На правах рукописи

ПРИСТАВКО Иван Алексеевич

ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ с использованием интродуцентов рода pinus l. В ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЕ ПОСЕЛЕНИЙ

(на примере Брянской области)

06.03.01 – лесные культуры, селекция, семеноводство

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата

сельскохозяйственных наук

Брянск 2013

Работа выполнена на кафедре лесных культур и почвоведения ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия»

|  |  |
| --- | --- |
| Научный руководитель: | кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**Шошин Владимир Иванович** |

Официальные оппоненты:

**Афонин Алексей Алексеевич**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

**Мельник Петр Григорьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»

|  |  |
| --- | --- |
| Ведущая организация: | **ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства»** |

Защита состоится «11» октября 2013 г. в 1000 ч. на заседании диссертационного совета Д 212.019.01 в ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия» по адресу:

241037, г. Брянск, пр-т Ст. Димитрова, 3.

Телефон: (4832) 74-03-59, факс: (4832) 74-60-08

E-mail: mail@bgita.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия»

Автореферат разослан «7» сентября 2013 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Нартов Д.И.

# ОБщая характеристика работы

**Актуальность темы.** Согласно лесному законодательству (Лесной кодекс РФ, 2006; Положение об определении…., 2009), зеленые зоны поселений РФ устанавливаются в целях организации отдыха населения, сохранения санитарно-гигиенической, оздоровительной и эстетической ценности природных ландшафтов. Леса зеленых зон должны быть устойчивы к рекреационным нагрузкам, обладать эстетической привлекательностью формируемых ими ландшафтов (Антипов, 2000; Большаков, 2000; Соколова, 2008; Перепечина, 2008; Иванов, 2009).

Применяемые здесь отраслевые технологии лесовосстановления не обеспечивают в полной мере формирование лесных культур требуемых параметров (Таран и др. 1977; Антипов, 2000; Багинский, 2005). Введение в насаждения новых видов позволяет существенно расширить функции насаждений зеленых зон (Рубцов, 1977; Рубцов, 1984; Бирюков, 1989; Дроздов, 2001; Смирнова, 2001).

Имеются только отрывочные данные по введению сосновых интродуцентов в лесные культуры зеленых зон Брянщины (Бирюков, 1989; Рубцов, 1997; Смирнова, 1997, 2001). Влияние почвенно-грунтовых и погодных условий на их рост остается недостаточно изученным, отсутствуют данные по формированию ассимиляционного аппарата и структуре надземной фитомассы, депонированию углерода интродуцентами, требует уточнения технология лесовосстановления.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы на кафедре лесных культур и почвоведения БГИТА: «Разработка эколого-ресурсосберегающих технологий искусственного лесовосстановления в зоне хвойно-широколиственных лесов».

**Цель и задачи исследований.** Целью диссертационной работы являлось изучение формирования искусственных насаждений сосновых экзотов, их биологической продуктивности, подготовка предложений по введению сосновых интродуцентов в зеленые зоны. Для достижения поставленных целей изучались следующие вопросы:

1. Особенности роста лесных культур сосновых интродуцентов в различных почвенно-грунтовых условиях.

2. Влияние погодных условий на радиальный прирост сосновых видов.

3. Влияние физико-химических свойств почв на рост в высоту и по диаметру.

4. Формирование надземной фитомассы деревьев и насаждений интродуцентов, депонирование атмосферного углерода.

5. Формирование ассимиляционного аппарата, индекса листовой поверхности деревьев и насаждений.

6. Введение интродуцентов в зеленые зоны поселений.

**Объектами исследований** являлись искусственные насаждения *сосны Банкса* (Pinus banksiana L.), *сосны Веймутова* (Pinus strobus L.), *сосны Муррея* (Pinus murrayana Balf.), *сосны кедровой сибирской* (Pinus sibirica L.) и *сосны обыкновенной* (Pinus sylvestris L.), произрастающие в зеленой зоне 8 поселений Брянской области.

**Научная новизна.** Впервые изучен рост сосновых интродуцентов в насаждениях зеленых зон Брянской области в зависимости от почвенно-грунтовых и погодных условий, получены данные по структуре их надземной фитомассы, формированию ассимиляционного аппарата, депонированию атмосферного углерода.

**Практическая значимость работы** заключается в обобщении опыта интродукции видов рода Pinus L. в Брянской области, в разработанном комплексе технологических приемов создания лесных культур зеленых зон поселений Брянской области.

**Обоснованность выводов и достоверность результатов исследований** подтверждается большим объемом экспериментального материала, собранного и обработанного с использованием современных апробированных методов исследований и средств программного обеспечения для ПК.

**Основные положения, выносимые на защиту**.

1. Особенности роста интродуцентов сосновых видов в зеленой зоне поселений Брянской области.

2. Фракционный состав и вертикальная структура фитомассы сосновых видов.

3. Депонирование атмосферного углерода сосновыми интродуцентами.

4. Формирование ассимиляционного аппарата различных видов сосны.

5. Рекомендации по введению интродуцентов в зеленую зону.

**Личный вклад автора**. Разработка программы и методики исследований, подбор опытных объектов, сбор, обработка, анализ и обобщение экспериментального материала, формулирование выводов по результатам выполненной НИР, разработка предложений для производства, подготовка докладов и статей.

**Апробация работы**. Основные результаты исследований доложены и обсуждены на международных научно-практических конференциях: «Леса Евразии – Брянский лес» (Брянск, 2011); «Леса Евразии – Белорусское поозерье» (Беларусь, 2012); «Лесоуправление, лесоустройство и лесозащита – настоящее, будущее» (Брянск, 2012); **«**Современные проблемы и инновации в ландшафтной архитектуре» (Брянск, 2012); «Биосферносовместимые города и поселения» (Брянск, 2012); «Актуальные проблемы лесного хозяйства и ландшафтной архитектуры» (Брянск, 2013), «Рациональное использование, охрана, защита и воспроизводство лесных ресурсов» (Москва, 2011); на областном конкурсе научных работ «Современные достижения России» (Брянск, 2010-2013 гг., 2012 г – 1-е место, 2013 г – 3-е место); на межкафедральных заседаниях лесохозяйственного факультета БГИТА (2010-2013).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 10 научных статей, в том числе одна – в журнале, рекомендованном ВАК РФ (в трудах МГУЛа), и одна отправлена в печать.

**Объем и структура диссертации**. Диссертация изложена на 178 страницах, состоит из общей характеристики работы, восьми глав, списка использованных источников и десяти приложений; иллюстрирована 42 таблицами, 34 рисунками. Список использованных источников включает 245 наименований, в том числе 9 на иностранном языке.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

В диссертации приведена история становления и развития зеленых зон поселений в России, отражено, что леса зеленых зон улучшают ионизационный состав (Сверчков, 1964; Власюк, 1970; Таран, 1977), температурный режим и влажность воздуха (Берюшев, 1961; Машинский, 1962), обогащают его кислородом (Белов, 1964; Болычевцев, 1968; Володько, 1983) и фитонцидами (Токин, 1957; Пряжников, 1966; Протопопов и др., 1974; Сверчков, 1981), очищают от пыли и газов (Таран, 1977; Илькун, 1978; Вронский, 1996; Уткин и др., 2008). Леса играют значительную роль в углеродном балансе атмосферы (Алексеев, Бердси, 1994; Исаев и др., 1995; Усольцев, 2005). Насаждения зеленых зон все более активно вовлекаются в рекреацию (Большаков, 2000; Иванов, 2009).

На основании работ (Илькун, 1978; Матюк, 1983; Ерохина и др., 1987; Смоляк, 1990; Антипов, 2000; Дубовицкая, 2003; Папулов, 2004; Павлов, 2005; Неволин, 2003; Бех, 2007; Соколова, 2008; Тихонов, Прутской, 2009) выделены дополнительные требования к насаждениям зеленых зон: декоративность, долговечность, устойчивость, быстрота роста, газоустойчивость и др. Перспективны в этом отношении хвойные интродуценты: сосна кедровая сибирская, сосна Веймутова, сосна Банкса, сосна Муррея (Бирюков, 1989; Данчук, 1990; Rudolph, 1990; Дроздов, 2002; Ермоленко, 2002; Демидова, 2003; Беляев, 2010; Васильев, 2010; Мерзленко и др., 2011).

Отмечено, что сосна Банкса (Кобенский, 1966; Лантратов, 1980; Бирюков, 1989; Данчук, 1990; Юскевич, 2000; Шовган, 2002; Жмурко, 2003; Васильев, 2010), сосна Муррея (Мауринь, 1967; Куцевалов, 1977; Мелихов, 1984; Дроздов, 1998; Демидова, 2003; Бирюков, 2007) сосна Веймутова (Лаптин и др., 1979; Болотов, 1986; Бирюков, 1989; Смирнова, 1997; Дроздов, 1998; Фади, 2000; Серебрякова, 2005; Репин, 2009; Мерзленко и др., 2011) и сосна кедровая сибирская (Лоскутов, 1971; Бех, Таран, 1979; Дроздов, Лавренов, 1984; Пермяков, 1986; Игнатенко, 1988; Брынцев, 1990; Бех, 1991; Титов, 1995; Дроздов, 1998, 1999; Фади, 2000; Ермоленко, 2002) активно внедряются в европейской части России и в ближнем зарубежье. В тоже время почти полностью отсутствуют данные по их надземной фитомассе, по структуре ассимиляционного аппарата и его поверхности. Не обоснованы требования к почвенно-грунтовым и погодным условиям для успешного роста, требует корректировки технология лесовосстановления с использованием интродуцентов в зеленой зоне поселений Брянской области.

2 МЕТОДИКА РАБОТ, КРАТКАЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 МЕТОДИКА РАБОТ

Для решения основных задач исследования в насаждениях сосны Банкса (Pinus banksiana L.), сосны Веймутова (Pinus strobus L.), сосны скрученной (Pinus contorta L.), сосны кедровой сибирской (Pinus sibirica L.) и сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) на территории 8 административных районов Брянской области было заложено 22 пробные площади с рубкой 63 модельных деревьев на фитомассу, взято 240 кернов древесины, 98 образцов почвы, 550 образцов фитомассы.

Рост сосновых интродуцентов изучался на временных пробных площадях, заложенных по общепринятым методам (ГОСТ 16128-70, ОСТ 56-69-83). На основании данных измерительной таксации (Загреев, 1991; Кишенков и др., 1996; Анучин, 2004; Верхунов, Черных, 2007) рассчитывали таксационные характеристики древостоев (средний диаметр, высота, относительная и абсолютная полнота, запас). Относительная полнота насаждения определялась в сравнении с насаждением сосны обыкновенной, класс бонитета по шкале М.М. Орлова (1925).

Рубку модельных деревьев проводили в сентябре – первой половине октября (Молчанов, Смирнов, 1967; Родин и др., 1968). Фракционный состав фитомассы определяли по методикам В.А. Усольцева (2005); Л.Е. Родина (1968); А.И. Уткина (1975), М.Г. Семечкиной (1978), А.А. Молчанова (1967). Модельные деревья (по 3 шт. на пробной площади) выбирали средними по высоте, диаметру, степени развития кроны. Фитомассу учитывали по 1-метровым (молодняки) и 2-метровым секциям. Массу ствола определяли через его объем по плотности древесины, полученной по спилам ствола (Молчанов, Смирнов, 1967). Фитомассу фракций кроны находили по модельным ветвям. По разнице весов всей ветви, ветви без хвои 1-го, 2-го, 3-го и последующих годов находили массу хвои различных возрастов. Аналогично устанавливали массу побегов текущего года, массу шишек. Из каждой фракции отбирали образцы, герметично упаковывали в пакеты и отправляли в лабораторию. Сушку образцов осуществляли в сушильном шкафу ШС-80-01 СПУ до постоянного веса при температуре 70-75оС (Snowdon, 2002).

Фитомассу фракций среднего дерева определяли как среднее фитомассы трех модельных деревьев, а запас фракций фитомассы древостоя – как произведение фитомассы каждой фракции среднего дерева на число деревьев на 1 га (Усольцев, Залесов, 2005). Размеры аккумуляции углерода в надземной части исследуемых культур рассчитывали исходя из того, что в 1 кг абсолютно сухой массы ветвей, коры и древесины содержится 0,5 кг углерода, а в 1 кг абсолютно сухой массы древесной зелени – 0,45 кг (Исаев и др., 1995 г; Алексеев, Бердси, 1994).

Для изучения почвенных условий на пробной площади закладывали один почвенный разрез глубиной 1,5…2,0 м и 3-4 прикопки (30…50 см) по рекомендациям кафедры лесных культур и почвоведения (Орловский, Остроумов, 1987; Маркина, 2003). Из середины слоя каждого генетического горизонта отбирали почвенный образец массой около 1 кг. Физико-химический анализ почвенных образцов проводили стандартными методами (Петербургский, 1968; ГОСТ 29269-91). В почвенных образцах определяли содержание подвижного фосфора (P2O5) и обменного калия (K2O) по А.Т. Кирсанову (ГОСТ 26207-91); гидролитическую кислотность (рH) – по методу Каппена (ГОСТ 26212-91); гумус – по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова (ГОСТ 26213-91); гранулометрический состав – по Н.А. Качинскому; плотность сложения почвы – весовым методом из рассыпного образца. Расчет запасов азота, фосфора и калия проводили послойно (20, 50 и 100 см) и для горизонтов А1 и А2В по методу Н.П. Ремезова (Маркина, 2013).

Влияние почвенных условий на рост оценивалось по среднему приросту модельных деревьев в высоту и по диаметру в первые 30 лет жизни (Z30h и Z30d). Связь средних приростов и почвенных условий оценивалась методом пошаговой регрессии (Мешалкина, Самсонова, 2008). Для регрессионных уравнений рассчитаны стандартизированные коэффициенты «beta», позволяющие оценить вклады независимых почвенных переменных в средний прирост.

Ширину годичных колец на кернах измеряли по фотографиям высокого разрешения (Марченко, 2008). Временные ряды радиального прироста (Zr) были преобразованы в индексы радиального прироста (Izr), рассчитанные через скользящую среднюю по 5 годам (Кухта, 2003; Велисевич, Хуторной, 2009). Связь индексов прироста и метеоданных (среднемесячные температуры и месячные суммы осадков мая, июня, июля, августа, сентября текущего и предыдущего годов) осуществляли с помощью корреляционного анализа (Тишин, 2011) в соответствии с рекомендациями К.С. Бобковой, (1981), А.Е. Кухта, (2003).

Опираясь на работы М.Я. Оскреткова (1956), Л.П. Яцыно (1977), А.И. Уткина с соавторами (2008) нами использован геометрический метод определения поверхности хвои (Sхв.) через ее длину и периметр поперечного сечения. Площадь поверхности хвои двуххвойных сосен определяли по формуле М.Я. Оскреткова (1959), а пятихвойных – по формуле W.T. Swank, H.T. Schreuder (1974). Хвою 1, 2 и 3 годов отбирали в верхней, средней и нижней частях кроны (Madqwick, 1964; Молчанов, Смирнов, 1967; Родин и др., 1968; Усольцев, Нагимов, 1988; Усольцев, Залесов, 2005). Длину хвои измеряли металлической линейкой с точностью 1 мм, толщину и ширину – по фотографиям высокого разрешения среза поперечного сечения с точностью 0,01 мм (Марченко, 2008). Для определения площади поверхности хвои (Sхв) дерева нами использован показатель удельной листовой поверхности (SLA). Для всего насаждения по методике А.И. Уткина с соавторами (2008) рассчитан индекс листовой поверхности (LAI).

При обработке экспериментального материала были использованы программы «Статистика», «Корреляция», «Michxod» средства электронной таблицы Excel (программная настройка «Пакет анализа»). Для измерений ширины годичных колец и длины периметра поперечного сечения хвои по фотографиям использовали персональный компьютер, программу Surfer 10 и электронную таблицу Excel в составе пакета Microsoft Office.

2.2 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

По С.Ф. Курнаеву (1982) объекты исследований расположены в Скандинавско-Русской провинции Евроазиатской области лесов умеренного пояса в пределах двух зональных полос – в подзоне смешанных и широколиственных лесов, а в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства РФ №37 от 04.02.2009 г. «Об утверждении перечня лесорастительных зон…» регион входит в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ.

В диссертации на основании работ (Антыков, 1960; Просянников, 1987; Ахромеев, Данилов, 1988; Воробьев, 1993; Рубцов, 1997; Волкова, 1998; Васильев и др., 1999; Ториков, 1999; Самошкин, 2001; Тихонов, 2001; Котенков, Мурахтанов, 2006; Регионы России…, 2011) приводятся данные по природно-географическим условиям, рельефу, почвам, климату и растительности региона.

3 ЗЕЛЕНЫЕ ЗОНЫ ПОСЕЛЕНИЙ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Площадь лесов зеленых зон поселений Брянской области составляет 150,3 тыс. га (12,4 % от площади лесного фонда). Зеленые зоны выделены вокруг областного центра г. Брянск на площади 70,9 тыс. га и городов Новозыбков, Дятьково, Злынка, Жуковка, Карачев, Клинцы, Почеп, Севск, Унеча, Сураж, Стародуб, поселков Локоть, Выгоничи, Клетня, Навля, Климово, Вышков, Старь, Красная Гора, Суземка и Погар (Лесной план Брянской области, 2008)

Зеленые зоны приурочены к 5 основным типологическим группам ландшафтов: аллювиальные равнины (65,0 тыс. га), полесья (63,5 тыс. га), моренные равнины (11,7 тыс. га), предполесья (6,8 тыс. га) и морено-зандровые равнины (1,4 тыс. га), в которых А.В. Жучковой выделено 26 географических ландшафтов. Преобладающими являются подзолисто-глеевые, подзолистые и дерново-подзолистые почвы. Основной лесообразующей породой здесь является сосна обыкновенная (Волкова, 1998).

Лесокультурный фонд зеленых зон составляет около 700 га и представлен вырубками (56,0%), прогалинами и пустырями (26,9%), гарями и погибшими лесными насаждениями (17,1%). Его площадь меняется по поселениям от 1 до 150 га. Лесовосстановление осуществляется общепринятыми технологиями. При выборе главной породы учитывается тип лесорастительных условий.

Единичные лесные культуры хвойных интродуцентов созданы в 20 веке А.В. Тюриным, В.М. Обновленским, В.В. Огиевским, Е.В. Титовым и работниками лесхозов Брянской области посадкой сеянцев (реже саженцев) весной в плужные борозды под меч Колесова с густотой посадки от 4,7 до 10,0 тыс.шт./га (таблица 1).

Лесные культуры сосны Веймутова, сосны Муррея и сосны Банкса регулярно плодоносят, в насаждениях встречается подрост, что свидетельствует об их хорошей акклиматизации в условиях Брянской области.

Таблица 1 – Краткая характеристика объектов исследования\*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ПП | Лесничество | Поселение | Группа ландшафтов | Год создания | Категория площади | Посад. материал | Размещение, м | ТЛУ | Почва |
| **Сосна кедровая сибирская** |
| 1 | Дубровское | г. Жуковка | долинный | 1966 | вырубка | СЖ5 | 2,5×0,5 | С2 | 2 |
| 2 | Дубровское | г. Жуковка | долинный | 1966 | то же | СЖ5 | 3,0×0,5 | С2 | 2 |
| 18 | Унечское | г. Унеча | полесье | 1993 | земли с/х | СЖ4 | 3,0×0,5 | С3 | 3 |
| 21 | Уч.- опытное | г. Брянск | долинный | 1969 | прогалина | СЖ4 | 2,0×0,5 | С2 | 3 |
| 22 | Уч.- опытное | г. Брянск | долинный | 1985 | вырубка | СЖ4 | 3,5×0,5 | С2 | 3 |
| **Сосна Веймутова** |
| 17 | Унечское | г. Стародуб | предполесье | 1940 | прогалина | СН2 | 3,5×0,6 | В2 | 2 |
| 19 | Уч.- опытное | г. Брянск | долинный | 1911 | то же | СН1 | 2,0×0,5 | В2 | 5 |
| **Сосна Муррея** |
| 8 | Карачевское | г. Карачев | полесье | 1953 | прогалина | СН2 | 2,5×0,6 | В2 | 2 |
| 10 | Карачевское | г. Карачев | полесье | 1953 | то же | СН2 | 3,0×0,5 | С2 | 4 |
| **Сосна Банкса** |
| 3 | Карачевское | г. Карачев | полесье | 1981 | прогалина | СН2 | 3,0×0,6 | В2 | 1 |
| 11 | Клетнянское | п. Клетня | полесье | 1976 | земли с/х | СН2 | 3,5×0,5 | С2 | 2 |
| 15 | Унечское | г. Унеча | полесье | 1965 | то же | СН2 | 3,5×0,5 | В2 | 1 |
| 14 | Почепское | п. Красн. Рог | моренный | 1965 | то же | СН2 | 3,0×0,5 | С2 | 2 |
| 12 | Клинцовское | п. Красн. Гора | долинный | 1959 | то же | СН2 | 2,5×0,5 | В2 | 7 |
| 5 | Карачевское  | Карачев | полесье | 1953 | прогалина | СН2 | группы по 4-5 шт. | В3 | 6 |
| 7 | Карачевское | Карачев | полесье | 1953 | то же | СН2 | 2,5×0,5 | В3 | 1 |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ПП | Лесничество | Зеленая зона поселения | Группа ландшафтов | Год создания | Категория площади | Посад. материал | Размещение, м | ТЛУ | Почва |
| **Сосна обыкновенная** |
| 4 | Карачевское | Карачев | полесье | 1983 | прогалина | СН2 | 3,5×0,5 | В2 | 1 |
| 16 | Унечское | Унеча | полесье | 1955 | земли с/х | СН2 | 2,5×0,7 | В2 | 1 |
| 13 | Клинцовское | Красн. Гора | долинный | 1959 | то же | СН2 | 2,5×0,6 | В2 | 7 |
| 9 | Карачевское | Карачев | полесье | 1953 | пустырь | СН2 | 3,5×0,5 | В2 | 2 |
| 6 | Карачевское | Карачев | полесье | 1948 | прогалина | СН2 | 2,5×0,6 | В2 | 1 |
| 20 | Уч.-опытное | Брянск | долинный | 1911 | то же | СН1 | 2,0×0,5 | В2 | 5 |
| \*Примечание: почвы: 1 – дерново-подзолистая песчаная на ФГП; 2 – дерново-подзолистая песчаная на ФГП с пятнами (прослойками) морены; 3 – дерново-подзолистая песчаная на смеси ФГП и морены; 4 – дерново-подзолистая песчаная на смеси ФГП и покровных суглинков; 5 – дерново-подзолистая песчаная на КГП с фосфоритами; 6 – дерново-подзолистая песчаная на моренных отложениях; 7 – дерново-подзолистая супесчаная на двучленных отложениях морены и ФГП |

4 ОСОБЕННОСТИ РОСТА ВИДОВ PINUS L. В ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЕ ПОСЕЛЕНИЙ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

4.1 ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

В диссертации приведена подробная лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых лесных культур. Показано, что сохранность изучаемых интродуцентов не отличается существенно от сохранности сосны обыкновенной. В лесных культурах зеленых зон поселений Брянской области сосна кедровая сибирская, сосна Веймутова и сосна Муррея могут расти по I, а сосна Банкса – по Iб классам бонитета. Лучший рост сосны Банкса и сосны Муррея характерен для сложной субори.

На основании моделей роста изучаемых видов в высоту и по диаметру, рассчитанным по функции Митчерлиха (Черных и др., 2009), нами установлено, что сосна Банкса, сосна Муррея и сосна Веймутова в возрасте до 30-35 лет превосходят сосну обыкновенную в росте на 8-10% в высоту и на 10-30% по диаметру.

4.2 ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ

В диссертации представлена морфометрическая характеристика модельных деревьев и величина их среднего радиального прироста. Отмечено снижение величины радиального прироста с возрастом дерева, что согласуется с работами Т.Т. Битвинскаса (1974), С.Г. Шиятова (1986), И.С. Дашковской (1989), Д.В. Тишина (2011). Так, у кедра отмечено снижение среднего прироста с 2,88 мм в возрасте 22х лет до 1,92 мм в 50-летнем возрасте, у сосны Веймутова – с 2,54 мм (73 года) до 1,48 мм (101 год), у сосны Банкса – с 2,57 мм (32 года) до 1,72 мм (60 лет) и у сосны обыкновенной – с 3,01 мм (37 лет) до 1,43 мм (101 год).

Корреляционный анализ связи индекса радиального прироста деревьев с температурой и осадками текущего и прошлого годов показал, что у различных видов отмечается общность в отклике радиального прироста на колебание погодных факторов. Наиболее близкой к сосне обыкновенной является сосна Банкса. В то же время, внутри вида на разных участках отмечаются и различия в реакции на погодные показатели того или иного месяца, что объясняется географическим местоположением и лесорастительными условиями. Кластерный анализ коэффициентов корреляции позволил выделить экологические группы роста или кластеры.

По отклику радиального прироста на погодные факторы насаждения сосны Веймутова и сосны Муррея образуют один кластер, сосны обыкновенной и сосны кедровой сибирской – 2 кластера, сосны Банкса – 3 кластера. Величину радиального прироста сосны обыкновенной определяет географическое местоположение (I кластер – север области; II кластер – юго-запад области), сосны кедровой сибирской – условия увлажнения (I кластер – свежие условия, II кластер – влажные условия), а сосны Банкса – местоположение участка (I кластер - свежие условия в центральной и северной частях области; II кластер – свежие условия в юго-западной части области) и условия увлажнения (III кластер – влажные условия на юго-западе области).

Применение множественного регрессионного анализа по выделенным кластерам позволило оценить влияние на индексы прироста совокупности погодных данных (среднемесячные температуры и месячные суммы осадков мая, июня, июля, августа, сентября текущего и предыдущего годов). Уравнения множественной регрессии линейного типа имеют коэффициенты множественной корреляции от 0,525 до 0,884 (F=4,2…24,7, при P<0,05), что позволяет их использовать в прогнозных оценках.

На радиальный прирост сосны кедровой сибирской в свежих условиях роста положительное влияние оказывают высокие осадки в начале вегетационного периода. Повышенная температура конца вегетации негативна для роста по диаметру. Во влажных условиях прослеживается схожее влияние температуры, а дополнительное увлажнение в августе текущего года отрицательно сказывается на росте по диаметру.

На рост по диаметру сосны Веймутова в свежих условиях положительно значимы высокие осадки второй половины вегетационного периода текущего года и температура сентября прошлого года. Повышенное значение текущей температуры как в начале вегетации, так и второй его половине отрицательно сказываются на радиальном приросте деревьев.

Для роста сосны Муррея в свежих условиях положительно значимы более высокие осадки и температура начала вегетации. Повышенная температура августа и большие осадки июня и сентября прошлого года ослабляют рост.

Рост по диаметру сосны Банкса в свежих условиях улучшается с повышением температуры в августе, а также при более высоких осадках середины вегетационного периода текущего года. Высокая температура июля текущего года, осадки конца вегетации отрицательны. Во влажных условиях повышенная температура второй половины вегетации отрицательно сказывается на радиальном приросте.

5 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ЗЕЛЕНЫХ ЗОН И ВЛИЯНИЕ ИХ НА РОСТ СОСНОВЫХ ВИДОВ

Зеленые зоны поселений Брянской области приурочены к зональным дерново-подзолистым почвам. Почвы имеют кислую реакцию среды (pHKCl 2,8…5,0). В аккумулятивном горизонте среднее содержание гумуса составляет 2,81% с диапазоном от 1,43 до 4,75%. Более высокое содержание гумуса характерно для супесчаных почв, сформированных на двучленных отложениях морены и ФГП с прослойками морены. Песчаные почвы на ФГП и смеси ФГП и КГП (без пятен и прослоек морены) содержат меньше гумуса. Для всех почв характерна низкая и средняя обеспеченность в запасах подвижного фосфора и обменного калия. В гумусовом горизонте плотность сложения составляет 0,7…1,2 г/см3, максимальная плотность отмечена в материнской породе (1,53…1,63 г/см3).

Почвенные условия дерново-подзолистых почв зеленых зон поселений весьма неоднородны. Мощность гумусового горизонта составляет 3…13 см. Основной запас элементов минерального питания приходится на верхний 50-сантиметровый слой почвы, где сосредоточена основная масса корней (Березин, 2009; Беляев, 2010). Запас азота здесь варьирует от 11,2 до 37,4 кг/га, подвижного фосфора – от 196,7 до 797,4 кг/га, обменного калия – от 133,4 до 516,7 кг/га.

Для сосны обыкновенной и сосны Банкса на основе корреляционного и пошагового регрессионного анализа приростов получены модели связи между средним приростом и почвенными характеристиками (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость средних приростов модельных деревьев сосны обыкновенной и сосны Банкса за первые 30 лет роста от почвенных условий верхнего 50-сантиметрового слоя дерново-подзолистых почв\*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Аппроксимирующая модель | R2 | F при p<0,05 | Станд. ошибка  |
| **Сосна обыкновенная** |
| Z30h=1,416+0,0234\*gl-0,2394\*pН+0,042\*Р2О5 -0,1037\*К2О | 0,959 | 93,4 | 0,015 |
| Z30d=1,1596+0,0183\*gl-0,1847\*pН+0,3972\*NO3+0,039\*Р2О5-0,1088\*К2О | 0,993 | 420,9 | 0,007 |
| **Сосна Банкса** |
| Z30h=-1,2485+0,5984\*il+0,1908\*pН+0,348\*NO3+0,060\*Р2О5+0,151\*К2О | 0,997 | 850,0 | 0,005 |
| Z30d=-1,2208+0,2679\*il+0,3744\*pН+0,7140\*NO3-0,044\*Р2О5+0,111\*К2О | 0,991 | 270,2 | 0,007 |
| \*Примечание: il – содержание или, %; gl – содержание физической глины, %; pH – обменная кислотность; NO3, Р2О5, К2О – запасы азота, фосфора и калия соответственно, ц/га |

На средний прирост сосны обыкновенной положительно влияют увеличение содержания илистых частиц, физической глины, запасов азота и фосфора в верхнем 50-сантиметровом слое почвы. Наибольший вклад в прирост по высоте вносит физическая глина (beta=1,33) и фосфор (beta=1,19). Значимыми для роста по диаметру являются фосфор (beta=1,03) и содержание физической глины (beta=0,98). Лучший рост сосны обыкновенной отмечается на кислых почвах. Содержание калия не является лимитирующим показателем на всех объектах исследования.

На средний прирост сосны Банкса в высоту влияют содержание ила (beta=2,98), запасы калия (beta=2,39) и фосфора (beta=1,00), величина рН (beta=0,54) и азот (beta=0,38); а по диаметру – калий (beta=2,30), содержание ила (beta=1,74), величина рН (beta=1,37) и азот (beta=1,02). Интродуцент более продуктивен в средне- и слабокислых почвенных условиях.

На рост сосны Муррея, сосны Веймутова, сосны кедровой сибирской также влияют почвенные условия (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние почвенных условий верхнего 50-сантиметрового слоя почвы на рост культур сосны кедровой сибирской, сосны Муррея и сосны Веймутова

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ПП | А, лет | Z30h, м | Z30d, см | Плотность, г/см3 | Ил, % | Физич. глина, % | Гумус, % | рНKCl | Запас, кг/га |
| азот | фосфор | калий |
| **Сосна Муррея** |
| 8 | 60 | 0,32 | 0,38 | 1,41 | 1,40 | 4,42 | 0,70 | 4,07 | 20 | 673 | 327 |
| 10 | 60 | 0,40 | 0,46 | 1,38 | 0,86 | 6,00 | 0,91 | 4,35 | 25 | 797 | 197 |
| **Сосна Веймутова** |
| 17 | 73 | 0,42 | 0,43 | 1,37 | 0,79 | 7,63 | 1,11 | 4,20 | 31 | 753 | 511 |
| 19 | 101 | 0,33 | 0,28 | 1,41 | 0,76 | 3,48 | 0,81 | 3,91 | 23 | 197 | 177 |
| **Сосна кедровая сибирская** |
| 1 | 50 | 0,27 | 0,35 | 1,37 | 0,16 | 7,51 | 0,88 | 4,28 | 24 | 280 | 239 |
| 2 | 50 | 0,29 | 0,39 | 1,34 | 0,61 | 8,33 | 1,18 | 4,08 | 32 | 795 | 300 |

Для сосны кедровой сибирской, сосны Муррея и сосны Веймутова важны содержание физической глины, гумуса, запасы азота и фосфора. Увеличение содержания илистых фракций, запасов калия значимо для сосны кедровой сибирской и сосны Веймутова и не отражается на росте сосны Муррея. У этих сосен уменьшение кислотности почвы (от кислых до средне- и слабокислых) положительно сказывается на росте в высоту и по диаметру.

6 НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

6.1 НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА ДЕРЕВА

Данные по надземной фитомассе модельных деревьев показали, что на ее величину влияют видовая принадлежность, возраст, условия роста, особенности формирования насаждения.

Общая масса среднего дерева **сосны кедровой сибирской** в возрасте 22х лет (ПП №18) составила 19,2 кг, а в 50 лет (ПП №1, №2) – 103,0…117,4 кг. С возрастом возрастают доли древесины и коры ствола от 59 до 66% и от 7 до 9% соответственно. Доля живой кроны (хвоя, скелет, побеги текущего года) имеет большие значения в молодых культурах. Отмершие ветви отмечены только в культурах 50-летнего возраста с наибольшим содержанием при густоте посадки 8,0 тыс.шт./га (18,6%). Установлено, что у данной породы основная масса ствола сосредоточена в слое 0…0,4 Н, а основная масса фракций кроны – в слое 0,6…0,9 Н.

Модельные деревья **сосны Веймутова** в возрасте 73 и 101 год имели массу 327,4 и 441,2 кг. Доли древесины, коры ствола и скелета кроны различаются незначительно и составляют около 82%, 10% и 5,2% соответственно. Наблюдаются различия в долевом участии хвои. Так, в 73 года на долю хвои приходится 2,7%, а в 101 год только 1,0%. Основная масса древесного ствола приходится на слой 0…0,3 Н, а основная масса фракций кроны – на слой 0,8…0,9 Н (73 года) и 0,9…1,0 Н (101 год).

В возрасте 60 лет у **сосны Муррея у**становлено, что в условиях сложной субори деревья имеют на 46% большую массу, чем в условиях простой субори. Древесина ствола в общей массе среднего дерева составляет 63,3…66,1%, кора ствола – 4,0…5,8%. Для этого вида характерно большое количество сухих ветвей (5,4…17,4%) и массы шишек (3,0…5,9%). Отмечено, что в условиях сложной субори деревья формируют более массивную крону, имеют и большую массу сухих ветвей. Сухие ветви начинаются от основания ствола и сохраняются до отметки 0,7 Н.

Модельные деревья **сосны Банкса** взяты на 7 участках в возрасте от 32х до 60-ти лет. Отмечено, что с возрастом доля древесины увеличивается от 59 до 69,0%, коры ствола – от 6,7 до 7,9%, погибших ветвей – от 5,8% до 13,1% против скелета кроны, массы хвои, доля которых закономерно снижается с 13,1 до 6,0% и 5,1 до 2,8% соответственно. Наибольшая фитомасса дерева характерна для 48-летних культур, произрастающих в условиях свежей сложной субори (280,7 кг). Средние деревья того же возраста в условиях свежей простой субори имеют массу меньше в 2,1 раза. Было выявлено, что при густоте посадке 8,0 тыс.шт./га фитомасса среднего дерева меньше на 24%, чем при густоте 6,0 тыс.шт./га. Основная масса ствола сосредоточена в слое 0-0,4 Н. Мертвая крона начинается от основания ствола, а основная ее масса приходится на слой 0,2-0,5 Н. В условиях простой субори деревья сосны Банкса формируют на 35% более длинную крону, чем в сложной субори.

Масса среднего дерева **сосны обыкновенной** в возрасте 32…101 год составила 76,8…575,6 кг. На древесину приходится 76,1...87,9 %. С возрастом доля этой фракции в общей фитомассе дерева увеличивается. Наибольшую долю скелета кроны и хвои отмечаем у более молодых деревьев. Лучшая очищаемость от сухих сучьев отмечается в насаждениях с первоначальной густой посадки 6,7 и 10,0 тыс.шт./га.

По отношению фракций фитомассы к d2h выявлены видовые особенности (таблица 4).

Таблица 4 – Отношение фракций фитомассы (кг) сосновых видов к показателю d2h по пробным площадям\*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фракция | Сосна кедровая сибирская | СоснаВеймутова | Сосна Муррея | Сосна Банкса | Сосна обыкновенная |
| древесина | **145,7**(136,6-157,2) | **142,9**(126,3-159,5) | **184,7**(179,8-189,6) | **160,2**(133,8-168,1) | **159,8**(131,6-169,2) |
| кора | **19,2**(15,8-21,3) | **17,9**(16,9-18,8) | **14,0**(11,3-16,7) | **17,4**(15,7-23,7) | **11,2**(10,1-15,2) |
| скелет кроны | **23,4**(10,8-35,5) | **9,1**(8,2-9,9) | **29,7**(25,7-33,7) | **22,8**(14,7-29,0) | **13,4**(9,2-17,7) |
| хвоя | **21,5**(16,0-24,2) | **3,1**(2,0-4,2) | **10,2**(8,1-12,3) | **9,2**(6,5-13,1) | **6,6**(4,9-8,9) |
| всего дерева | **209,8**(184,0-227,8) | **173,0**(155,5-190,2) | **238,6**(225,0-252,3) | **209,6**(178,2-215,3) | **191,0**(158,4-210,7) |
| \*Примечание: в скобках указаны пределы (min-max) значений, полужирным – среднее значение  |

Установлено, что при равных размерах (по показателю d2h) деревья сосны Муррея формируют на 15,6% большую, а сосны кедровой сибирской и сосны Веймутова соответственно на 8,8% и 10,6% меньшую массу древесины, чем сосна обыкновенная. Все интродуценты имеют более тяжелую кору, самыми толстокорыми являются сосна кедровая сибирская и сосна Веймутова

По возрастанию массы хвои, приходящейся на d2h, сосны расположились в ряд: сосна Веймутова, сосна обыкновенная, сосна Банкса, сосна Муррея, сосна кедровая сибирская. Различия между сосной обыкновенной и сосной кедровой сибирской достигают трех раз, а с сосной Веймутова – почти 7 раз.

6.2 ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР СОСНОВЫХ ВИДОВ

Запас надземной фитомассы и ее структура в исследуемых культурах значительно различаются (таблица 5).

Таблица 5 – Фитомасса лесных культур интродуцированных видов сосны и сосны обыкновенной на пробных площадях

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № ПП | А, лет | Nтек, тыс. шт./га | Фитомасса в абсолютно-сухом состоянии, т/га |
| ствол в коре | кора ствола | сухие ветви | скелет кроны | хвоя | итого |
| **Сосна кедровая сибирская** |
| 18 | 22 | 1,855 | 23,30 | 2,41 | - | 6,12 | 6,10 | 35,52 |
| 1 | 50 | 1,013 | 75,60 | 9,77 | 19,40 | 5,42 | 3,89 | 104,31 |
| 2 | 50 | 0,921 | 79,98 | 9,20 | 9,48 | 11,45 | 7,21 | 108,12 |
| **Сосна Веймутова** |
| 17 | 73 | 0,466 | 140,22 | 16,51 | - | 8,25 | 4,08 | 152,55 |
| 19 | 101 | 0,473 | 195,50 | 20,67 | - | 10,99 | 2,20 | 208,69 |
| **Сосна Муррея** |
| 8 | 60 | 0,717 | 132,22 | 10,70 | 9,97 | 22,77 | 7,87 | 172,83 |
| 10 | 60 | 0,657 | 165,47 | 9,80 | 42,79 | 23,07 | 7,05 | 238,38 |
| **Сосна Банкса** |
| 3 | 32 | 0,945 | 56,43 | 5,77 | 4,97 | 11,60 | 4,41 | 77,41 |
| 11 | 37 | 1,289 | 142,31 | 11,37 | 14,04 | 13,86 | 6,43 | 176,63 |
| 15 | 48 | 1,194 | 111,51 | 9,79 | 15,28 | 18,61 | 7,15 | 152,56 |
| 14 | 48 | 0,813 | 181,71 | 14,46 | 15,20 | 23,92 | 7,15 | 227,98 |
| 12 | 54 | 0,905 | 86,36 | 9,30 | 16,51 | 13,89 | 5,16 | 121,91 |
| 5 | 60 | 0,795 | 141,11 | 14,44 | 19,47 | 12,97 | 5,14 | 178,68 |
| 7 | 60 | 0,850 | 114,23 | 14,14 | 15,35 | 9,57 | 4,94 | 144,09 |
| **Сосна обыкновенная** |
| 4 | 32 | 1,151 | 71,89 | 4,63 | 3,56 | 7,65 | 5,04 | 88,14 |
| 11 | 37 | 0,974 | 160,49 | 9,56 | 6,28 | 12,02 | 5,48 | 184,27 |
| 16 | 52 | 0,900 | 115,92 | 9,54 | - | 11,67 | 5,63 | 133,23 |
| 13 | 54 | 0,886 | 168,78 | 9,80 | - | 13,03 | 6,13 | 187,95 |
| 9 | 60 | 0,690 | 136,59 | 8,63 | 6,07 | 12,10 | 4,66 | 159,42 |
| 6 | 65 | 0,600 | 127,73 | 9,35 | 2,86 | 10,79 | 4,33 | 145,71 |
| 20 | 101 | 0,488 | 261,77 | 14,97 | - | 13,50 | 4,09 | 279,37 |

Самые высокие запасы характерны для 101-летних культур сосны Веймутова и сосны обыкновенной. Прослеживается явное влияние возраста лесных культур на запас фитомассы насаждения (r=0,743).

Сосна Веймутова накопила на 71 т/га меньше надземной фитомассы, чем сосна обыкновенная, и имеет более высокую массу коры ствола. Сосна Муррея в условиях сложной субори имеет на 66 т/га больший запас фитомассы, чем в простой субори. В свежей простой субори культуры сосны Банкса на 12% уступают по надземной фитомассе сосне обыкновенной.

Для сосны Банкса и сосны обыкновенной применены модели по расчету запасов надземной фитомассы, ее фракций по возрасту (А), высоте (Н), диаметру (D) и густоте (N) насаждений (таблица 6).

Таблица 6 – Регрессионные модели компонентов фитомассы насаждений сосны Банкса и сосны обыкновенной

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фракция фитомассы | Аппроксимирующая модель | R | R2 | F при p<0,05 | Станд. ошибка уравнения |
| Сосна Банкса |
| Ствол в коре | lgPст = -8,125+1,468\*lgN+4,550\*lgD  | 0,972 | 0,944 | 34,0 | 0,048 |
| Сухие ветви | lgPс.в..= -9,525+1,623\*lgN+1,375\*lgA+2,756\*lgD  | 0,991 | 0,982 | 55,1 | 0,037 |
| Скелет | lgPск.= -21,230+4,195\*lgN-6,177\*lgН+13,909\*lgD  | 0,955 | 0,913 | 10,5 | 0,055 |
| Хвоя | lgPхв.= -12,410+2,561\*lgN-2,829\*lgН+7,157\*lgD  | 0,993 | 0,986 | 71,6 | 0,014 |
| Всего дерева | lgPдер = -8,125+1,468\*lgN+4,550\*lgD  | 0,977 | 0,954 | 41,1 | 0,040 |
| Сосна обыкновенная |
| Ствол в коре | lgPск.= -6,912+1,454\*lgN+1,558\*lgН+2,060\*lgD  | 0,977 | 0,955 | 21,2 | 0,051 |
| Скелет | lgPс.в..= -6,793+1,551\*lgN+0,621\*lgA+1,708\*lgD  | 0,978 | 0,956 | 21,6 | 0,024 |
| Хвоя | lgPс.в..= -5,555+1,511\*lgN+0,527\*lgA+0,725\*lgD  | 0,967 | 0,935 | 14,3 | 0,023 |
| Всего дерева | lgPск.= -6,284+1,370\*lgN+1,457\*lgН+1,912\*lgD  | 0,975 | 0,951 | 19,4 | 0,050 |

Из приведенных данных видно, что около 91-98 % общей вариации фракций фитомассы объясняется вариацией факторных признаков. Для сосны Банкса в запасе всей фитомассы и стволовой части значимы текущая густота и диаметр. Причем, диаметр более значим (beta=1,26), чем густота (beta=0,74).

Для культур сосны обыкновенной в общей фитомассе насаждения значимы диаметр (beta=1,14), густота (beta=1,12) и высота (beta=0,83); а для скелета кроны и хвои – густота (beta=2,46 и 3,08), диаметр (beta=1,97 и 1,35) и возраст (beta=1,24 и 1,07 соответственно).

6.3 ДЕПОНИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО УГЛЕРОДА НАСАЖДЕНИЯМИ СОСНОВЫХ ВИДОВ

Лесные экосистемы активно депонируют атмосферный углерод (Алексеев, Бердси, 1994; Исаев и др., 1995; Чураков, Манякина, 2012).

В Брянской области среднегодовая величина связанного атмосферного углерода насаждениями сосновых видов напрямую зависит от их продуктивности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Среднегодовое депонирование атмосферного углерода культурами сосновых видов по объектам исследования

За 1 год жизни культуры сосны кедровой сибирской депонируют 0,9 т/га, а сосны Веймутова 1,04 т/га, что на 86 и 61 % соответственно меньше, чем культуры сосны обыкновенной. В брусничном типе леса сосна Банкса связывает больше на 0,34 т/га в год углерода, чем сосна обыкновенная. В черничном типе леса сравниваемые виды депонируют близкое количество углерода (1,4 т/га в год), в орляковом – сосна обыкновенная связывает углерода на 0,4 т/га в год больше. В условиях сложной субори на первом месте находится сосна обыкновенная (2,48 т/га в год), затем сосна Банкса (2,38 т/га в год) и сосна Муррея (1,98 т/га в год).

Для формализации данных по депонирующей функции вида использован показатель среднегодового депонирования культурами углерода в возрасте 50 лет. Установлено, что по мере возрастания среднегодового депонирования рассматриваемые виды расположились в следующий ряд: сосна кедровая сибирская (1,06 т/га в год), сосна Веймутова (1,22 т/га в год), сосна Банкса (1,43 т/га в год), сосна обыкновенная (1,49 т/га в год), сосна Муррея (1,81 т/га в год).

7 МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА

Хвоя – самый чувствительный орган растения, быстро реагирующий на условия окружающей среды. На размеры хвои влияют внутренние (возраст хвои, возраст дерева) и внешние факторы (полнота древостоя, условия роста, положение в кроне, стрессовые ситуации) (Оскретков, 1956; Бабич и др., 2004; Уткин и др., 2008).

В Брянской области хвоя всех исследуемых видов удерживается в основном 3 года, хвоя четвертого года встречается лишь на отдельных ветвях. Средняя длина (L) хвои сосны кедровой сибирской за 2009-2012 гг. менялась от 101 до 135 мм; сосны Веймутова – от 88 до 169 мм; сосны Муррея – от 39 до 45 мм; сосны Банкса – от 34 до 56 мм; сосны обыкновенной – от 54 до 83 мм. Периметр срединного сечения (Р) хвои составил 2,08-2,69 мм у сосны кедровой сибирской, 1,54-1,71 мм у сосны Веймутова, 2,35-2,64 мм у сосны Муррея, 2,18-2,69 мм у сосны Банкса, 1,97-2,60 мм у сосны обыкновенной.

У всех видов наибольшие размеры имеет хвоя, сформированная в 2009 г (3 год), а наименьшие – в 2011 г (1 год), что мы связываем с экстремально сухим 2010 годом. Отмечено, что на размеры хвои влияет ее положение в кроне дерева (таблица 7).

Таблица 7 – Средние размеры хвои 3 года в пределах кроны модельного дерева\*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Часть кроны дерева | Порода |
| сосна обыкновенная | сосна кедровая сибирская | сосна Веймутова | сосна Муррея | сосна Банкса |
| L, мм | нижняя | 62,35±0,25 | 117,65±0,54 | 88,38±0,33 | 40,13±0,19 | 38,35±0,13 |
| средняя | 65,60±0,76 | 125,80±0,25 | 91,38±0,32 | 44,68±0,47 | 40,55±0,28 |
| верхняя | 69,35±0,32 | 129,15±0,33 | 96,40±0,18 | 54,50±0,33 | 41,05±0,25 |
| P, мм | нижняя | 2,13±0,05 | 2,42±0,03 | 1,59±0,02 | 2,52±0,04 | 2,60±0,03 |
| средняя | 2,40±0,04 | 2,63±0,03 | 1,74±0,02 | 2,64±0,03 | 2,68±0,04 |
| верхняя | 2,54±0,03 | 2,62±0,03 | 1,87±0,02 | 2,87±0,04 | 2,78±0,05 |
| Sхв. , мм2 | нижняя | 132,68±3,14 | 284,44±3,89 | 140,55±1,52 | 101,27±1,62 | 99,86±1,43 |
| средняя | 158,05±4,27 | 331,06±3,55 | 159,34±1,97 | 117,71±1,48 | 108,51±1,79 |
| верхняя | 176,15±2,33 | 338,01±3,79 | 180,85±1,94 | 156,51±2,75 | 112,47±1,38 |
| \*Примечание: модельные деревья на ПП №1, №5, № 9, №10, №17 |

Различия между хвоей в нижней и верхней частях кроны по длине у сосны обыкновенной составили 11,2%, сосны кедровой сибирской – 9,8%; сосны Веймутова – 9,1%, сосны Муррея – 35,8%, сосны Банкса – 7,0%. По величине поверхности хвои соответственно 32,8, 18,8, 28,7, 54,5, 12,6%.

Отмечено, что в условиях Брянской области хвоя имеет максимальные размеры на деревьях 35-50 лет. Выявлено так же, что в более высокопродуктивных культурах формируется хвоя больших размеров. Различия со значимостью не ниже 99% установлены для сосны Банкса I и Iа, I и II классов бонитета, сосны обыкновенной I и Iа классов бонитета и сосны Муррея I и II классов бонитета.

Для всех видов характерна тесная связь площади поверхности и массы одной средней хвоинки, описываемая уравнением параболы второго порядка с коэффициентами детерминации близкими к единице (таблица 8).

Таблица 8 – Коэффициенты уравнений регрессии и коэффициенты детерминации (R2) связи площади поверхности средней хвои с ее массой в сухом состоянии

|  |  |
| --- | --- |
| Порода | Коэффициенты |
| а | b | с | R2 |
| Сосна кедровая сибирская | -0,2225 | 20,183 | -11,153 | 0,988 |
| Сосна Веймутова | -0,4631 | 17,62 | 25,318 | 0,978 |
| Сосна Муррея | -0,1169 | 10,302 | 1,947 | 0,993 |
| Сосна Банкса | -0,1913 | 12,181 | -12,825 | 0,986 |
| Сосна обыкновенная | -0,0523 | 6,6458 | 31,457 | 0,984 |

На основании данных удельной листовой поверхности (SLA) была определена поверхность хвои среднего дерева и насаждения. У сосны кедровой сибирской среднее значения SLA составили 152,66±1,81 см2г-1; сосны Веймутова – 154,39±4,24 см2г-1; сосны Муррея – 90,17±0,86 см2г-1; сосны Банкса – 87,09±0,57 см2г-1; сосны обыкновенной – 70,40±1,26 см2г-1. У всех видов наибольшую SLA имеет хвоя текущего года в нижней части кроны и в более старых древостоях. Индекс листовой поверхности в культурах сосны находится в пределах 3,1…10,8 га га-1 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Индекс листовой поверхности сосновых насаждений

LAI в насаждениях сосны кедровой сибирской равен 5,83…10,78 га га-1, сосны Веймутова – 3,59…6,46 га га-1, сосны Муррея – 6,49…7,56 га га-1, сосны Банкса – 4,63…6,30 га га-1, сосны обыкновенной – 3,13…4,48 га га-1. Установлено, что доля хвои текущего года в LAI составляет – 41-71%, 2 года – 24-45%, 3 года – 6-17%.

Анализ данных по LAI показал, что на него влияет возраст, густота и производительность насаждения. В 50-летних культурах сосны кедровой сибирской величина LAI оказалась выше почти в 2 раза при густоте посадки 6,7 тыс.шт./га, чем при посадке 8,0 тыс.шт./га. Различия в LAI 60-летних культур сосны Муррея, произрастающих в С2 и В2, не существенны (6,49…7,56 га га-1). У сосны Веймутова отмечено снижение величины LAI с 6,46 до 3,58 га га-1 по мере старения насаждения с 73 до 101 года. У сосны Банкса и сосны обыкновенной наблюдаются общие закономерности: до 50-летнего возраста отмечается постепенное увеличение LAI, затем его снижение.

8 ВВЕДЕНИЕ СОСНОВЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ЗЕЛЕНЫЕ ЗОНЫ ПОСЕЛЕНИЙ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

На основании анализа влияния отдельных элементов плодородия на рост сосновых видов была составлена таблица их требовательности к физико-химическим показателям верхнего 50-сантиметрового слоя почвы (таблица 9).

Таблица 9 – Требовательность сосновых видов к показателям плодородия верхнего 50-сантиметрового слоя дерново-подзолистых почв

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Почвенный показатель | Значения (min-max) | Сосна обыкновенная | Сосна Банкса | Сосна Муррея | Сосна Веймутова | Сосна кедровая сибирская |
| Содержание илистых фракций, % | 0,16-1,50 | средняя | средняя | мало требовательна | средняя | высокая |
| Физическая глина, % | 1,1-13,5 | высокая | мало требовательна | высокая | высокая | высокая |
| рНKCl (повышенная кислотность) | 3,5-4,7 | средняя | мало требовательна | мало требовательна | мало требовательна | мало требовательна |
| Запас азота, кг/га | 11-37 | высокая | средняя | средняя | высокая | высокая |
| Запас подвижного фосфора, кг/га | 197-797 | высокая | мало требовательна | средняя | высокая | высокая |
| Запас обменного калия, кг/га | 133-517 | мало требовательна | средняя | мало требовательна | средняя | средняя |

Отмечено, что возможный почвенный ареал сосны Банкса и сосны Муррея шире, чем у сосны обыкновенной. Сосна Веймутова по требовательности к почвенным показателям близка к сосне обыкновенной, сосна кедровая сибирская – более требовательна. Сосну Веймутова, сосну Банкса и сосну Муррея рекомендуем высаживать в свежую (влажную) простую и сложную суборь, сосну кедровую сибирскую – в сложные субори и судубравы.

На основании реакции сосновых интродуцентов на метеофакторы установлено, что сосну кедровую сибирскую и сосну Веймутова предпочтительнее высаживать в северной части области, сосну Муррея и сосну Банкса – в центральной и юго-западной частях.

В качестве посадочного материала рекомендуем применение крупномерных саженцев: СЖ2+5 (сосна кедровая сибирская), СЖ2+4 (сосна Веймутова), СЖ2+3 (сосна Банкса, сосна Муррея).

Анализ роста сосновых интродуцентов в высоту и по диаметру, их реакция на показатели почвенного плодородия, структурные особенности надземной фитомассы, а также поверхность ассимиляционного аппарата позволили рекомендовать введение сосновых интродуцентов по видам посадок.

**Лесовосстановительные посадки** с участием сосновых интродуцентов рекомендуем создавать рядами, при этом доля посадочных мест сосны обыкновенной составляет не менее 70% (для сосны Веймутова, сосны Муррея, сосны Банкса – 3…4р Соб – 1р интродуцента). Сосну кедровую сибирскую в лесовосстановительные посадки небольших площадей (до 0,5 га) рекомендуем вводить чистыми рядами в богатые почвенные условия.

**Формирующие и оформляющие ландшафтные посадки** целесообразно создавать биогруппами. Число деревьев сосновых интродуцентов в группе от 6…7 (сосна Веймутова, сосна кедровая сибирская) до 10 (сосна Банкса, сосна Муррея) крупномерных саженцев. Расстояние между центрами биогрупп – 5,0…6,0 м, между саженцами внутри биогруппы – 0,7…1 м. Сосну Муррея и сосну Банкса в биогруппы перспективно вводить в смешении с сосной обыкновенной (по 5 саженцев интродуцента и сосны обыкновенной).

**Маскирующие лесопарковые посадки** для закрытия недекоративных мест ландшафта рекомендуем создавать однопородными из сосны Банкса и сосны Муррея линейного типа в два ряда вдоль маскируемого объекта с расстоянием между рядами 3,0…3,5 м и шагом посадки 0,7…1,0 м.

**Защитные полосы** вдоль дорожной магистрали желательно создавать густыми чистыми рядами. Вдоль железнодорожных путей ширина защитной полосы должна составлять 10…25 м, а автомобильных дорог – 4…14 м. Рекомендуем в защитные посадки наряду с сосной обыкновенной вводить сосну Веймутова с размещением 3,5×1,0 м.

Все посадки лучше проводить ранней весной.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Зеленые зоны поселений Брянской области площадью 150,3 тыс. га приурочены к 5 основным типологическим группам ландшафтов (аллювиальные равнины, полесья, моренные равнины, предполесья и морено-зандровые равнины). Преобладающими являются дерново-подзолистые почвы, для которых характерна низкая и средняя обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием.

2. Интродуценты рода Pinus L. в насаждениях зеленых зон встречаются в виде единичных посадок, созданных по базовым технологиям искусственного лесовосстановления региона. Сосна кедровая сибирская, сосна Веймутова и сосна Муррея могут расти по I, а сосна Банкса – по Iб классам бонитета. Сосна Банкса, сосна Муррея и сосна Веймутова в возрасте до 30…35 лет обгоняют в росте в высоту на 8…10% и по диаметру на 10…40% сосну обыкновенную.

3. Отмечено, что в свежих условиях высокие осадки начала вегетационного периода положительно влияют на радиальный прирост сосны кедровой сибирской, а повышенная температура конца вегетации снижает прирост. Сосна Веймутова в свежих условиях увеличивает прирост по диаметру при высоких осадках второй половины вегетации и теплом сентябре прошлого года. Высокая температура начала вегетации отрицательно сказывается на росте. Сосна Муррея положительно реагирует на высокие осадки и температуру начала вегетации. Повышенная температура августа, большие осадки июня и сентября снижают ее прирост в следующем году. Рост по диаметру сосны Банкса в центральной и северной частях Брянской области увеличивается с повышением температуры в августе, а также при более высоких осадках середины вегетационного периода. Высокая температура июля и осадки конца вегетации снижают прирост.

4. По отклику радиального прироста на погодные факторы насаждения сосны Веймутова и сосны Муррея образуют один кластер, сосны обыкновенной и сосны кедровой сибирской – 2 кластера, сосны Банкса – 3 кластера. Уравнения множественной регрессии влияния комплекса погодных факторов (среднемесячная температура и месячная сумма осадков за вегетацию текущего и прошлого годов) на индекс радиального прироста сосны обыкновенной, сосны кедровой сибирской, сосны Веймутова, сосны Муррея и сосны Банкса с коэффициентами множественной корреляции от 0,525 до 0,884 можно использовать в прогнозных оценках.

5. По сравнению с сосной обыкновенной, сосна Банкса менее требовательна к содержанию в почве физической глины, запасу азота и подвижного фосфора. Возможный почвенный ареал сосны Муррея шире, чем у сосны обыкновенной по содержанию в почве илистых фракций, азота и подвижного фосфора. Сосна Веймутова по требовательности близка к сосне обыкновенной. Сосна кедровая сибирская более требовательна к содержанию илистых фракций и запасу калия. Все интродуценты более продуктивны на средне- и слабокислых почвах.

6. На фитомассу дерева всех рассматриваемых видов рода Pinus L. влияют возраст, тип лесорастительных условий, лесоводственные особенности насаждения. При равных размерах (по показателю d2h) деревья сосны Муррея формируют большую, а сосны кедровой сибирской и сосны Веймутова меньшую массу древесины, чем деревья сосны обыкновенной. Все интродуценты имеют более тяжелую кору. Доля скелета кроны, хвои и сухих ветвей у сосны Муррея, сосны кедровой сибирской и сосны Банкса значительно выше, чем у сосны обыкновенной и сосны Веймутова. По возрастанию отношения массы хвои к d2h виды расположились в ряд: сосна Веймутова, сосна обыкновенная, сосна Банкса, сосна Муррея и сосна кедровая сибирская.

7. Наибольшая фитомасса (279 т/га) отмечается в 101-летнем насаждении сосны обыкновенной, а наименьшая (36 т/га) – в 22-летних культурах сосны кедровой сибирской. На величину фитомассы насаждений исследуемых видов влияет возраст культур (r=0,743). Связь фитомассы фракций культур сосны Банкса и сосны обыкновенной с возрастом, средней высотой и диаметром описывается уравнением множественной регрессии (R2=0,913…0,986). У сосны Банкса для фракции ствол в коре и масса всего дерева значимы текущая густота и диаметр, для скелета кроны и хвои – густота, диаметр, высота. В лесных культурах сосны обыкновенной на массу ствола в коре и массу всего дерева наиболее влияют диаметр, густота и высота, а на массу скелета кроны и хвои – густота, диаметр и возраст.

8. По возрастанию ежегодного депонирования углерода 1 га лесных культур к 50-летнему возрасту насаждения расположились в ряд: сосна кедровая сибирская (1,06 т/га в год), сосна Веймутова (1,22 т/га в год), сосна Банкса (1,43 т/га в год), сосна обыкновенная (1,49 т/га в год), сосна Муррея (1,81 т/га в год).

9. В Брянской области хвоя исследуемых видов удерживается 3 года, хвоя четвертого года встречается лишь на отдельных ветвях. У всех видов хвоя имеет максимальные размеры в лесных культурах 35…50-летнего возраста и в верхней части кроны. Более продуктивные культуры имеют и большие размеры хвои. Отмечена тесная связь между поверхностью и весом хвои для всех видов, которая описывается уравнением параболы второго порядка с коэффициентами детерминации близкими к единице. Средний индекс листовой поверхности в культурах сосны кедровой сибирской 8,8 га га-1, сосны Муррея – 7,0 га га-1, сосны Банкса – 5,2 га га-1, сосны Веймутова – 5,1 га га-1, сосны обыкновенной – 3,7 га га-1. У всех видов в величине LAI главенствующую роль играет хвоя текущего года (около 56%). Максимальный LAI имеют лесные культуры высшей продуктивности к 50-летнего возрасту.

РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОИЗВОДСТВУ

Сосна Веймутова, сосна Банкса и сосна Муррея рекомендуются для введения в условиях свежей (влажной) простой и сложной субори, сосна кедровая сибирская – в свежих сложных суборях и судубравах. Культуры желательно создавать крупномерным посадочным материалом, с учетом энергии их роста в молодом возрасте. В лесовосстановительных посадках рекомендуем смешение рядами с долей сосны обыкновенной не менее 70%. Формирующие и оформляющие ландшафтные посадки целесообразно создавать биогруппами. Расстояние между центрами биогрупп – 5,0…6,0 м, между саженцами внутри биогруппы – 0,7…1,0 м. В маскирующих рядовых посадках возможно широкое введение сосны Банкса и сосны Муррея с размещением 3,0…3,5×0,7…1,0 м. В защитных полосах вдоль ж/д и автомобильной магистралей вместе с сосной обыкновенной рекомендуем вводить сосну Веймутова.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Дроздов, И.И. Интродуценты в лесах зеленых зон г. Брянска / И.И. Дроздов, М.Ю. Смирнова, *И.А. Приставко* // Вестн. МГУЛ – Лесной вестн.: науч.-инф. журн., 2012. - №4. - С. 35-38.

Публикации в иных изданиях:

1. Смирнова, М.Ю. Хвойные интродуценты в лесных культурах зеленой зоны г. Брянска / М.Ю. Смирнова, *И.А. Приставко*, А.А. Приставко // Рацион. использование, охрана, защита и воспр. лесных ресурсов: науч. тр. – М.: МГУЛ, 2011. – Вып. 352. – С. 22-28.

2. *Приставко, И.А.* Природно-экологическая неоднородность зеленых зон поселений Брянской области / И.А. Приставко, В.И. Шошин // Леса Евразии – Брян. лес: Материалы XI Междунар. конф. молодых ученых, посвящ. 80-летию БГИТА и проф. В.П. Тимофееву. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. – С. 153-155.

3*. Приставко, И.А.*Продуктивность насаждений сосны Веймутова на дерново-подзолистых песчаных почвах в условиях Брянского лесного массива / И.А. Приставко и др. // Лесоуправление, лесоустройство и лесозащита – настоящее, будущее: Материалы науч.-практ. конф. / Брян. гос. инженер.-технол. акад. – Брянск, 2012. – С. 137-140.

4. *Приставко, И.А.* Перспективы использования сосны Банкса в лесопарковых насаждениях Брянской области / И.А. Приставко, В.И. Шошин // Леса Евразии – Белорусское поозерье: Материалы XII Междунар. конф. молодых ученых, посвящ. 145-летию со дня рождения проф. Г.Ф. Морозова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2012. – С. 204-205.

5. Шошин, В.И. Целевые составы искусственных дендроценозов зеленых зон городов / В.И. Шошин, В.А. Егорушкин, Г.П. Плотникова, *И.А. Приставко* // Леса Евразии – Белорусское поозерье: Материалы XII Междунар. конф. молодых ученых, посвящ. 145-летию со дня рождения проф. Г.Ф. Морозова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2012. – С. 217-218.

6. *Приставко, И.А.*Интродукция североамериканских видов в насаждения зеленых зон Брянской области / И.А. Приставко, В.И. Шошин, // Современные проблемы и инновации в ландшафтной архитектуре: материалы междунар. науч.-практ. конф./ Брян. гос. инженер.-технол. акад. – Брянск, 2012. – С. 101-105.

7. *Приставко, И.А.* Особенности формирования ассимиляционного аппарата сосны Банкса и сосны обыкновенной в условиях хвойно-широколиственных лесов Брянской области / И.А. Приставко // Сб. матер. Всероссийского конкурса проектов инновационного развития и сетевого взаимодействия в аграрном секторе экономики РФ / Брян. гос. инженер.-технол. акад. – Брянск, 2012. – С. 237-247.

8. Биржов, А.В. Биологическая продуктивность культур сосны обыкновенной в фазе приспевания района хвойно-широколиственных лесов / А.В. Биржов, *И.А. Приставко,* В.И. Шошин // Актуальные проблемы лесного хоз-ва и ландшафтной архитектуры: материалы науч.-практ. конф. (Брянск, 2-3 апр. 2013 г.) / Брян. гос. инженер.-технол. акад. – Брянск, 2013. – С. 17-20.

9. *Приставко, И.А.* Влияние климатических факторов на радиальный прирост сосны Банкса и сосны обыкновенной в условиях хвойно-широколиственных лесов Брянской области / И.А. Приставко, В.И. Шошин // Актуальные проблемы лесного хоз-ва и ландшафтной архитектуры: материалы науч.-практ. конф. (Брянск, 2-3 апр. 2013 г.) / Брян. гос. инженер.-технол. акад. – Брянск, 2013. – С. 78-84.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим высылать по адресу:

241037, г. Брянск, пр-т Ст. Димитрова, 3, БГИТА, Диссертационный совет. Тел. (4832) 64-96-29, факс: (4832) 74-60-08, e-mail: mail@bgita.ru

Лицензия ИД № 04185 от 06.03.2005 г.

Формат 60×84 1/16. Тираж 100 экз. Объем 1,0 п.л.

Брянская государственная инженерно-технологическая академия

241037, г. Брянск, пр-т Станке Димитрова, 3, редакционно-издательский отдел

Подразделение оперативной печати

Подписано к печати 6.09.2013 г.