

На правах рукописи

ПИНАЕВА Нина Владимировна

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ИСКУССТВЕННОГО СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ СОСНЫ
КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ (*PINUS SIBIRICA* DU. TOUR.)
(НА ПРИМЕРЕ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ)**

03.00.05 – Ботаника

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Томск – 2007

Диссертация выполнена на кафедре лесоведения и зеленого строительства Томского государственного университета

Научный руководитель: доктор биологических наук,
профессор А.М.Данченко

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор Е.П.Прокопьев
доктор биологических наук
В.В.Тараканов

Ведущая организация: Кузбасский ботанический сад ИЭЧ СО РАН,
г.Кемерово

Защита состоится 20 апреля 2007 г. в 16 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 212.267.09 при Томском государственном университете по адресу: 634050 г. Томск, пр. Ленина, 36.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Томского государственного университета

Автореферат разослан 19 марта 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор биологических наук

В.П.Середина

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В последнее время все большее значение приобретает проблема сохранения биологического разнообразия, поскольку воздействие комплекса антропогенных факторов радикально изменяет естественную среду обитания видов. Решение этой проблемы заключается в воспроизводстве естественных популяций с уровнем генетической изменчивости, достаточной для адаптации к стрессам окружающей среды. Особую актуальность имеет разработка стратегии семенного размножения хозяйственно-ценных лесных древесных видов. На территории Западной Сибири и прилегающих регионах важнейшими лесообразующими видами являются хвойные растения, включая *Pinus sibirica Du Tour*. Сосна кедровая сибирская является распространенной лесообразующей породой в Томской области. Леса с преобладанием этого вида занимают более 20% покрытых лесом земель. В соответствии с ратификацией Россией Протокола Киото, биосферная роль лесов из чисто научной проблемы переходит в область экономики и политики. Очевидно, что выявление проблем биологии семенного размножения имеет не только научное, но и прикладное значение для решения вопросов лесовосстановления и сохранения внутривидового разнообразия.

Актуальность темы подтверждается и тем, что исследование поддержано грантом «Университеты России» по теме: «Мониторинг и обеспечение равновесия лесных экосистем на основе ресурсосберегающих технологий и селекции» № Е – 02 – 124 – 373.

Цель исследования заключается в установлении закономерностей роста и развития сеянцев сосны кедровой сибирской, выращенных в разных условиях (теплица и открытый грунт). Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить биологические особенности роста и развития сосны кедровой сибирской на этапе выращивания семенного потомства;
- Изучить влияние различных схем посева, почвенных субстратов, сезонов и норм высева семян на качественные показатели сеянцев;
- Оценить влияние экологических фонов на рост и устойчивость сеянцев;
- Изучить рост и развитие саженцев, выращенных в разных по объему контейнерах и с разным субстратом.

Научная новизна работы. Впервые для крупного региона Российской Федерации разработаны предложения, необходимые для организации систем лесохозяйственных мероприятий, направленных на воспроизводство

кедровых лесов и заключается в следующем:

- Выявлены биологические особенности роста и развития сосны кедровой сибирской на ранней стадии выращивания в условиях открытого и закрытого грунта в подзоне южной тайги Томской области;
- Установлены закономерности прорастания семян, роста сеянцев 1–4 -х летнего возраста, формирования ассимиляционного аппарата и корневой системы, накопления биомассы сеянцами в открытом и закрытом грунтах;
- Изучено влияние норм и разных схем посева, а также сезонов на качественные показатели посадочного материала;
- Установлены оптимальные параметры контейнеров и субстратов для выращивания саженцев с закрытой корневой системой.

Практическая значимость работы. Собрана наиболее полная информация по перечню источников экспериментальных данных о выращивании сеянцев и саженцев сосны кедровой сибирской.

На основе проведенных исследований разработаны и переданы Калтайскому опытному лесхозу предложения по технологии выращивания посадочного материала сосны кедровой сибирской. Результаты диссертационной работы используются при чтении студентам курсов лекций «Лесной питомник» и «Древоводство».

Обоснованность выводов и предложений. Использование многолетнего обширного экспериментального материала и методов статистического анализа, системный подход при содержательном анализе объектов исследований и интерпретации полученных результатов, обеспечивает обоснованность выводов и предложений.

Личный вклад автора. Выполнение диссертационной работы начато в Отделе кедровых лесов Института леса СО РАН в ходе исследований (1986–1993 г.г.) по программе «Кедр»: «Разработка региональных систем ведения комплексного хозяйства в кедровых лесах Сибири» по разделам:

1. Изучение генотипического состава природных популяций основных лесообразующих пород Сибири;
2. Разработка рекомендаций по рациональному использованию плюсовых деревьев и насаждений сосны кедровой сибирской для создания объектов постоянной лесосеменной базы (ГКНТ СССР – № 440 31.07.84 СО АН СССР – 2.33.8.3).

Исследования продолжены в Томском государственном университете (2001–2005гг.) по темам: «Структура и функционирование биосистем в условиях антропогенного воздействия» и «Динамика, устойчивость и направленное формирование целевых кедровников» (1999–2001г.г.); «Мониторинг и обеспечение равновесных лесных экосистем на основе ресурсосберегающих технологий и селекции» (2002–2005г.г.).

Сбор экспериментального материала, камеральная обработка, систематизация, анализ, интерпретация результатов выполнена непосредственно автором.

Апробация работы. Результаты исследований были представлены на Второй межрегиональной конференции «Чтения памяти Ю.А. Львова» (Томск, 1998), научно-практической конференции (Томск, 1999), научно-производственной конференции (Томск, 1998, 2003), VII Международной научной конференции (Красноярск, 2004).

Публикации. По результатам исследования опубликовано 9 печатных работ, в том числе 1 в журнале, входящем в перечень ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 151 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, основных выводов и предложений производству, списка литературы, включающего 207 библиографических наименований, в том числе 2 зарубежных источника, а также приложения на 16 стр. Работа иллюстрирована 21 таблицей и 29 рисунками.

Благодарности. Автор работы глубоко признателен и выражает искреннюю благодарность научному руководителю академику МАНВШ, доктору биологических наук, профессору, заслуженному лесоводу РФ А.М. Данченко за ценные консультации и неоценимую помощь при выполнении работы; декану БПФ, доктору биологических наук, профессору С.П. Кулижскому за моральную поддержку; сотрудникам кафедры лесоведения и зеленого строительства; заместителю директора Калтайского опытного лесхоза, кандидату сельскохозяйственных наук В.В. Пинаеву за практические советы и помощь в сборе экспериментального материала.

1. РЕЗУЛЬТАТЫ СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОРОД (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

Дан анализ степени изученности вопроса по материалам имеющейся научной литературы. История изучения семенного размножения хвойных пород и, в частности, сосны кедровой сибирской насчитывает несколько десятков лет. При выращивании посадочного материала часто используют осенние сроки посева свежесобранными семенами без предварительной подготовки семенного материала (Берников, 1958; Гуляев, 1960; Игнатенко, 1968; Кречетова, 1964, 1975; Олисова, 1967; Штейникова, 1972; Колпикова, 1973; Матвеева, 1976, 1978). Ряд авторов (Орлов, Тарабрин, 1959; Ширская, 1964; Лоскутов, 1964, 1979, 1987; Дроздов, 1969, 1973; Гиргидов, 1972; Лоскутов, Бобринев, Масленков, Дашко, 1977; Поликарпов, Дашко, 1985) рекомендуют проводить весенний посев.

Нет единого мнения в отношении схем посева семян на питомнике. Отмечается, что сеянцы лучше развиваются при широкострочных посевах (Бобринев, 1978; Лоскутов, Шарый, 1980; Вишняков и др., 1984; Чижов и др., 1986), чем при узкострочных. Тем не менее, не исключается использование узкострочных посевов (Лоскутов, 1971) и точечного посева (Смирнов, 1981). Главное в этом, чтобы сеянцам были созданы условия, при которых каждое растение было бы обеспечено максимальным количеством света, питания, влаги и тепла (Полупарнев, Смогунова, 1979).

Также нет однозначного ответа и в отношении нормы высева семян сосны кедровой сибирской (Ширская, 1964; Игнатенко, 1968; Габеев, 1971; Гиргидов, 1972; Ларин, Филиппов, 1980; Бабинцева, Лоскутов, Шарый, 1980; Вишняков и др., 1982). Норма высева семян может зависеть и от срока выращивания сеянцев (Лоскутов, Поликарпов, 1965).

Ряд авторов предлагают выращивать посадочный материал сосны кедровой сибирской в теплицах с полиэтиленовым укрытием (Перевертайло, 1973; Матвеева, 1978), где можно регулировать состав почвенного субстрата. Чаще всего используется торф (Тюкин, Горшков, 1966; Смирнов, 1968; Тукачев, 1968; Букштынов, Васильев, 1969; Игаунис, 1974; Маслаков и др., 1981), смесь различных компонентов (Смирнов, 1968; Игаунис, 1974; Махметов, 1980) или почва конкретного региона (Комиссаров, Кондратович, 1967; Кругликов, 1971; Макаренко, 1977; Данченко, Трофименко, 1993). Биологической особенностью сосны кедровой сибирской является очень медленный рост в первые годы жизни. В связи с этим предлагается доращивать его до размеров крупномерного посадочного материала либо в школьном отделении питомника (Колпикова, 1973; Соколова, 1978; Дроздов, Ягнутов, 1982; Пинаев, 1986), либо по технологии выращивания саженцев с закрытой корневой системой. В последнем случае корневая система саженца находится в плодородном субстрате и защищена оболочкой из полиэтиленовой пленки. В качестве субстрата используются различные питательные компоненты (Буш, Брокс, 1969; Писаренко, 1979; Кузьмин, 1980; Соснин, Макаренко, 1988; Коган, 1988; Дроздов, Баранов, 1990) или хорошо разложившийся торф (Богомаз, Мордась, 1977; Ковалев, 1979; Панков, Иванов, Воробьев, 1979; Ботенков и др., 2003). На рост и развитие саженцев при длительном сроке доращивания влияет объем почвенного субстрата (Ковалев, 1979; Воскресенский, 1986; Пинаев, 1990; Антонюк, 1991).

Рост и развитие сосны кедровой сибирской на ранней стадии независимо от способов выращивания имеет свои закономерности. Большинство авторов считают, что ростовые процессы начинаются в последних числах апреля – начале мая (Ларионова, 1967; Антонов, Гнутов, 1968; Ермоленко, 1975;

Ягнутов, 1982) или 2–3-й декаде мая (Медведева, 1968). Окончание роста приходится на 3-ю декаду июня или 1-ю декаду июля. Продолжительность первичного роста составляет от 30–40 дней (Трофимова, 1955; Лоскутов, 1971) до 50–55 дней (Пинаев, 1987). В течение вегетационного периода отмечена периодичность роста по высоте, которая зависит от погодных условий (Ширская, 1964; Пинаев, 1987), и по диаметру (Ягнутов, 1982; Агафонов, 1989).

Таким образом, можно констатировать, что вопросы по изучению особенностей роста и развития сосны кедровой сибирской на ранней стадии выращивания посадочного материала и особенностей выращивания крупномерных саженцев с закрытой корневой системой в подзоне южной тайги Томской области не изучены в достаточной степени и требуют дальнейших исследований.

2. ЕСТЕСТВЕННО–ИСТОРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Район исследований согласно лесорастительному районированию Западной Сибири (Горожанкина, Константинов, 1978; Бех, Данченко, Паневин, 1997) расположен в зоне южной тайги и относится к Томско-Шегарскому лесорастительному району. Приводится краткий обзор общих характеристик геоморфологии, климата, почв и растительности (Земцов, 1959; Коженкова, Рутковская, 1966; Орлов, 1968, 1975; Ефремов, 1987; Азьмука, 1991; Дюкарев, 1994; Паневин, Воробьев, 1991 и др.)

3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЕМ РАБОТ

Исследованиями были охвачены некоторые моменты биологических и экологических особенностей роста и развития посадочного материала сосны кедровой сибирской с учетом особенностей технологических процессов их выращивания. Выращивание посадочного материала происходило на двух экофонах – условия открытого грунта (питомник) и закрытого (теплица).

В задачу исследований входило изучение особенностей прорастания семян сосны кедровой сибирской от начала посева до появления всходов, изучение закономерностей роста сеянцев по высоте, а также хвои и корневой системы. Проведены наблюдения за накоплением биомассы сеянцев. В основу проведения исследований положены методические рекомендации А.Б. Доспехова (1973).

Посев проводился преимущественно весной стратифицированными семенами. Применялись различные схемы посева: 6-ти строчный; 10-ти строчный; 20-ти строчный и точечный (размещение семян в строках через 1 см при расстоянии между осями строк 5 см).

По нормам высева семян были заложены опыты по 100, 150, 250 и 500 штук семян на 1 пог. м строки. Для объективного сравнения вариантов использована 10-ти строчная схема посева.

В закрытом грунте посевы проведены в теплице деревянной конструкции (Пинаев, Муркин, 1988).

Глубина заделки семян во всех вариантах составляла 2 см. Поверхность посевных лент после посева мульчировалась тонким слоем древесных опилок – 1,0–1,5 см. Уход за посевами заключался в поливе, регулировании микроклимата, прополке сорняков, рыхлении почвы, борьбе с вредителями и болезнями. Поливы проводились только в условиях закрытого грунта в вечернее время.

Динамику появления и отпада всходов определяли на постоянных учетных площадках в 5-ти кратной повторности. Каждая площадка включала по 4 посевных строки длиной в 1 пог. м. Учеты проводились в следующие сроки: 1-й – через 3–5 дней после появления первых всходов, 2-й и 3-й – через каждые 8 дней после предыдущего, 4-й – в середине июля и последний – в сентябре. Сеянцы при этом подразделялись на здоровые и погибшие, с указанием у последних причины гибели.

Валовый выход сеянцев определялся в штуках на 1 пог.м посевной строки с последующим пересчетом на 1 га по схеме посева. Наблюдения за динамикой роста сеянцев проводили путем замеров прироста высоты 30 маркерованных сеянцев в варианте опыта через каждые 5 дней в период с начала роста и до его окончания.

Наблюдения за микроклиматом проводились внутри теплицы и в открытом грунте. Температура воздуха измерялась на высоте 5 см от поверхности почвы, т.е. в слое воздуха, где развивается надземная часть сеянцев. Температуру почвы (субстрата) измеряли на поверхности и на глубине 5, 10 и 15 см один раз в 5 дней в 8, 13 и 18 часов.

Рост и развитие сеянцев определены в конце периода вегетации. Для определения биометрических параметров с каждой повторности в варианте брали по 100 штук сеянцев. Измеряли высоту, текущий прирост по высоте, диаметр корневой шейки, длину корневого пучка, длину хвои. Всего было выполнено более 1200 замеров различных параметров.

Из партии одновозрастного посадочного материала, выращенного в одинаковых условиях при одинаковой агротехнике, отбирали средние образцы из 10 растений для определения их биомассы. Вегетативные органы

саженцев (корни, стволы, боковые ветви) высушивались при 105°C для установления абсолютно сухой массы (Баславская, Трубецкова, 1964). Сравнительная оценка посадочного материала разных вариантов производилась по общей биомассе, массе надземной части, массе боковых ветвей и массе корней. Полученные полевые данные, а также данные камеральной обработки обрабатывались статистически и графически с использованием методических разработок (Митропольский, 1961; Лакин, 1973).

Программой и методикой работ предусматривалась также закладка опытов и проведение сравнительных наблюдений за ростом и приживаемостью саженцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой. В качестве исходного посадочного материала использованы 4-х летние сеянцы, выращенные в открытом грунте. Посадка сеянцев в контейнеры проводилась вручную в весеннее время. Доращивание сеянцев в контейнерах происходило в течение 3 лет на специальных полигонах в деревянных коробах.

Сеянцы высаживались в контейнеры следующих размеров: 20x8 см (объем субстрата 1005 см³), 20x6 см (565 см³), 25x12 см (2626 см³), 20x12 см (2260 см³) и 15x8 см (753 см³). В качестве контроля служили саженцы такого же возраста, выращиваемые в школьном отделении питомника. Во всех вариантах в качестве субстрата использован хорошо разложившийся торф низинных болот.

Для изучения влияния состава субстрата были заложены следующие варианты: торф+песок (в соотношении 1:1 по объему); торф+почва (1:1); почва+песок (1:1); торф+песок+почва (1:1:1); почва и торф. Сеянцы по всем вариантам высаживались в контейнеры размером 20x8 см.

4. РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ В ОТКРЫТОМ И ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

4.1. Биологические особенности роста сеянцев сосны кедровой сибирской

Открытый участок местности или закрытый грунт (теплица) при идентичных условиях выращивания уже на начальной стадии оказывают существенное влияние на рост растительного организма как в абсолютном выражении, так и в календарных сроках прохождения фенологических фаз развития.

Выделены следующие этапы сезонного развития, определяемые по внешним признакам: 1-й – прорастание семян; 2-й – появление всходов; 3-й – появление почки зачаточного побега и 4-й – удлинение терминальной почки.

Последовательность развития сеянца обусловлена биологически и в определенной степени зависит от экологических условий.

Установлено, что способ и качество подготовки семян и сроки их посева влияют лишь на время проявления отдельных морфологических признаков, продолжительность этапов морфогенеза и абсолютные значения качественных показателей сеянцев сосны кедровой сибирской, не изменяя общего хода сезонного развития сеянца. Среднее количество дней от посева до массового появления всходов составило 7–8 дней в теплице и 13–14 дней в открытом грунте.

В период прорастания семян сосны кедровой сибирской характерно то, что сначала растет корешок всхода, который углубляется в почву. У закрепившегося всхода интенсивно растут как корень, так и стебель. Результатом этого является перегибание стебелька на высоте двух третей. У некоторых всходов согнутые части стебелька прижимаются друг к другу и в таком состоянии появляются на поверхности. Одновременно с этим происходит образование зачатка первичной хвои. На этой стадии заканчивается первый этап сезонного развития.

Второй этап начинается с периода появления всходов, когда над поверхностью почвенного субстрата поднимаются и занимают вертикальное положение проростки с семенем. В теплице он наступает, как правило, на 7–9 дней раньше, чем в открытом грунте. Освобождение от семени происходит не сразу, а по истечении 6–8 дней. Этот срок не зависит от условий выращивания. Он одинаков как для условий теплицы, так и для открытого грунта.

Третий этап начинается после полного сбрасывания всходами использованного эндосперма. В это время происходит формирование почки зачаточного побега. С течением времени почка увеличивается в размерах. У ее основания располагаются одиночные хвоинки, длина которых колеблется от 1,5 до 3,8 см. Хвоя имеет зеленую окраску. Одновременно с этим происходит постепенное одревеснение стволика. Цвет его с зеленого постепенно переходит в коричневый.

Заключительный этап начинается с 3-й декады июля и продолжается практически в течение всего августа. В это время растения завершают процесс вегетации и закаливания, переходят в состояние покоя. Несмотря на это, данный период характеризуется определенной физиологической активностью, которая существенно влияет на биометрические показатели и характеристики растений. В этот период происходит рост стволика по диаметру, органы сеянца одревесневают полностью. Заканчивается рост и формирование хвои. Первичная хвоя имеет листовидную форму в виде узкого конуса с расширенным основанием, которое облегает побег.

Происходит окончательное формирование почки. В отдельные годы в течение августа – начале сентября происходит удлинение сформировавшейся почки. На этом формирование сеянца в первый год его жизни заканчивается. Процессы роста прекращаются, сеянец переходит в состояние покоя, в котором и будет находиться до весны.

Биология роста и развития сеянцев в возрасте 2-, 3- и 4-х лет имеет много общего. Начало календарных сроков прохождения тех или иных фаз и этапов развития в пределах разных возрастных групп сеянцев приходится практически на одно и то же время в течение одного какого-либо календарного года. Изменения сроков по годам зависят, в основном, от температурного режима вегетационного периода. Средние календарные сроки прохождения фаз развития у 2-х летних сеянцев представлены в таблице 1.

Таблица 1– Календарные сроки прохождения фаз развития у 2-х летних сеянцев сосны кедровой сибирской

Фаза морфогенеза	Теплица	Открытый грунт
Распускание почек	5.05	11.05
Распускание брахибластов	5.06	7.06
Окончание роста побега	23.06	27.06
Окончание роста брахибластов	27.07	30.07
Формирование терминальной почки	30.07	2.08
Полное одревеснение побегов	5.08	9.08
Начало вторичного роста побегов	29.07	3.08
Окончание вторичного роста побегов	13.09	13.09

Начало роста побегов начинается в промежутке между 5 и 11 мая в зависимости от температурных условий начала вегетационного периода.

Интенсивный рост побегов прекращается тогда, когда дневные температуры почвы достигают примерно 14–16°C. В целом же продолжительность роста побегов составляет в среднем 46–50 дней. При благоприятных условиях вегетации, особенно в период май – июнь без резких перепадов температур воздуха, продолжительность роста побегов у сеянцев кедра составляла всего 42 дня. При неблагоприятных условиях с периодическим возвратом отрицательных или пониженных температур – 53 дня (рис. 1).

Начало роста побегов и интенсивность его в начальной стадии вегетационного периода определяется, прежде всего, температурой окружающего воздуха. Когда в мае месяце не бывает резких перепадов температуры воздуха, кривая роста побегов у сеянцев как в теплице, так и в открытом грунте имеет плавную кривую вплоть до 25 мая.

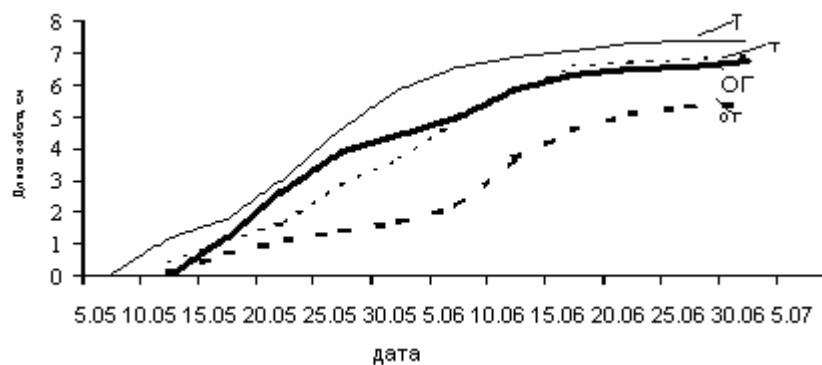


Рисунок 1 – Динамика годичного прироста 4-х летних сеянцев сосны кедровой сибирской в теплице (Т) и открытом грунте (ОГ) при благоприятных (—) и неблагоприятных условиях вегетации (----)

Затем в силу того, что в конце мая и начале июня температура воздуха, особенно в ночное время, понижалась до 3–5°C, интенсивность роста в открытом грунте у сеянцев несколько понизилась. В теплице кривая роста не имела заметного снижения.

Иная картина имеет место, если в мае месяце стоит пасмурная дождливая погода, сопровождавшаяся частым возвратом отрицательных температур. В таких условиях рост сеянцев в этот период замедлен. Это касается не только открытого грунта, но и теплицы. Тем не менее, в условиях теплицы сеянцы по интенсивности роста несколько превосходили аналогичный показатель в открытом грунте.

Продолжительность периода активного прироста побегов неодинакова у сеянцев, растущих в теплице и открытом грунте, хотя даты наступления его близки между собой. Этот период приходится на 20 мая – 10 июня в открытом грунте и 15 мая – 5 июня – в теплице. Характерно, что величина текущего прироста, формирующегося в этот промежуток времени, составляет 60–70% конечной длины побегов.

Почти каждый год в первой половине августа, иногда в третьей декаде июля, почки молодых кедровых сосен набухают, округляются и начинают удлиняться. По внешнему виду образовавшийся побег напоминает удлиненную почку, поскольку он не имеет видимых зачатков пучков хвои и покрыт мелкими тонкими листоватыми чешуйками. У 2-х летних сеянцев размеры такой почки составляют около 0,9–1,1 см, 3-х летних – 1,5–1,8 см и у 4-х летних – 2,1–2,3 см

Обособление хвои в чехликах и их разъединение начинается в последних числах мая или первых числах июня. Хвоя у 2-х летних сеянцев достигает в среднем 5,3 см, у 3-х летних – 6,0 и у 4-х летних – 6,7 см.

На образование сеянцами боковых побегов оказывает влияние густота произрастания. Так, в варианте опыта с нормой посева 100 штук семян на 1 пог. м среднее количество мутовок у 4-х летних сеянцев составляет 1,9 шт., при норме высева 150 штук семян – 1,7 штук, 250 штук – 1,2 штук и 500 штук – 0,8. Закономерность здесь наблюдается прямая.

Корневая система у сеянцев сосны кедровой сибирской распространяется в верхнем 10-ти сантиметровом слое субстрата. Эту особенность необходимо учитывать при проведении уходов, особенно при прополках и рыхлении.

В тепличных условиях хуже идет процесс микоризообразования на корнях сеянцев. Так, у сеянцев в открытом грунте количество корешков, на которых произошло заселение гифов гриба, составляет 5,3 шт., в теплице – 1,6 штук. Длина корневого пучка в теплице на 4,8 см длиннее. В целом масса корней от общей массы сеянца составляет 12,7% в теплице и 20,0% в открытом грунте.

4.2. Оценка схем посева на различных экологических фонах

При 3-х летнем сроке выращивания как в открытом, так и в закрытом грунте схема посева оказывает влияние на биометрические показатели сеянцев (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние схем посева на биометрические показатели 3-х летних сеянцев сосны кедровой сибирской

Схема посева	Высота, см	Толщина стволика, мм	Длина корневого пучка, см	Длина хвои, см
Теплица				
20-ти строчная	16,9*± 0,58	2,1± 0,04	17,4± 0,85	6,9± 0,34
10-ти строчная	14,8± 0,55	2,3± 0,04	17,9± 0,86	7,4± 0,30
6-ти строчная	16,9 ± 0,58	2,1± 0,04	16,4± 0,80	7,1± 0,37
Точечная	10,8 ± 0,51	3,0*± 0,09	16,5± 0,83	6,7± 0,33
открытый грунт				
20-ти строчная	15,6* ± 0,51	2,1± 0,04	18,7± 1,28	4,9± 0,15
10-ти строчная	12,7 ± 0,54	2,3± 0,03	18,5± 1,00	4,6± 0,11
6-ти строчная	12,7 ± 0,38	2,1± 0,05	18,1± 0,71	4,5± 0,16
Точечная	10,0 ± 0,43	2,8*± 0,05	13,3± 0,53	6,5± 0,35

Примечание: *— различия существенны на 95%-ном доверительном уровне

Так, наибольшая высота сеянцев независимо от условий выращивания отмечена в 20-ти строчных схемах посева – 16,9 см в теплице и 15,6 см в открытом грунте. Объясняется это более высокой плотностью стояния сеянцев на единице площади. Различия достоверны ($t_{\phi} > t_{05}$). Такой же вывод можно сделать по средним показателям длины корневого пучка и хвои.

При менее плотном стоянии высота сеянцев уменьшается. Это наглядно показано на примере точечного посева, где высота сеянцев наименьшая (соответственно 10,8 и 10,0 см). Благоприятное влияние на рост сеянцев оказывает микроклимат теплицы. По этому показателю тепличные сеянцы превосходят аналогичные в открытом грунте в 20-ти строчной схеме на 8,3%, в 10-ти строчной – на 16,5%, 6-ти строчной – на 33,1% и точечной – на 8%.

Максимальной величины толщина стволика достигает при более свободном стоянии сеянцев (точечный посев 2,8 и 3,0 мм). В целом условия выращивания сеянцев в пределах испытываемых схем посева не оказывают существенного влияния на их рост в толщину.

Биомасса сеянцев и отдельных их частей минимальная в 20-ти строчной схеме посева в теплице и 6-ти строчной – в открытом грунте (соответственно 11,7 и 11,4 г). При относительно свободном стоянии сеянцы развиваются лучше. Наибольшая биомасса их отмечена в точечных посевах – 18,1 г в открытом грунте, что в 1,6 раза соответственно превышает аналогичный показатель у сеянцев в 6-ти строчной схеме посева.

Условия выращивания (теплица и открытый грунт) незначительно сказываются на росте сеянцев в пределах идентичных вариантов и практически не влияют на выход стандартного посадочного материала. Аналогичные данные получены и по эффективности использования семян.

4.3. Сезоны и нормы высева семян

Проведены исследования по оценке результативности сезонов посева в условиях открытого грунта. Для этого семена высевались осенью (3 декада октября) и весной (2 декада мая) по 10-ти строчной схеме посева.

Наблюдения за динамикой отпада всходов показали, что основной причиной гибели еще не успевших окрепнуть молодых растений является повреждение их птицами и грызунами. Наибольший отпад происходит в первой половине вегетационного периода (табл. 3). Первые всходы начали появляться в начале третьей декады мая. При осеннем сроке посева семена прорастают на 3–4 дня раньше, чем при весеннем. Часть всходов была повреждена птицами. Показатель поврежденных всходов не зависит от сроков посева и составляет в среднем 19,5% для обоих вариантов.

Таблица 3 – Динамика появления всходов сосны кедровой сибирской в первый год

Сезон посева	Количество высеванных семян, шт./пог.м	Количество появившихся всходов, шт.			
		на 10-й день	на 45-й день	на 75-й день	на 105-й день
Весна	200	47	95	103	103
	100	24	49	51	51
Осень	200	53	90	91	91
	100	28	42	45	45

На момент осенней инвентаризации при весеннем сроке посева появилось 59,6% всходов от первоначально высеванных жизнеспособных семян, в осенних – 52,6%. Эффективность использования семян при посеве осенью на 7,0% ниже, чем весной..

Качественные показатели сеянцев в зависимости от сезонов посева не имеют существенных различий (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние сезонов посева на рост и развитие 3-х летних сеянцев сосны кедровой сибирской

Сезон посева	Высота, см	Толщина стволика, мм	Длина корневого пучка, см	Сохранность всходов, %	Выход посадочного материала млн.шт./га
Весна	12,2±0,49	2,1±0,03	17,1±0,95	59,6	2,41
Осень	12,7±0,54	2,3±0,03	18,5±1,00	52,6	2,26

Исследования по определению оптимальной нормы высева семян показали следующее (табл.5).

Таблица 5— Влияние норм высева на биометрические показатели 3-х летних сеянцев сосны кедровой сибирской

Норма высева семян, шт./пог.м	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина хвои, см	Длина корневого пучка, см
100	11,3±0,49	2,9*±0,08	5,7±0,18	18,6*±0,63
150 (контроль)	11,6±0,52	2,8*±0,07	5,8±0,26	16,5±0,68
250	12,7±0,50	2,4±0,05	5,1±0,27	14,5±0,98
500	13,2*±0,68	2,3±0,04	5,3±0,22	18,5±0,88

Примечание: * – различия существенны на 95%-ом доверительном уровне

Сеянцы по вариантам различаются между собой как по высоте, так и диаметру корневой шейки. Установлены различия в средних показателях по длине однолетней хвои и длине корневого пучка. Наибольшая высота сеянцев (13,2 см) имеет место при норме высева 500 штук семян на 1 пог.м.

Объясняется это более высокой плотностью стояния сеянцев. Различий по высоте сеянцев между остальными вариантами не установлено ($t_{\phi} < t_{05}$).

По диаметру корневой шейки предпочтительнее выглядят варианты с нормой высева 100 и 150 шт./пог.м ($t_{\phi} > t_{05}$). Здесь также решающее влияние оказывает густота посевов: с увеличением густоты толщина стволиков уменьшается.

Формирование ассимиляционного аппарата и корневой системы у сеянцев находится в обратной зависимости от густоты их произрастания (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние норм высева на биомассу 3-х летних сеянцев сосны кедровой сибирской

Норма высева семян, шт./пог.м	Масса 10-ти сеянцев, г				К
	стволика	хвои	корней	общая	
100	$5,7 \pm 0,14$ 116,3	$11,5 \pm 0,38$ 125,0	$4,4 \pm 0,18$ 133,3	$21,6 \pm 0,57$ 124,1	3,91
150 (контроль)	$4,9 \pm 0,17$ 100	$9,2 \pm 0,26$ 100	$3,3 \pm 0,14$ 100	$17,4 \pm 0,37$ 100	4,27
250	$4,2 \pm 0,12$ 85,7	$7,2 \pm 0,19$ 78,3	$2,6 \pm 0,05$ 78,8	$13,9 \pm 0,27$ 79,9	4,38
500	$3,7 \pm 0,17$ 75,5	$6,7 \pm 0,31$ 72,8	$2,4 \pm 0,20$ 72,7	$12,8 \pm 0,34$ 73,6	4,33

Примечание: – в знаменателе - процент к контролю;

* – различия существенны на 95%-ном доверительном уровне;

К— соотношение надземной массы к массе корней

При относительно свободном стоянии (норма высева 100 шт./пог.м) общая масса сеянцев в абсолютно сухом состоянии, а также отдельных их частей (хвоя, стволики, корни) имеют максимальное значение. С увеличением густоты происходит снижение всех показателей по массе, которые статистически достоверны. В данном случае биомасса надземной части сеянцев в относительных величинах увеличивается по отношению к массе корней, о чем свидетельствует показатель соотношения надземной массы к массе корней сеянцев.

В процессе выращивания происходит отмирание части сеянцев по разным причинам и, в первую очередь, погибают отстающие в росте экземпляры, оказавшиеся под основным пологом. Отпад сеянцев тем интенсивнее, чем больше их густота. Так, процент эффективности использования семян в варианте 100 штук семян на 1 пог.м самый высокий – 61,1 (табл.7).

Таблица 7 – Влияние норм высева семян на выход посадочного материала сосны кедровой сибирской

Норма высева семян, шт./пог.м	Эффективность использования семян, %	Выход сеянцев, млн.шт./га		Количество нестандартных сеянцев, млн.шт./га	
		всего	в том числе стандартных	по высоте	по диаметру корневой шейки
100	61,1	$\frac{1,53}{100}$	$\frac{1,34}{87,8}$	$\frac{0,18}{97,9}$	$\frac{0,01}{2,1}$
150	52,0	$\frac{2,15}{100}$	$\frac{1,74}{81,0}$	$\frac{0,35}{84,5}$	$\frac{0,06}{15,5}$
250	44,0	$\frac{2,66}{100}$	$\frac{1,96}{73,6}$	$\frac{0,42}{59,9}$	$\frac{0,28}{40,1}$
500	29,8	$\frac{3,33}{100}$	$\frac{1,88}{56,4}$	$\frac{0,17}{11,4}$	$\frac{1,27}{88,6}$

Примечание: в знаменателе – процентное отношение

Наиболее оптимальный вариант по комплексу показателей для выращивания стандартных сеянцев является посев с нормой высева 150 штук на 1 пог. м строки.

4.4. Рост и развитие сеянцев на различных субстратах

Неоднородность гранулометрического состава испытываемых субстратов и различная влагоемкость во многом определяют их температурный режим. Во время укрытия теплиц пленкой температура субстратов на глубине 10 см находится в пределах 2–3°C. И только в вариантах «торф» и «торф+почва» субстрат на этой глубине находился в мерзлом состоянии.

После укрытия пленкой температура субстратов начинает постепенно повышаться. За первую пентаду произошел лишь незначительный рост температуры (на 1–1,5°C). Начиная со второй прогревание субстрата происходит наиболее интенсивно. Так, с 30 апреля по 15 мая во всех вариантах субстрата температура на глубине 10 см увеличилась на 9–10°C, а на открытом участке превышение составило около 7°C. На этот же период приходится массовое прорастание семян сосны кедровой сибирской.

Состав субстрата практически не влияет на время появления всходов и размеры сеянцев (табл. 8).

Массовое прорастание отмечено через 8–10 дней после посева семян (13–15 мая). Высота сеянцев колеблется в пределах от 16,9 см («торф+почва») до 19,1 см («торф»). Не выявлено также существенных различий по толщине стволика, длине корневого пучка и массе сеянцев среди испытанных вариантов субстрата.

Таблица 8 – Характеристика 3-х летних сеянцев сосны кедровой сибирской, выращенных на разных субстратах

Состав субстрата	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина корневого пучка, см	Масса 10 сеянцев, г
Торф	19,1±0,19	2,0±0,04	17,8±0,37	9,3±0,23
Торф+песок	17,7±0,21	2,2±0,04	18,6±0,38	10,3±0,48
Почва	18,6±0,30	2,2±0,05	18,0±0,39	10,8±0,28
Торф+почва	16,9±0,17	2,3±0,03	20,4±0,40	10,1±0,27
Торф+почва+песок	17,0±0,23	2,2±0,04	17,9±0,46	9,8±0,21

4.5. Влияние экологических фонов на рост и устойчивость сеянцев и саженцев

Объектами исследований служили 3-х летние сеянцы, выращенные в теплице и открытом грунте, а также 5-ти летние саженцы в контейнерах.

Установлено, что при 3-х летнем сроке выращивания сеянцев как в открытом, так и в закрытом грунте условия выращивания не оказывают существенного влияния на биометрические показатели (табл. 9). Так, наибольшая высота сеянцев оказалась в теплице, но она всего лишь на 2,2 см больше, чем в открытом грунте. По другим показателям (толщина стволика и общая масса растения) различия не существенны.

Таблица 9 – Влияние условий выращивания на биометрические показатели посадочного материала

Вариант опыта	Высота, см	Толщина стволика, мм	Масса растения, г	Приживаемость, %
сеянцы				
Теплица	16,9±0,58	2,1±0,04	12,4±0,39	–
Открытый грунт	14,7±0,38	2,1±0,05	11,4±0,31	–
саженцы				
Теплица	45,3±0,51	11,3±0,41	40,4±4,19	91,3
Открытый грунт	32,1±0,43	10,7±0,39	32,0±3,81	83,2

Однако микроклимат теплицы оказал благоприятное воздействие на рост и развитие саженцев с закрытой корневой системой. Так, высота саженцев в открытом полигоне составляет всего 70,8% от высоты саженцев в теплице, толщина стволика – 94,6%, длина хвои – 91% и масса растений – 79,2%. Приживаемость саженцев также выше в тепличных условиях.

5. РОСТ И РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ

5.1 Рост и развитие саженцев в контейнерах с разным субстратом

Состав почвенного субстрата не оказывает значительного влияния на рост саженцев (табл.10). Не отмечено определенной закономерности по высоте саженцев, выращенных на разном субстрате. Здесь высота колеблется от 44,3 см (вариант торф + почва) до 47,1 см (торф). Также недостоверными являются различия в средних показателях по длине хвои и диаметру корневой шейки.

Таблица 10– Рост и приживаемость саженцев сосны кедровой сибирской на разных субстратах

Вариант опыта	Приживаемость, %	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина хвои, см
Торф+песок+почва	79,9	45,8±0,72	8,2±0,26	9,3±0,30
Торф+песок	81,3	47,0±0,62	8,2±0,21	9,4±0,31
Торф+почва	81,9	44,3±0,83	7,9±0,41	9,0±0,29
Почва+песок	80,2	46,9±0,51	7,9±0,26	8,9±0,30
Торф	81,1	47,1±0,82	8,8±0,51	9,6±0,27
Почва	82,3	46,2±0,72	8,8±0,51	9,5±0,29

Состав субстрата на протяжении 4 лет дорастивания оказывает влияние на биомассу саженцев. Саженцы лучше развиваются на субстрате “торф” и “почва”. Общая биомасса саженца в этих вариантах составляет, соответственно, 26,1 г и 24,2 г. По другим вариантам от 19,1 г (почва + песок) до 22,6 г (торф + песок + почва). Различия статистически достоверны ($t_f > t_{05}$).

Следовательно, в качестве субстрата для наполнения контейнеров лучше всего использовать хорошо разложившийся торф. Для условий Томской области этот компонент наиболее доступен.

5.2. Рост и развитие саженцев в контейнерах разного объема

В связи с длительным сроком дорастивания саженцев с закрытой корневой системой возникает вопрос об оптимальном объеме почвенного субстрата. Установлено, что объем почвенного субстрата оказывает влияние на рост саженцев (табл. 11). Наибольшая высота саженцев отмечена в варианте 25х12см – 40,0 см с уменьшением объема субстрата она уменьшается. Высота саженцев в лучшем варианте на 3,4 см больше, чем в школьном отделении. В данном случае благоприятное влияние оказывает микроклимат теплицы.

Таблица 11 – Рост и приживаемость саженцев в контейнерах

Вариант опыта	Объем субстрата, см ³	Приживаемость, %	Высота, см	Суммарный прирост за 3 года, см	Диаметр корневой шейки, мм
25х12	2826	89,8	40,0±1,76	26,1±1,11	8,4*±0,28
20х8	1005	82,3	36,2±1,41	22,2±0,97	7,2±0,29
20х6	565	76,5	28,2±0,83	18,9±0,82	5,7±0,17
Контроль	-	75,4	36,6±1,34	19,4±0,87	11,9±0,39

Примечание: * – различия существенны на 95%-ом доверительном уровне

Доказательством этого может служить суммарный прирост за 3 года дорастивания у тепличных саженцев.

На толщину стволика оказывает влияние густота стояния контейнеров на единице площади. Их количество на 1 м² в варианте 25х12 составляет 70 шт., 20х8 см – 160 шт., 20х6 – 280 шт. Максимальная толщина стволика у саженцев отмечена в варианте 25х12 см – 8,4 мм. Тем не менее, это на 3,5 мм меньше, чем у саженцев в школьном отделении с густотой стояния 25 шт./м². Различия достоверны на 95%-ном доверительном уровне.

Ограниченный объем контейнера сказывается на развитии корневой системы и, как следствие, на общем развитии саженца. Корневая система, в основном, формируется и развивается внутри контейнера и лишь единичные экземпляры выходят через перфорацию. С увеличением объема контейнера масса корней увеличивается. Максимум массы корней одного саженца достигает в варианте 25х12 см – 5,5 г, но это составляет всего 59,8 % от массы корней саженца, произрастающего в школьном отделении питомника.

Показатели общей биомассы саженца по вариантам выглядят так – 35,5 г (контроль), 19,3 г (25х12), 14,4 г (20х8) и 6,9 г (20х6). Различия достоверны на 95%-ном доверительном уровне.

Таким образом, при выращивании крупномерных саженцев сосны кедровой сибирской их количество при дорастивании должно быть не более 160 шт./м². Этому требованию отвечают контейнеры диаметром не менее 8 см (V=1005 см³).

ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы и рекомендовать лесохозяйственному производству ряд предложений по выращиванию посадочного материала в подзоне южной тайги Томской области.

1. Массовое появление всходов у сосны кедровой сибирской начинается в среднем спустя 7 – 8 дней в теплице и 13 – 14 дней в открытом грунте после посева.

2. Рост побегов у 2-х летних и старше сеянцев начинается в промежутке между 5 и 11 мая в зависимости от погодных условий.

3. Продолжительность роста побегов у сеянцев составляет 46–50 дней. После этого их можно высаживать на лесокультурную площадь. В условиях юга Томской области создание лесных культур сеянцами можно начинать с 20–25 июля. Это позволит значительно расширить сроки лесокультурных работ.

4. Наиболее интенсивный рост в высоту у сеянцев происходит в период с 15 мая по 10 июня.

5. Оптимальной нормой высева семян является посев 150 штук на 1 пог. м посевной строки по 10-ти строчной схеме посева независимо от сезона посева – весна или осень. Выход стандартного посадочного материала в этом случае составляет 1,74–1,86 млн.шт./га, что в 2,1–2,3 раза превышает плановый показатель по лесной отрасли.

6. По результатам исследований не выявлено различий в биометрических показателях роста сеянцев между открытым грунтом и теплицей испытуемой конструкции. Поэтому можно рекомендовать производству использовать для выращивания посадочного материала сосны кедровой сибирской открытый грунт (питомник) как менее затратный.

7. При выращивании крупномерного посадочного материала с закрытой корневой системой в качестве субстрата для наполнения контейнеров лучше всего использовать хорошо разложившийся торф. Для условий Томской области этот компонент наиболее доступен. Кроме того, контейнеры, наполненные торфом, по своей общей массе легче других, что имеет немаловажное значение при транспортировке и разноске посадочного материала по лесокультурной площади.

8. Исследования по длительному (в течение 3 лет) доращиванию саженцев сосны кедровой сибирской в контейнерах разных размеров показало следующее. Объем почвенного субстрата, который определяет густоту стояния саженцев на единице площади, оказывает существенное влияние на дальнейший рост и развитие саженцев. Для получения высококачественного

посадочного материала с гармоничным и пропорциональным развитием всех его частей количество саженцев, находящихся на доращивании, должно быть не более 160 шт./1м². Этому требованию отвечают контейнеры диаметром на менее 8 см.

Основываясь на результатах исследований, можно сделать ряд практических предложений, позволяющих оптимизировать систему лесовыращивания и повысить ее эффективность:

1. Известно, что использование сеянцев в качестве посадочного материала для лесокультурных целей в стадии роста приводит к снижению их приживаемости на лесокультурной площади. Следовательно, до начала роста сеянцы необходимо выкопать и поместить их на хранение в снежник или холодное подвальное помещение и использовать их по мере начала лесопосадочных работ.

2. В условиях юга Томской области посадки сосны кедровой сибирской для лесных культур сеянцами можно начинать с 20–25 июля. Это позволит значительно расширить сроки лесокультурных работ.

3. В период с 15 мая по 10 июня при выращивании сеянцев им необходимо создать оптимальные условия для их роста: полное освобождение посевов от травянистой растительности как конкурента в потреблении питательных веществ в почве и при необходимости проведение подкормок органическими и минеральными удобрениями.

4. В связи с тем, что основная масса корней у сеянцев сосны кедровой сибирской находится в слое почвы глубиной до 10 см, при проведении агротехнических уходов нельзя допускать глубокого рыхления почвы. Это может привести к повреждениям корневой системы.

5. Не выявлено существенных различий в качественных показателях роста и развития сеянцев сосны кедровой сибирской в закрытом (теплица) и открытом (питомник) грунте. Поэтому целесообразно использовать открытый грунт как менее затратный. Обязательным условием является сохранность посевов от птиц и грызунов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Пинаева Н.В., Пинаев В.В. Эффективность выращивания сеянцев кедра сибирского в многострочных посевах // Проблемы кедра. – Томск, 1990. – Вып. 4. – С. 89-94.
2. Пинаев В.В., Пинаева Н.В. Рост и развитие сеянцев кедра на разных субстратах под полиэтиленовым укрытием // Проблемы кедра. – Томск, 1992. – Вып. 5. – С. 38-43.
3. Пинаева Н.В., Пинаев В.В. Оценка способов выращивания кедра сибирского // Чтения памяти Ю.А.Львова. 2 межрегиональная конференция. Тез. док. – Томск, 1998. – С. 88-89.
4. Пинаева Н.В., Пинаев В.В. Опыт выращивания сеянцев кедра в теплицах // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири. Материалы научно-производственной конференции (25–27 мая 1998 г.). – Томск, 1999. – С. 110-113.
5. Пинаев В.В., Пинаева Н.В. Способы выращивания крупномерных саженцев кедра с закрытой корневой системой. // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири. Материалы научно-производственной конференции (25–27 мая 1998 г.). – Томск, 1999. – С. 107-110.
6. Пинаев В.В., Пинаева Н.В. Перспективы плантационного лесовыращивания кедра сибирского в Сибири // Кедровые леса Западной Сибири. Научно-практическая конференция. – Томск, 2002. – С. 38-42.
7. Пинаев В.В., Пинаева Н.В. Особенности роста и развития сеянцев кедра сибирского в разных условиях произрастания // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири. Материалы научно-производственной конференции (17–19 сентября 2003 г.). – Томск, 2003. – С. 180-182.
8. Пинаева Н.В. Влияние нормы высева семян на рост и развитие семян кедра сибирского // Плодоводство, семеноводство и интродукция древесных растений. Материалы VII Международной конференции. – Красноярск, 2004. – С. 146-150.
9. Пинаева Н.В., Данченко А.М. Биологические особенности роста сеянцев сосны кедровой сибирской // Актуальные проблемы лесоведения. Вестник ТГУ. – Томск, 2006. – Вып. 87. – С. 56-67.