.

Сдано в набор 14.07.04. Подписано в печать 7.10.04.  
Формат 60x84/8. Гарнитура Таймс. Печать – офсетная.  
Усл. печ. л. 12,8 Заказ 2415. Тираж 300.

---

ГУП «Соломбальская типография»  
163012, г. Архангельск, ул. Добролюбова, 1.

Лицензия ИД № 05781 от 07.09.01.

*Светлеет грусть, когда цветут цветы.*



*Ландыш на снегу*

Фото Н. Бабича



**ЕВДОКИМОВ**  
*Игорь Владимирович*

Выпускник Архангельского государственного технического университета по специальности «Лесное хозяйство». Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина.

Научные интересы связаны с изучением биологической продуктивности таёжных лесов, искусственного лесовосстановления и истории лесного хозяйства Европейского Севера.

