

На правах рукописи



ЕВДОКИМОВ Игорь Владимирович

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ
ФИТОМАССЫ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ
(НА ПРИМЕРЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)**

06.03.01. Лесные культуры, селекция, семеноводство

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Архангельск – 2003

Работа выполнена на кафедре лесных культур и механизации лесохозяйственных работ Архангельского государственного технического университета.

Научные руководители: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Бабич Николай Алексеевич

кандидат биологических наук,
доцент Астрологова Лидия Евгеньевна

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Набатов Николай Михайлович

кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник
Тарханов Сергей Николаевич

Ведущая организация: Архангельская лесоустроительная экспедиция

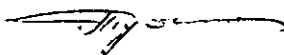
Защита состоится 25 апреля 2003 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета К212.008.01 Архангельского государственного технического университета по адресу: 163002 г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17, главный корпус, ауд. 1226.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Архангельского государственного технического университета.

Автореферат разослан 24 марта 2003г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Г.С. Тutyгин



ВВЕДЕНИЕ

В последнее время большое внимание в исследованиях биологической продуктивности насаждений отводится вопросам депонирования и оценке фитомассы, как основного показателя. Это вызвано тем, что, во-первых, мировое сообщество приступило к реализации программ по консервации и связыванию углерода в его глобальном круговороте с целью предупреждения потепления климата. Основная роль в этих программах отводится лесному покрову, в связи с чем ставятся задачи интенсификации процессов связывания углерода путём расширения площадей под лесными культурами и посредством других лесоводственных приёмов. Во-вторых, в отличие от ископаемого, растительное сырьё обладает важным свойством самовозобновления, интенсивность и результаты которого могут быть значительно повышены в процессе хозяйственной деятельности.

Актуальность темы. Сведения о структуре и запасах фитомассы культур сосны обыкновенной необходимы для оценки ресурсов и разработки хозяйственных основ формирования продуктивных и устойчивых искусственных насаждений. Поэтому вопросы её изучения, учета и рационального использования являются актуальными.

Данная работа посвящена изучению формирования структуры и запасов надземной фитомассы, параметров ассимиляционного аппарата культур сосны обыкновенной и выполнена в ходе разработки научно-исследовательской темы “Повышение продуктивности лесов Европейского Севера и совершенствование хозяйства в них”(№ гос. рег. 01.20.0006328).

Цель исследований. Изучить особенности формирования структуры и запасов надземной фитомассы в культурах сосны в зависимости от типа лесорастительных условий, метода создания, географического происхождения семян и других факторов; исследовать морфологическую структуру ассимиляционного аппарата; определить фракционное соотношение компонентов древесной зелени, ресурсы почек и продуктивность посевных мест с разной густотой.

Научная новизна. Для культур сосны обыкновенной в условиях Архангельской области собран массив данных по фитомассе отдельных деревьев и древостоев. Исследована фитомасса культур, созданных посевом семян разного географического происхождения. Впервые в Архангельской области определены запасы почек сосны и составлена справочно-нормативная таблица.

Разработаны таблицы биологической продуктивности для культур сосны северной подзоны тайги, созданных посевом в лишайниковом и брусничном типах лесорастительных условий.

Обоснованность результатов исследований обеспечивалась применением специально разработанных методик по планированию экспериментов, выборки деревьев и количеству измерений.

Достоверность результатов достигнута за счёт обширного полевого материала, применения методов математической статистики и средств современного программного обеспечения при обработке полученных данных.

Личный вклад. Экспериментальный материал собран автором лично или при его непосредственном участии в течение 1998-2001 гг. Им сформулированы цель и программные вопросы, выбран и уточнён методический подход к их решению. Анализ результатов исследований, выводы и практические рекомендации сделаны лично автором.

Практическое значение результатов исследований состоит в разработке нормативных материалов, необходимых при реализации систем лесохозяйственных мероприятий, которые будут направлены на повышение продуктивности лесных культур при проведении рубок ухода. Результаты работы следует использовать при разработке лесного кадастра, осуществлении лесного мониторинга и экологических программ, а также при создании баз данных о фитомассе лесов и расчёте запасов углерода в них.

Апробация и публикация работы. Основные положения и результаты исследований были доложены на ежегодных научно-технических конференциях АГТУ (1998-2002 гг.), на международной конференции "Геодинамика и геоэкология" (Архангельск, 1999), на международной научно-практической конференции "Лесоводство Севера на рубеже столетий" (Архангельск, 2000), на областной конференции молодых ученых, посвящённой 290-летию юбилею М.В. Ломоносова (Архангельск, 2001). По материалам исследований опубликовано 9 работ. Иллюстративно-информационный материал по части пробных площадей представлен в книгах "Словарь-справочник таёжного лесокультурника" (Архангельск, 2001), "Теория и практика выращивания сосны и ели в культурах" (Архангельск, 2002) и учебном пособии "Лесные культуры" (Архангельск, 2003). Полученные данные по фитомассе лесных культур сосны обыкновенной Архангельской области включены в базу данных*.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 219 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, выводов и рекомендаций, включая 3 приложения. Список литературы содержит 311 наименований. Текст иллюстрирован 28 таблицами и 6 рисунками.

*Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. – Екатеринбург: УрО РАН, 2001. – 708 с.

Автор выражает глубокую благодарность научным руководителям Н.А. Бабичу и Л.Е. Астрологовой за активную помощь методического и организационного характера, коллективу кафедры лесных культур, преподавателям лесохозяйственного факультета Архангельского государственного технического университета за помощь в работе над диссертацией, а также выражает признательность студентам АГТУ, работникам лесхозов области за содействие и помощь в сборе и обработке полевого материала.

Глава 1. МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ, УЧЁТ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ (Обзор литературы)

Изучение количественных и качественных характеристик надземной фитомассы древостоев является составной частью исследований по биологической продуктивности, как в биогеоценотическом, так и в ресурсоведческом аспектах. В главе рассмотрены вопросы, связанные с развитием методик исследования фитомассы деревьев и древостоев. Методическим вопросам по данной тематике посвящено значительное количество публикаций, особенно в связи с Международной биологической программой. Помимо отдельных монографий и руководств (Программа и методика ..., 1966; Молчанов, Смирнов, 1967; Программ-минимум ..., 1967; Родин, Ремезов, Базилович, 1968; Уткин, 1975; Newbould, 1970; и др.), опубликовано большое число методических статей по проблеме в целом, так и по отдельным частным вопросам (Горбатенко, Протопопов, 1971; Семечкина, Семечкин, 1973; Абатуров, Матвеева, 1974; Аткин, 1974; Токмурзин, 1977; Уткин, 1982; Усольцев, 1984; Прохоров, 1986; Бахтин, 1988; Пунько, 1993; и многие другие).

Нами обобщён обзор фитоценотических исследований лесов в Архангельской области. Подавляющая часть работ была выполнена авторами в насаждениях естественного происхождения. Исследования значительно отличаются не только целями и задачами, но и различными методическими подходами, числом закладываемых пробных площадей, количеством и методикой взятия и обработки модельных (учётных) деревьев, выделяемыми фракциями фитомассы, и т. п.

Определённый вклад в изучение первичной биологической продуктивности лесных сообществ Архангельской области внесли А.А. Молчанов (1971; 1974), Л.Е. Астрологова (1972; 1974 и др.), А.Д. Вакуров (1973; 1974), И.И. Гусев, Н.Н. Срцолов (1973; 1974), А.А. Бахтин (1977; 1981 и др.), Б.А. Семёнов (1977), Н.С. Минин (1980; 1981 и др.), В.Н. Поротов (1980; 1983 и др.), Г.А. Чибисов, В.Н. Поротов, С.А. Москалёва (1980; 1982), Н.А. Бабич (1983; 1989 и др.), Н.И. Вялых, А.А. Звонкова (1984), С.В. Ярославцев (1984), Г.А. Чибисов (1992;

1997 и др.) и другие исследователи. Количество работ по фитомассе в насаждениях искусственного происхождения ограничено. Анализ литературных данных показал, что, несмотря на важность изучения фитомассы лесных культур, многие вопросы исследованы недостаточно. Например, отсутствуют данные о запасах почек, соотношении почек, хвои и побегов в древесной зелени, мало изучена морфологическая и весовая структура хвои культур сосны обыкновенной.

Поскольку лесосечные и промышленные отходы (сучья, хвоя, кора) и продукты их переработки получили широкое применение в химической, целлюлозно-бумажной, парфюмерной, фармацевтической, пищевой промышленности, в сельском хозяйстве и производстве строительных материалов, сделан обзор публикаций по использованию коры, древесной зелени, хвои и почек сосны обыкновенной как сырья для промышленности.

Глава 2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Под районом исследований следует понимать материковую часть территории Архангельской области, которая расположена на северо-востоке Европейской части России и составляет 308,6 тыс. км², что примерно равно территории таких государств как Италия, Польша, Финляндия.

Климат области характеризуется как умеренно-континентальный с продолжительной многоснежной холодной зимой, короткой весной, непродолжительным умеренно теплым летом, длительной и сырой осенью. Среднегодовая температура изменяется в пределах от -5,6 до +1,5 °С и понижается в направлении с юго-запада на северо-восток. Годовое количество осадков достигает 700 мм.

Рельеф представляет собой волнистую равнину, с общим наклоном поверхности с юга на север и расчлененную долинами рек: Онеги, Северной Двины, Мезени и др., являющимися в период навигации основными путями транспорта. Почвы отличаются большим разнообразием, но господствующим их типом является подзолистый (до 70 % территории области).

Значительную часть покрытой лесом площади занимают хвойные леса (82,6 %), из них насаждения с преобладанием ели составляют 67,4 %, сосны – 32,3 %, кедра и лиственницы – 0,3 %. Преобладают спелые и перестойные древостои.

Одним из надежных путей воспроизводства высокопродуктивных лесов в Архангельской области является создание лесных культур, которые созданы на площади 1 млн. 250 тыс. га (Шкурят, 2000). Около половины из них принадлежит сосне. В скором будущем культуры сосны, созданные на ранних этапах ле-

сокультурного производства, достигнут возраста спелости и будут вовлечены в эксплуатацию. В связи с этим считаем необходимым, определить хозяйственную продуктивность культур, выявить запасы наиболее ценных фракций, представляющих значение как сырьё для промышленности с учётом не только её современного уровня, но и потенциально возможного в перспективе. Это важно не только с позиций лесного ресурсоведения, но и в локальном экологическом аспекте, в плане оценки биопродукционного потенциала лесокультурных площадей.

Глава 3. МЕТОДИКА, ОБЪЕКТЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Натурное обследование искусственных древостоев по намеченным программой вопросам проводилось с использованием общепринятых методических рекомендаций В.В. Огиевского, А.А. Хирова (1967), Н.П. Кобранова (1973), Е.Л. Маслакова, М.Ф. Мойко, И.А. Марковой, М.С. Ковалёва (1978), А.Р. Родина, М.Д. Мерзленко (1983) и других на постоянных и временных пробных площадях, заложенных с учетом основных положений ГОСТ 16128-70 и ОСТ 56-69-83.

Исследования проведены в северной подзоне тайги (Архангельский и Емецкий лесхозы) и средней подзоне тайги (Обозерский, Емцовский учебно-опытный, Няндомский, Коношский и Вельский лесхозы). Пробы были заложены в производственных и опытно-производственных культурах сосны 38...72 – летнего возраста не затронутых рубками ухода и не подверженных антропогенному и техногенному воздействию.

На пробных площадях выполнен индивидуальный перечёт всех деревьев по породам, диаметру, в разрезе посевных или посадочных мест. Для построения кривой высот у 15-20 деревьев каждой породы измеряли диаметр и высоту. Отбор модельных деревьев проведён в пределах всего диапазона по ступеням толщины. После валки и обмера дерева его разделяли на фракции: ствол с подразделением на древесину и кору, крона с разделением на древесную зелень и ветки, сухие сучья. Исследования запасов фитомассы и её элементов проводили, как до начала вегетации (учёт почек – апрель, май), так и после окончания сезонного роста, но до начала опадения листьев (август, сентябрь). Для определения массы фракций использовали весовой способ. Расчёт фитомассы вели регрессионным методом, в качестве аргумента был взят диаметр ствола на высоте 1,3 м.

Для определения весовой структуры хвои и запасов почек применяли методику М.Г. Семечкиной (1978) и Ю.А. Прохорова (1986). В процессе работ отбирали 50 пар хвойнок каждого года жизни для измерения их длины, ширины и толщины. Продолжительность жизни хвои учитывали по модельным деревьям.

Для изучения влияния числа деревьев на накопление фитомассы в пределах посевных мест в 58-летних культурах сосны срублено методом случайной выборки по 11 гнезд с числом деревьев от одного до шести. Было обмерено и взвешено пофракционно, согласно методике, 231 дерево.

На 30 пробных площадях обмерено более 20 тыс. диаметров деревьев и произведено около 1,3 тыс. измерений высот, по 0,7 тыс. диаметров и протяжённости крон. Более 700 модельных и учётных деревьев спилены для определения элементов фитомассы, от которых взвешено около 3,5 тыс. фракций. При изучении морфологических показателей хвои в полевых условиях сделано более 11 тыс. замеров штангенциркулем с точностью $\pm 0,1$ мм. Для перевода массы фракций древесной зелени и запасов почек на сухое вещество в лабораторных условиях сделано более 600 взвешиваний образцов в свежем и абсолютно сухом состояниях.

Заложено 20 почвенных разрезов и описано 115 генетических горизонтов для уточнения типов лесорастительных условий. Морфологическое описание почв выполнено с учётом ОСТ 56-81-84, а также руководства, подготовленного А.Л. Паршевниковым (1974).

Математико-статистическая обработка полученной информации проводилась на персональном компьютере с использованием пакета стандартных и прикладных программ, а также специальных программ, разработанных на кафедре лесной таксации и лесоустройства АГТУ.

Глава 4. ФОРМИРОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ СОСНЫ В КУЛЬТУРАХ

4.1. Запасы и фракционное распределение фитомассы в культурах различных типов леса

Изучение фитомассы по типам леса проведено на базовом объекте в 58-летних культурах сосны Пингишеньского лесничества Емецкого лесхоза (северная подзона тайги) созданных по единой технологии в 1941 г. посевом местных семян на площади 58 га. На участке заложено 13 пробных площадей: 2 – в черничном, 5 – в брусничном, по 3 в лишайниковом и вересково-лишайниковом типах леса, что соответствует долевого участию каждого типа леса в формировании культур.

В результате исследований нами установлено, что общая фитомасса 58-летних культур наибольшая в черничном типе, где составляет 275,8 т/га (табл.1). С ухудшением условий произрастания общая фитомасса уменьшается и достига-

ет наименьшей величины в сосняке вересково-лишайниковом – 122,6 т/га. Данная закономерность характерна для всех фракций фитомассы. Относительная масса стволовой древесины уменьшается от черничного к вересково-лишайниковому типу леса, а участие других фракций фитомассы возрастает. Максимальные запасы древесной зелени отмечены в черничном и брусничном типах леса, где достигают 23 и 24 т/га соответственно.

Таблица 1

Фитомасса 58-летних культур в различных типах леса

Тип леса	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
	древесина	кора	ветки	древесная зелень		
С. черничный	<u>221,3</u>	<u>21,6</u>	<u>28,6</u>		<u>4,3</u>	<u>275,8</u>
	80,2	7,8	10,4		1,6	100
С. брусничный	<u>205,4</u>	<u>19,6</u>	<u>8,7</u>	<u>22,3</u>	<u>3,8</u>	<u>259,8</u>
	79,1	7,5	3,3	8,6	1,5	100
С. лишайниковый	<u>115,3</u>	<u>15,0</u>	<u>4,7</u>	<u>18,2</u>	<u>2,4</u>	<u>155,6</u>
	74,1	9,6	3,0	11,7	1,6	100
С. вересково-лишайниковый	<u>85,9</u>	<u>12,0</u>	<u>4,5</u>	<u>17,7</u>	<u>2,5</u>	<u>122,6</u>
	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.

С точки зрения хозяйственной продуктивности необходимо знать весовое соотношение почек, хвои и побегов для правильного определения состава древесной зелени. В посевах черничного типа леса с увеличением диаметра ствола процентное содержание хвои в древесной зелени возрастает, как в свежем, так и абсолютно сухом состоянии. Долевое участие почек и побегов, наоборот, с возрастанием толщины дерева уменьшается. В древесной зелени доля хвои в абсолютно-сухом состоянии уменьшается в среднем на 1,4 % по сравнению со свежесрубленной массой, а доля побегов наоборот увеличивается в среднем на 1,3 %, что объясняется различной влажностью элементов древесной зелени. Содержание сухого вещества в древесной зелени в связи с изменением диаметра и высоты деревьев составило для сосняка черничного в среднем $46,8 \pm 0,3$ %.

В исследованиях биологической продуктивности лесов большое значение уделяется хвое, которая является производителем органических соединений, идущих на прирост фитомассы. Продолжительность её жизни в 58-летних посевах сосны достигает 5...7 лет. Шести и семи летняя хвоя обнаружена лишь в лишайниковом и вересково-лишайниковом типах леса в незначительном количе-

стве. С улучшением условий произрастания культур продолжительность жизни хвои снижается. Исследованиями К.С. Бобковой (1993) установлено, что ассимиляционная деятельность хвойных растений зависит как от массы, так и возрастной структуры хвои. Возрастной спектр хвои исследуемых культур (табл. 2) характеризуется преобладанием в общей массе хвои 1-4 года жизни (более 90%). Считается, что физиологическая активность хвои разного возраста различна. По данным С.Н. Тужилкиной (1985) наиболее продуктивно работает хвоя первых двух лет. Доля такой хвои наибольшая в сосняке черничном, а с ухудшением условий произрастания её относительная масса снижается. Долевое участие хвои 1-2 года во всех типах леса понижается от верхней части кроны к нижней.

Таблица 2

Распределение массы хвои разного возраста
в кронах сосен 58-летних посевов 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

Большую ценность представляют почки сосны обыкновенной, обладающие целым рядом полезных свойств и широко используемых в медицине в качестве лекарственного средства. Запасы почек по типам леса значительно варьируют и зависят от лесорастительных условий и текущей густоты культур. Запасы почек в расчёте на одно дерево наиболее значительны в черничном типе леса, а

наименьшие - в вересково-лишайниковом (табл.3). Средний запас почек сосны на гектаре наибольший в брусничном типе леса, а в сосняке черничном меньше, что связано с густотой культуры. Обращает на себя внимание большая изменчивость содержания сухого вещества в почках, которое колеблется от 25 до 67 % на навеску в свежем состоянии, что было отмечено ранее (Евдокимов, 2001)

Таблица 3

Запасы почек в 58-летних посевах по типам леса

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

4.2. Продуктивность посевных мест разной густоты

Установлено, что на рост лесных культур созданных посевом и накопление ими фитомассы влияет не только общая густота, но и заселённость посевного места (Алексеев, 1954; Преображенский, 1954, 1959; Синькевич, 1962; Маслаков, 1970, 1973; Пигарев, Непогодьева, Сенчуков, 1974; Цветков, 1974; Наквасина, 1976; Минин, 1982, 1984; Кузьмин, 1983; Паутов, 1983; и др.).

Изучение запасов фитомассы в гнёздах разной густоты 58-летних посевов сосны вересково-лишайникового типа леса позволило выявить следующее. С увеличением заселённости посевного места уменьшаются средние таксационные показатели (диаметр и высота ствола, протяжённость и диаметр живой кроны). Однако, различия по средней высоте ствола и длине кроны между биогруппами с различной заселённостью не достоверны ($P > 0,95$). С увеличением числа деревьев в биогруппе общая фитомасса для посевного места, масса фракций ствола и древесной зелени в целом возрастают. При этом масса фракций, рассчитанная на среднее дерево биогруппы, снижается.

С увеличением количества деревьев в гнезде возрастают диаметр и высота ствола наиболее развитых деревьев-лидеров (табл. 4). Сравнивая массу фракций деревьев в биогруппах разной густоты по рангам, можно отметить, что она не только уменьшается с увеличением заселённости гнезда, но и возрастает при определённой численности биогруппы. Общая масса дерева-лидера, масса стволовой древесины в среднем наибольшая для группы из шести деревьев.

4.3. Сравнительный анализ роста и продуктивности культур в посевах и посадках

В научной литературе нет единого мнения в оценке влияния различных методов создания культур сосны обыкновенной на их рост и продуктивность. Нами изучены одни из старейших в Архангельской области опытно-производственные культуры сосны, созданные под руководством И.Ф. Рипачева в 1928 г. путём высева местных семян и посадки 2-летних сеянцев в Емцовском лесничестве Обозерского лесхоза. Тип леса - сосняк черничный.

В 72-летнем возрасте различия по среднему диаметру и высоте не достоверны, а общий запас посевных древостоев на 15,7 % меньше, по сравнению с посадкой, где выше и густота господствующей части древостоя. В составе насаждения участвуют породы естественного происхождения (берёза и ель), доля которых по запасу в посевах и посадка составляет 26 и 8 % соответственно. При сравнении хода роста культур сосны по высоте в посевах и посадках (рис. 1), преимущество на стороне посевов наблюдается с 20-летнего возраста. К возрасту 70 лет средние высоты посевов и посадок выравниваются. В дальнейшем преимущество останется на стороне посадок из-за более интенсивного прироста по высоте в последние годы.

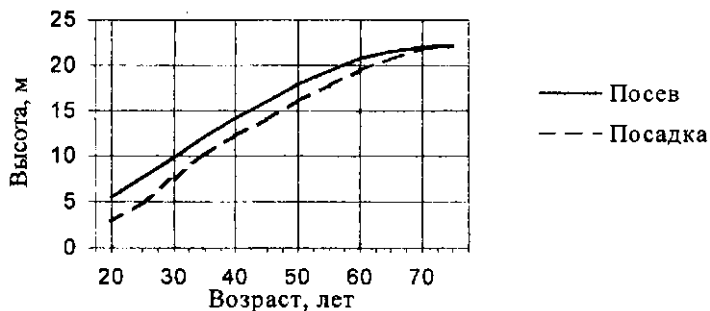


Рис. 1. Ход роста в высоту культур сосны

Таблица 4

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

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

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

Накопление надземной фитомассы посевными и посадочными культурами с возрастом является, по мнению Н.М. Набатова (1968), показателем их роста, суммирующим изменение диаметров и высот. Запасы фитомассы сосны в посевах и посадках (табл. 5) значительно отличаются в абсолютных значениях, а процентное участие каждой фракции не многим превышает более 1 %. Общая фитомасса посевов на 13,2 % меньше, по сравнению с посадками, где составляет 340,9 т/га. Фитомасса сосны в посевах меньше на 36,5 % по сравнению с запасами посадок, что напрямую связано с текущей густотой культур. В посевах фитомасса естественно возобновившихся берёзы и ели составляет 1/3 часть от общей надземной фитомассы, а в посадках эти породы занимают 7,8 %. В посадках масса древесной зелени больше на 43 % по сравнению с посевами.

Таблица 5

Фитомасса 72-летних культур в посевах и посадках

Метод создания культур	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
	древесина	кора	ветки	древесная зелень		
Посев:	<u>235,7</u>	<u>19,4</u>	<u>37,8</u>		<u>3,0</u>	<u>295,9</u>
всего	79,6	6,6	12,8		1,0	100
в т.ч.	<u>167,6</u>	<u>10,9</u>	<u>7,1</u>	<u>11,2</u>	<u>2,7</u>	<u>199,5</u>
сосны	84,0	5,4	3,6	5,6	1,4	100
Посадка:	<u>285,6</u>	<u>22,0</u>	<u>30,5</u>		<u>2,8</u>	<u>340,9</u>
всего	83,8	6,5	8,9		0,8	100
в т.ч.	<u>267,3</u>	<u>19,0</u>	<u>9,1</u>	<u>16,0</u>	<u>2,7</u>	<u>314,1</u>
сосны	85,1	6,0	2,9	5,1	0,9	100

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

Глава 5. СТРУКТУРА И ЗАПАСЫ ФИТОМАССЫ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

5.1. Продуктивность внутриобластных географических культур

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

культур использовали семена из 9 леспромхозов, 3 из которых находятся в северной, остальные – в средней подзоне тайги. Нами исследован каждый из климатипов культур на 9 постоянных пробных площадях в Кулойском лесничестве Вельского лесхоза. Первоначальная густота составила 2,5 тыс. посевных мест на 1 га. Тип лесорастительных условий – брусничный.

К 38-летнему возрасту сформировались высоко полнотные древостой, где главное место принадлежит культивируемой породе. Естественно возобновившаяся берёза составляет по отдельным климатипам до 40 % по запасу. Древостой различного происхождения значительно отличаются по таксационным показателям в пределах каждого из климатипов. Общие запасы стволовой древесины северотаёжных климатипов изменяются от 113 до 128 м³/га, а в среднетаёжных климатипах от 84 до 133 м³/га.

Общий запас фитомассы наибольший у северотаёжных климатипов – 145,2 т/га (табл. 6), что на 11 % превышает запас фитомассы среднетаёжных климатипов. Масса фракций ствола и кроны в целом у северотаёжных климатипов больше, чем среднетаёжных климатипов, а масса фракции сухих сучьев наоборот. Древесная зелень в северотаёжных климатипах составляет в среднем 13 т/га, а для среднетаёжных климатипов только 11,6 т/га. Запасы фракций фитомассы в абсолютных величинах между различными климатипами значительно отличаются, а их относительное распределение для северотаёжных и среднетаёжных климатипов не превышает 0,5 %.

Таблица 6

Фитомасса 38-летних географических культур сосны,
созданных посевом семян в Вельском лесхозе

Происхождение семян (подзона тайги)	Ствол		Крона	Сухие сучья	Итого
	древесина	кора			
Северная	<u>108,3</u>	<u>12,8</u>	<u>22,5</u>	<u>1,6</u>	<u>145,2</u>
	74,6	8,8	15,5	1,1	100
Средняя	<u>95,9</u>	<u>11,0</u>	<u>20,7</u>	<u>1,8</u>	<u>129,4</u>
	74,1	8,5	16,0	1,4	100

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

Исследования продолжительности жизни хвоя в этих же культурах показали, что пятилетняя хвоя обнаружена не во всех вариантах географических культур, а лишь в одном северотаёжном климатипе и двух климатипах из средней тайги. Таким образом, долговечность жизни хвои северотаёжных климатипов в условиях средней подзоны тайги снижается по сравнению с родиной заго-

товки семян, где нами отмечена предельная продолжительность её жизни до 7 лет. Независимо от происхождения семян наибольшая масса хвои (70 % и более) относится к возрасту 1-2 года (табл. 7), которая, как отмечено ранее, обладает наибольшей физиологической активностью. Если в каждом из вариантов географических культур распределение массы хвои разного возраста по частям кроны несколько отличается, то среднее значение по каждому климатипу не превышает 0,6 %.

Таблица 7

Распределение массы хвои разного возраста
в географических культурах сосны средней тайги, %

Происхождение семян (подзона тайги)	Часть кроны	Возраст хвои, лет			
		1	2	3	4
Северная	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 среднем	47,3	29,7	16,2	6,8
Средняя	Верхняя	54,2	29,0	13,7	3,1
	Средняя	45,6	28,4	17,8	8,2
	Нижняя	46,5	31,1	16,0	6,4
	В среднем	47,9	29,6	16,2	6,3

Размеры хвои, как отмечено Л.Ф. Правдиным (1964) – это важные диагностические признаки в исследовании внутривидовой изменчивости сосны обыкновенной. Морфологические показатели хвои в 38-летних географических культурах (табл. 8) показывают, что значительна изменчивость по каждому из признаков, как в пределах климатипов, так и в зависимости от возраста хвои. Достоверность различия по длине хвои между различными климатипами не доказана за исключением хвои 3 года ($P < 0,95$). Ширина хвои в среднем и за каждый год в отдельности у северотаёжных климатипов превышает среднетаёжные климатипы (различия достоверны при $P < 0,95$ за исключением однолетней хвои). По толщине различия не достоверны ($P < 0,95$) за исключением 3-летней хвои.

Полученные данные по таксационной характеристике, запасам фитомассы, возрастной структуре и морфологическим параметрам хвои позволяют сделать вывод, что северотаёжные климатипы в условиях средней подзоны тайги формируют продуктивные насаждения, которые по ряду показателей превосходят местные климатипы.

Изменение морфологических показателей хвои
в географических культурах сосны с возрастом, мм

Происхождение семян (подзона тайги)	Возраст хвои, лет				Среднее значение
	1	2	3	4	
Длина					
Северная	41,7 ± 0,6	39,8 ± 0,8	35,8 ± 0,6	39,5 ± 0,6	39,2 ± 0,3
Средняя	41,5 ± 0,5	39,6 ± 0,4	34,0 ± 0,4	39,0 ± 0,4	38,6 ± 0,2
Ширина					
Северная	1,16 ± 0,01	1,20 ± 0,01	1,23 ± 0,01	1,24 ± 0,01	1,21 ± 0,01
Средняя	1,14 ± 0,01	1,16 ± 0,01	1,15 ± 0,01	1,18 ± 0,01	1,16 ± 0,01
Толщина					
Северная	0,59 ± 0,03	0,57 ± 0,01	0,58 ± 0,01	0,58 ± 0,01	0,58 ± 0,01
Средняя	0,56 ± 0,01	0,56 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,56 ± 0,01	0,56 ± 0,01

5.2. Рост и продуктивность культур сосны, созданных инорайонными семенами

Исследование фитомассы проведено на территории Няндомского лесничества Няндомского лесхоза в производственных культурах сосны, созданных посевом иркутских и местных семян. К 50-летнему возрасту сформировались чистые по составу (с незначительной примесью берёзы) сосновые древостои II класса бонитета. При одинаковой средней высоте средний диаметр больше в посевах из местных семян. Густота культур по сосне наибольшая в посевах иркутских климатипов и составляет 1398 шт./га, а в местных климатипов на 31,5 % меньше, что свидетельствует о значительном отпаде у древостоя выращенного из местных семян. Общий запас стволовой древесины в итоге оказался на 54 м³/га больше в иркутском климатипе в сравнении с местным. Ранее В.Я. Попов и П.И. Войчалъ (1965) при исследовании этих культур не отмечали существенного различия по высоте, приросту, количеству деревьев на 1 га между культурами из иркутских и местных семян.

Общие запасы фитомассы древесного яруса иркутского климатипа составляют 244,4 т/га (табл. 9), что на 24,3 % больше по сравнению с запасами фитомассы посевов из местных семян. Основную массу составляет стволовая древесина (79-80 %). Второе место по массе занимает древесная зелень и ветки (12,1-14,4 %). Масса древесной зелени сосны в иркутском климатипе составляет 16,8

т/га, что на 1 т больше в сравнении с местным климатипом. Масса сухих сучьев также наибольшая у иркутского климатипа.

Таблица 9

Фитомасса производственных культур сосны, созданных семенами различного происхождения в Няндомском лесхозе

Происхождение семян	Ствол		Крона		Сухие сучья	Итого
	древесина	кора	ветки	древесная зелень		
Местные:	<u>139,6</u>	<u>9,2</u>	<u>10,2</u>	<u>15,8</u>	<u>1,9</u>	<u>176,7</u>
в т.ч. сосна	79,0	5,2	5,8	8,9	1,1	100
всего	<u>155,3</u>	<u>11,0</u>	<u>28,3</u>		<u>2,0</u>	<u>196,6</u>
	79,0	5,6	14,4		1,0	100
Иркутские:	<u>177,8</u>	<u>12,0</u>	<u>10,2</u>	<u>16,8</u>	<u>4,4</u>	<u>221,2</u>
в т.ч. сосна	80,4	5,4	4,6	7,6	2,0	100
всего	<u>196,1</u>	<u>14,2</u>	<u>29,5</u>		<u>4,6</u>	<u>244,4</u>
	80,2	5,8	12,1		1,9	100

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

Таким образом, впервые для культур сосны обыкновенной в условиях Архангельской области не затронутых хозяйственной деятельностью собран наиболее полный банк данных по фитомассе, дана оценка продуктивности культур старших возрастов различного географического происхождения, созданных разными методами с точки зрения накопления фитомассы. На основе полученных данных составлены таблицы биологической продуктивности и в частности запасов почек по типам леса.

Выводы и рекомендации:

1. Структура и запасы фитомассы напрямую зависят от лесорастительных условий. В 58-летних посевах сосны общая надземная масса древесной растительности наибольшая в сосняке черничном. С ухудшением условий произрастания её величина уменьшается. Независимо от типа леса стволовая древесина аккумулирует основную часть (70-80 %) фитомассы древесного яруса. Максимальные запасы хозяйственно ценной древесной зелени в сосняке черничном и брусничном составляют соответственно 23 и 24 т/га.

2. В древесной зелени наибольшую фракционную массу имеет хвоя – 76,4 %, на долю побегов приходится в среднем 22,2 % и почки занимают 1,3 %

от свежесрубленной массы. Запасы почек по типам леса значительно варьируют и подчиняются положению общей продуктивности насаждений в типологическом аспекте. Масса почек в расчёте на одно дерево наибольшая в сосняке черничном, а в пересчёте на 1 га – в сосняке брусничном. Составленная таблица запасов почек предлагается производству при планировании их заготовок.

3. Предельная продолжительность жизни хвои в посевах сосны северной подзоны тайги Архангельской области может достигать 7 лет. С улучшением условий произрастания продолжительность её жизни снижается. Наибольшая масса физиологически активной хвои (1-2 года) находится в сосняке черничном (64,1 %).

4. С увеличением заселённости посевных мест уменьшаются средние высота и диаметр ствола, а фитомасса всего посевного места и отдельных фракций увеличивается. На рост лучших наиболее развитых деревьев повышенная густота не оказывает отрицательного воздействия, даже наоборот, чем заселённое площадку, тем больше высота, диаметр и масса деревьев-лидеров.

5. В средней подзоне тайги можно планировать выращивание хозяйственно ценных культур сосны, как посадкой, так и посевом. Но запасы надземной фитомассы 72-летних культур созданных посадкой, превосходят посевы на 13,2 %. Причём, отрицательное воздействие естественного возобновления в посевах выражено в большей степени по сравнению с посадками.

6. Исследование культур разного географического происхождения в средней подзоне тайги Архангельской области показало, что по основным таксационным показателям, запасам фитомассы и параметрам ассимиляционного аппарата инорайонные климатипы во многом превосходят местные. Иркутские климатипы в посевах накапливают на 24,3 % больше фитомассы в сравнении с местными. Северотаёжные климатипы в условиях средней подзоны тайги по продуктивности не уступают местным климатипам, а по ряду показателей надземной фитомассы, ассимиляционного аппарата превосходят их. Результаты исследований свидетельствуют о том, что в средней подзоне тайги для выращивания высокопродуктивных культур сосны необходимо использование семян из северотаёжной подзоны.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Ежов О.Н., Евдокимов И.В., Клочихин А.Н. Влияние условий произрастания на распространение грибных болезней сосны в средней подзоне тайги // Геодинамика и геоэкология. Материалы международной конференции. – Архангельск, 1999. – С. 119-120.

2. Гаевский Н.П., Бабич Н.А., Евдокимов И.В. Рост и продуктивность ели и лиственницы в смешанных культурах // Проблемы лесовыращивания на Европейском Севере. – Архангельск: АГТУ, 1999. – С. 38-41.

3. Усольцев В.А., Габеев В.Н., Бабич Н.А., Евдокимов И.В., Колтунова А.И. Органическая масса культур сосны обыкновенной в разных природных зонах // Лесная таксация и лесоустройство. Межвузовский сборник научных трудов. – Красноярск: СибГТУ, 1999. – С. 16-24.

4. Астрологова Л.Е., Бабич Н.А., Евдокимов И.В. Особенности формирования напочвенного покрова в 57-летних культурах сосны // Экологические проблемы Севера. Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 3. – Архангельск, 2000. – С. 30-32.

5. Корчагов С.А., Мелехов В.И., Бабич Н.А., Евдокимов И.В. Количественная характеристика сучковатости как оценочный показатель качества древесины // Экологические проблемы Севера. Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 3. – Архангельск, 2000. – С. 60-62.

6. Усольцев В.А., Колтунова А.И., Азаренок М.В., Габеев В.Н., Бабич Н.А., Евдокимов И.В. Географические закономерности распределения органической массы в искусственных фитоценозах сосны // Лесоводство Севера на рубеже столетий. Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2000. – С. 115-118.

7. Усольцев В.А., Колтунова А.И., Азаренок М.В., Габеев В.Н., Бабич Н.А., Евдокимов И.В. Возрастная динамика органической массы культур сосны в разных природных зонах // Научные труды Уральской государственной лесотехнической академии. – Екатеринбург: УГЛТА, 2000. – С. 36-42.

8. Евдокимов И.В. Ресурсы почек в культурах сосны // Молодые учёные Поморья. Тезисы докладов региональной научно-практической конференции молодых учёных. – Архангельск, 2001. – С. 17-19.

9. Конюшатов О.А., Прохоров В.П., Евдокимов И.В. Лесоводственная оценка смешанных лесных культур сосны и ели Вологодской области // Лесоведение, 2002. – №5. – С. 26-31.

Сдано в произв. 21.03.2003. Подписано в печать 21.03.2003.

Формат 60×84/16. Бумага писчая. Гарнитура Таймс. Усл.печ.л. 1,25.

Уч.-изд. л. 1,08. Заказ № 87. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии Архангельского
государственного технического университета

163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17