

Государственное научное учреждение
«Институт леса Национальной академии наук Беларуси»

Объект авторского права

УДК 630*232.411.5:582.475 (476)

ГРАНИК
Александр Михайлович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ
ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ
ПРИ СОЗДАНИИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 06.03.01 – лесные культуры, селекция, семеноводство

Гомель 2024

Научная работа выполнена на кафедре лесных культур и почвоведения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный
руководитель **Крук Николай Константинович,**
кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры
лесных культур и почвоведения УО «Белорусский
государственный технологический университет»

Официальные
оппоненты: **Торчик Владимир Иванович,**
доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент
Национальной академии наук Беларуси,
заведующий лабораторией декоративного садоводства
ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

Сидор Александр Ильич,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший
научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и
сохранения генетических ресурсов леса ГНУ «Институт
леса НАН Беларуси»

Оппонирующая УО «Гомельский государственный университет
организация имени Франциска Скорины»

Защита состоится «26» декабря 2024 года в 12 часов на заседании совета
по защите диссертаций К 01.33.01 при ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»
по адресу: г. Гомель, ул. Пролетарская, 71; тел./факс + 375 (232) 32-73-73,
e-mail: forinstnanb@gmail.com

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

Автореферат разослан «25» ноября 2024 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций,
кандидат сельскохозяйственных наук



И.В. Бордок

ВВЕДЕНИЕ

Использование посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) является одним из перспективных направлений искусственного лесовосстановления и лесоразведения. В последние годы в Республике Беларусь наблюдается тенденция увеличения долевого участия создания лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой. Так, в 2016 г. лесные культуры, созданные данным видом посадочного материала, составляли 7% от их общей площади, 2017 г. – 11,0%, 2018 г. – 13,8%, 2019 г. – 14,5%, 2020 г. – 16,2%, 2021 г. – 16,7%, а в 2023 г. их удельный вес достиг 24%. Согласно «Отраслевой программе по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой в организациях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на период до 2020 года», сформирована необходимая инфраструктура в целях развития выращивания посадочного материала с ЗКС для создания лесных культур и введены в эксплуатацию новые специализированные производства. В соответствии со «Стратегическим планом развития лесохозяйственной отрасли на период с 2015 по 2030 гг.» и ГП «Белорусский лес» на 2021–2025 гг. предусматривается увеличение площади лесных культур, созданных с использованием посадочного материала с ЗКС. Применение этого посадочного материала в лесокультурном производстве имеет ряд преимуществ, основные из которых: снижение расхода семян, посадка в течение всего вегетационного периода, высокая приживаемость и сокращение количества уходов в первые годы роста лесных культур.

В настоящее время актуальной задачей является установление компонентного и химического состава субстратов, сроков выращивания посадочного материала, состава удобрений и оптимальных сроков их внесения, механизмов регулирования влияния микроклиматических факторов на рост посадочного материала в закрытом грунте и на полигоне доращивания, влияния размеров контейнеров на его биометрические показатели. Требуется также совершенствование технологии создания лесных культур сосны посадочным материалом с закрытой корневой системой в лесорастительных условиях Беларуси.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационная работа выполнена на кафедре лесных культур и почвоведения в течение 2015–2020 гг. в рамках научно-исследовательских тем: БС 17-214 «Разработать и внедрить импортозамещающую технологию получения контейнеризированных семян хвойных и лиственных пород, адаптированных к неблагоприятным экологическим условиям, на основе оптимальных составов субстратов с ис-

пользованием новых видов удобрений, регуляторов роста, средств защиты» (№ ГР 20170825), ГНТП «Леса Беларуси – устойчивое управление, инновационное развитие, ресурсы» (2017–2020 гг.); БС 11-205 «Разработать и внедрить инновационные технологии выращивания посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Беларуси», ГНТП «Леса Беларуси – продуктивность, устойчивость, эффективное использование» (2015 г.), ГБ 15-046 «Совершенствование технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой» (№ ГР 20150509) (2015 г.), а также 9 хоздоговорных тематик.

Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12 марта 2015 г. № 190 (п. 10 «Экология и природопользование») и Указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156 (п. 3 «Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование»).

Цель, задачи, объект и предмет исследования. Цель исследования – усовершенствовать технологию выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой и создания лесных культур в лесорастительных условиях Беларуси.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- установить оптимальный структурный и химический состав растительного субстрата для выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой;
- изучить влияние динамики микроклимата в закрытом грунте на рост посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой;
- разработать и научно обосновать критерии контроля полива при выращивании сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой, обеспечивающие оптимальную влажность субстрата;
- определить оптимальные сроки получения посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в условиях закрытого грунта и на полигоне доращивания при многоротационных схемах выращивания;
- исследовать влияние размеров ячеек контейнеров на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой;
- изучить лесоводственную эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной в различные сроки вегетационного периода посадочным материалом с закрытой корневой системой.

Объект исследования – сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой, торфяные субстраты различного компонентного состава, лесные культуры сосны обыкновенной.

Предмет исследования – технологические факторы, влияющие на рост и

развитие сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой при их выращивании в условиях закрытого грунта, приживаемость, рост и развитие лесных культур сосны, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой.

Научная новизна. Предложен оптимальный состав субстрата для выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой с учетом водно-физических и агрохимических свойств его компонентов; обоснованы сроки посева семян и продолжительность выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в закрытом грунте и на полях доращивания. Впервые, с учетом климатических условий Республики Беларусь, определены критерии контроля оптимального полива весовым методом; научно обоснованы световой и тепловой режимы с использованием отеняющей сетки при выращивании посадочного материала сосны с закрытой корневой системой.

Впервые для лесорастительных условий Беларуси обоснованы сроки посадки лесных культур сосны обыкновенной посадочным материалом с закрытой корневой системой, обеспечивающие приживаемость 87% и выше и увеличение периода лесокультурных работ.

Положения, выносимые на защиту.

1. Оптимальный компонентный состав субстрата с улучшенными водно-физическими свойствами (70% верхового торфа фрезерной заготовки и 30% торфа резной заготовки, доломит или смесь доломита с мелом в соотношении 1:1, доза внесения 3–4 кг/м³, в зависимости от первоначальной кислотности торфа, бесхлорное комплексное удобрение отечественного производства N₁₅P₁₄K₂₀ с микроэлементами в дозе 1 кг/м³) обеспечивает получение стандартного посадочного материала с увеличением средней высоты на 10%, снижение в 2 раза количества вносимого удобрения и его импортозамещение.

2. Увеличение выхода стандартного посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой на 14%, повышение его биометрических показателей на 10–30% за один вегетационный период при многоротационных системах выращивания, высокая грунтовая всхожесть семян (95%), увеличение рентабельности выращивания на 21,8% достигаются реализацией следующих приемов выращивания: посев семян при среднесуточной температуре воздуха в закрытом грунте не ниже +10 °С, поддержание температурного режима (при выращивании сеянцев первой ротации – +15...+20 °С, второй и третьей ротации – +20...+30 °С); срок выноса кассет первой ротации при достижении стандартных размеров сеянцев составляет полтора месяца после посева; регулирование уровня освещенности (использование отеняющих сеток с коэффициентом светопропускания не менее 70%); контроль полива весовым методом с поддержанием массы контейнера марки Plantek 64F с сеянцами 4,0–5,5 кг.

3. Оптимальные сроки создания лесных культур сосны обыкновенной с закрытой корневой системой (апрель – май и август – сентябрь) обеспечивают приживаемость не менее 87% и увеличение периода проведения лесокультурных работ.

Личный вклад соискателя ученой степени в результаты диссертации. Проведение литературного и научного поиска по выбранному направлению исследований, постановка задач, применение методик полевых и камеральных работ, обработка и получение результатов, написание текста глав диссертационной работы выполнены лично автором. Научным руководителем оказана консультативная помощь в определении цели и задач исследований, формулировании положений, выносимых на защиту, заключения и рекомендаций по практическому использованию результатов исследования с внедрением в производство. Долевое участие соискателя в совместно опубликованных работах составляет 13–50%.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Результаты исследования докладывались и отражены в материалах: 79, 80, 81, 82 и 84-й научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов БГТУ (с международным участием) (Минск, 2015–2018, 2020 гг.), Международной научно-практической конференции «Лесная наука Казахстана: достижения, проблемы и перспективы развития», посвященной 60-летию создания КазНИИЛХА (Щучинск, 2017 г.), XIV Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2018 г.).

Результаты исследований использованы при разработке ТУ ВУ 100061961.001-2015 «Материал лесной посадочный хвойных пород с закрытой корневой системой» (введены в действие 04.05.2015), ТУ ВУ 600226892.001-2020 «Материал лесной посадочный хвойных и лиственных пород с закрытой корневой системой» (введены в действие 04.01.2021), «Рекомендаций по выращиванию посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой» (введены в действие 21.06.2016). Результаты исследований внедрены в производство в ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз», ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз», ГЛХУ «Смолевичский лесхоз», ГСЛХУ «Ветковский спецлесхоз».

Опубликованность результатов диссертации. По результатам исследований опубликовано 26 научных работ, из них 9 статей в рецензируемых научных изданиях (4,1 авторского листа), соответствующих части первой пункта 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, 3 статьи в сборниках материалов конференций и 14 тезисов докладов (1,0 авторский лист). Общий объем опубликованных материалов по теме диссертации составляет 5,1 авторского листа.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, основной части, состоящей из пяти глав, в которых приводится анализ литературы, методика и результаты исследования, заключения, списка использованных источников (173 наименования, в том числе 57 на иностранных языках) и приложений. Диссертационная работа изложена на 148 страницах, содержит 24 рисунка, 48 таблиц и 5 приложений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Аналитический обзор литературы

Рассмотрены технологии выращивания лесного посадочного материала с закрытой корневой системой, виды используемых субстратов для выращивания сеянцев сосны с закрытой корневой системой, проанализированы методы и опыт создания лесных культур сосны обыкновенной данным посадочным материалом. Вопросы технологии выращивания изучаемого посадочного материала и разработки субстратов изложены в научных публикациях Н. Brix (1974 г.), S. W. Кама (1985 г.), J. P. Barnett (1977, 1986 гг.), Е. Л. Маслакова (1981 г.), З. Ф. Матюхиной (1986 г.), Т. D. Landis (1989, 2010 гг.), А. В. Жигунова (1999, 2000 гг.), Н. И. Якимова (2004, 2005, 2012 гг.), Н. Bohne (2004 г.), Б. А. Мочалова (2005, 2013 гг.), Е. В. Робонена (2006, 2011 гг.), А. М. Veialainen (2007 г.), В. Е. Jackson (2008 г.), Fain G. B. (2008 г.), К. Szabla (2009 г.), М. И. Зайцевой (2010 г.), Д. И. Мухортова (2013 г.), Т. В. Нуреевой (2014 г.), Н. Г. Чернобровкиной (2012, 2016 гг.), И. В. Соколовского (2016 г.) и др. Исследованиями роста и технологии создания лесных культур сосны посадочным материалом с закрытой корневой системой занимались Ф. Т. Пигарев (1979 г.), А. В. Жигунов (2000, 2016 гг.), А. В. Ушнурцев (2001 г.), R. Wagner (2001 г.), А. Л. Юрьева (2005 г.), О. Н. Смирнова (2007 г.), Б. А. Мочалов (2007 г.), С. А. Родин (2010 г.), И. В. Морозова (2011 г.), Р. Ю. Селименков (2011 г.), О. И. Гаврилова (2013 г.), И. М. Бартенев (2013, 2014 гг.), Т. Saksa (2014 г.), П. В. Заболотских (2015 г.), А. И. Соколов (2015 г.), С. Е. Грибов (2015 г.), С. А. Корчагов (2017 г.) и др.

Анализ литературных источников свидетельствует о многообразии подходов по различным операциям технологического процесса выращивания лесного посадочного материала с ЗКС. Не существует единого мнения относительно структурного и химического состава субстратов для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой. Срок выращивания посадочного материала в условиях закрытого грунта и на полигоне доращивания определяется климатическими характеристиками региона и имеет различную продолжительность. Существует необходимость проведения исследований по

оптимизации микроклиматических факторов на выращивание посадочного материала в условиях закрытого грунта (освещенность, норма полива). Необходимы исследования по установлению состава удобрений, оптимальных сроков и количества проводимых подкормок при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой в условиях закрытого грунта. Большое разнообразие контейнеров для выращивания посадочного материала обуславливает проведение исследований по установлению оптимального размера контейнера в зависимости от целевых характеристик посадочного материала. Для лесорастительных условий Беларуси требуется обоснование сроков создания лесных культур сосны посадочным материалом с ЗКС, обеспечивающих их высокую приживаемость и успешный рост.

Объекты и методика исследований

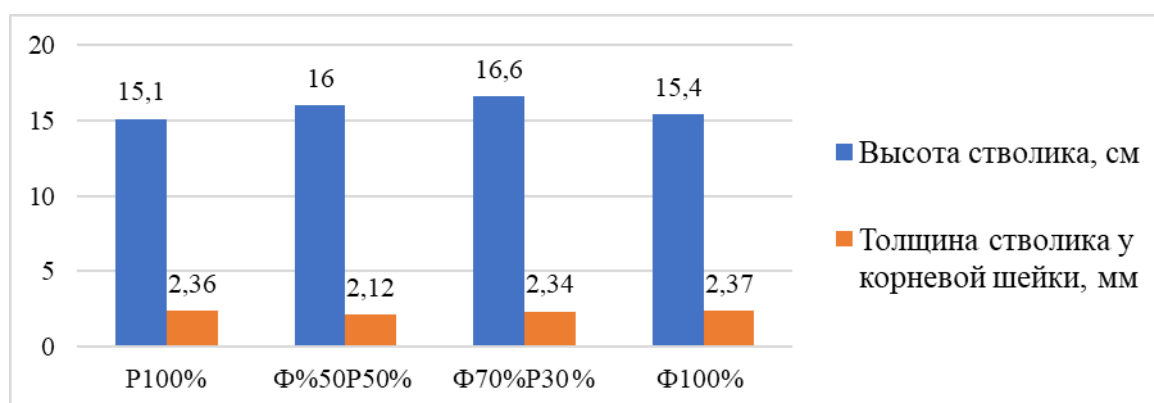
Для выполнения задач диссертационного исследования заложено 11 экспериментов, проанализировано 19 вариантов опытных посевов, созданы 3 опытных объекта, обследовано 9 объектов лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой. Постановка опытов по изучению технологических процессов выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой проводилась в лабораторных условиях УО «БГТУ» и в производственных условиях на базе лесохозяйственных учреждений Республики Беларусь (Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр, питомники лесхозов). При определении химических свойств субстрата применялись следующие методы исследования: величина кислотности pH определялась потенциометрическим методом с помощью pH-метра в солевой вытяжке KCl; содержание обменного калия – по методу А. Д. Масловой на пламенном фотометре, подвижных форм фосфора – по методу А. Т. Кирсанова колориметрическим методом, подвижного аммиачного азота – колориметрическим методом. Высота надземной части посадочного материала измерялась с точностью до 1 мм, толщина стволика у корневой шейки – с точностью до 0,1 мм. Сбор и статистическая обработка экспериментального материала осуществлялись по методикам Г. Н. Зайцева (1984 г.) и В. И. Авдеева (2015 г.) с использованием пакетов программ Statistica 6.0 и MS Excel, а также с помощью ресурса statca.com. Для выращивания посадочного материала использовались кассеты марок Plantek 64F и Plantek 35F.

С целью изучения опыта производства, анализа приживаемости и сохранности, роста лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с ЗКС, исследованы участки лесных культур в Глубокском опытном, Негорельском учебно-опытном лесхозах и Ветковском спецлесхозе. Закладка и

камеральная обработка данных пробных площадей для изучения роста культур сосны производилась по общепринятым в лесной таксации методам (ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки»).

Субстраты для выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой

Свойства верхового торфа различного структурного состава и их влияние на рост сеянцев. Субстрат, изготовленный на основе верхового торфа резной заготовки, может впитать и удерживать большее количество влаги (полная влагоемкость – 850%), чем торф фрезерной заготовки. Растения-торфообразователи в процессе заготовки и переработки данным методом подвергаются незначительному разрушению, что позволяет на его основе приготавливать субстраты, которые обладают водно-физическими свойствами более сходными с нетронутыми торфяными залежами. В то же время накопленная в клетках растений-торфообразователей влага не в полной мере доступна для выращиваемого посадочного материала, поэтому для приготовления субстратов необходимо использовать смеси торфа резной и фрезерной заготовки. Проведенные исследования с использованием различных соотношений торфа резной и фрезерной заготовки в составе субстратов показали, что наиболее медленно потеря влаги происходит у субстратов на основе резного торфа и смеси фрезерного (70%) и резного торфа (30%), в остальных вариантах скорость потери влаги находится на одинаковом уровне. Данный структурный состав субстрата продемонстрировал лучшие показатели роста сеянцев по высоте (16,6 см) по сравнению с другими вариантами (рисунок 1).



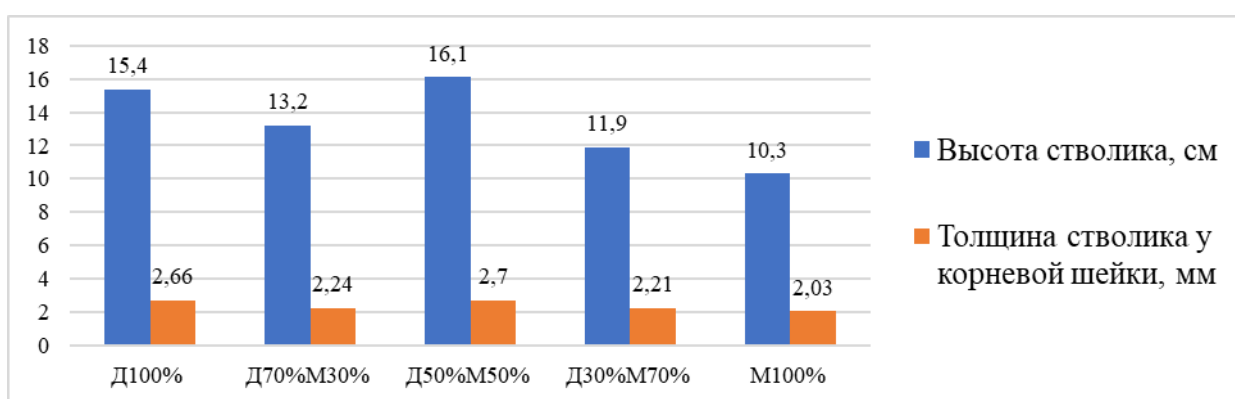
Р – торф резной заготовки; Ф – торф фрезерной заготовки

Рисунок 1 – Биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в зависимости от структурного состава субстрата

Торф резной заготовки является сильным сорбентом, поэтому часть поступающих элементов минерального питания становится недоступными для

растений. Добавление резного торфа в субстрат улучшает его водно-физические свойства, но приводит к ухудшению обеспечения растений элементами минерального питания.

Влияние известковых материалов на изменение кислотности торфяных субстратов. Окончательное значение актуальной кислотности торфяного субстрата при внесении смеси доломита и мела устанавливается после их 7-дневного взаимодействия. В опытных посевах с использованием различных нейтрализующих веществ наибольших показателей роста отмечены в вариантах с использованием доломита и смеси доломита (50%) и мела (50%) (средняя высота надземной части сеянцев 15,4 и 16,1 см соответственно) (рисунок 2).



Д – доломит; М – мел

Рисунок 2 – Влияние внесения регуляторов кислотности на биометрические показатели посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой

Наблюдается тенденция снижения показателей роста сеянцев сосны с увеличением в составе известкового материала мела в количестве 50% и более. Таким образом, в качестве нейтрализующего материала при приготовлении субстратов для выращивания сосны обыкновенной рекомендуется использовать доломитовую муку или смесь доломитовой муки и мела, содержание мела в которой не превышает 50%.

Влияние различных доз и видов стартовых удобрений на рост сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой. При проведении исследования во всех вариантах опытных посевов, выращенных на субстратах, приготовленных с использованием удобрений PG-mix ($N_{12}P_{14}K_{24}$ с микроэлементами) (контроль), его хлорных и бесхлорных аналогов отечественного производства ($N_{15}P_{14}K_{20}$) в дозе 1–2 кг/м³, $N_{16}P_{16}K_{16}$ в дозе 1 кг/м³, сеянцы достигли стандартных размеров согласно ТУ ВУ 100061961.001-2015 «Материал лесной посадочный хвойных пород с закрытой корневой системой» (рисунок 3).

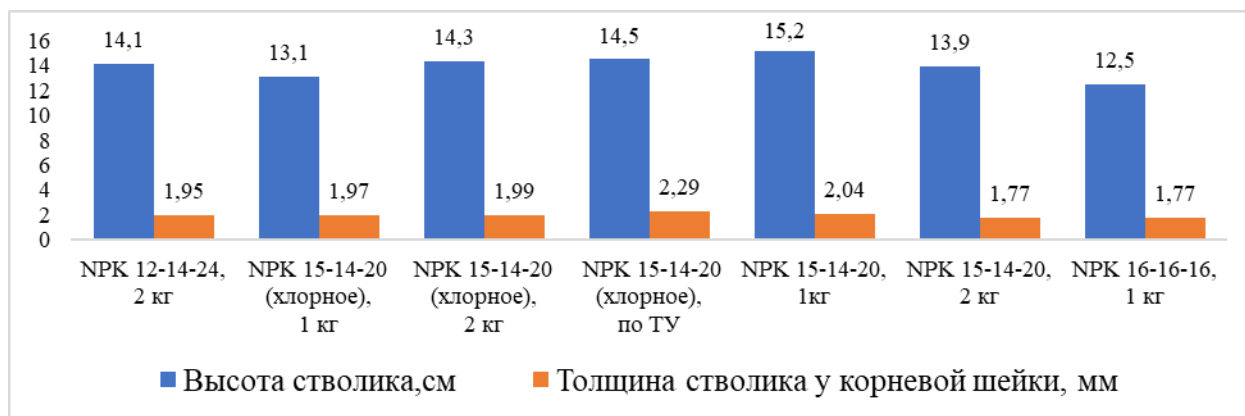


Рисунок 3 – Влияние стартовых доз удобрений на рост сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой

Наименьшими биометрическими показателями характеризуются сеянцы, выращенные на субстрате, приготовленном с использованием удобрения $N_{16}P_{16}K_{16}$, не имеющего в составе необходимых микроэлементов и содержащего хлор. У вариантов с использованием аналога PG-mix ($N_{15}P_{14}K_{20}$ с микроэлементами), содержащих хлор, показатели высоты надземной части и толщины стволика у корневой шейки достоверно ниже, чем у вариантов с использованием бесхлорного удобрения, однако достоверность находится практически на границе интервала (t-критерий Стьюдента при уровне достоверности 95% для высоты равен 1,99, для толщины – 2,04 при допустимом пределе 1,972).

Использование повышенных доз удобрений (2 кг/м³) не оказывает значительного влияния на биометрические показатели сеянцев сосны. Сухая фитомасса надземной части сеянцев в исследуемых вариантах опыта превышает корневую массу в 2,0–3,6 раза. Получение стандартного посадочного материала с применением хлорных аналогов удобрений PG-mix возможно, однако наличие хлора будет оказывать отрицательное влияние на ростовые процессы молодых растений. Оптимальным является использование для приготовления субстрата бесхлорного аналога удобрения PG-mix ($N_{15}P_{14}K_{20}$ с микроэлементами) в дозе 1 кг/м³.

Использование органоминеральной добавки для приготовления субстратов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной. Добавление отхода ленточно-конвейерной промывки сахарной свеклы в количестве 75 кг/м³ в торф с $pH_{KCl} = 2,6$ позволяет оптимизировать реакцию среды до $pH_{KCl} = 4,5$ и внести в субстрат необходимые для роста и развития сеянцев элементы питания. Установлено, что использование в субстрате органоминеральной добавки позволяет получить стандартный посадочный материал сосны (средняя высота сеянцев в 1,6–2,2 раза выше нормативов ТУ ВУ 100061961.001-2015). При внесении в субстрат органоминеральной

добавки необходимо определять агрохимические свойства каждой ее партии для корректировки дозы внесения [6-А].

Выращивание посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой

Анализ микроклиматических показателей в условиях закрытого грунта при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой. По результатам наблюдений среднесуточная температура воздуха при выращивании посадочного материала в условиях закрытого грунта в мае составляет +15...+20 °С, что соответствует температурному режиму, при котором наблюдаются ростовые процессы. Минимальная температура в это время находится ниже границы начала ростовых процессов, однако отрицательного влияния на рост растений не оказывает, поскольку наблюдается в ночное время суток. В июне среднесуточная температура составляет +20...+30 °С, что соответствует оптимальным значениям для роста сеянцев сосны. Максимальные температуры в этот период времени могут превышать отметку +35 °С, а в отдельных случаях и +45 °С. Среднесуточная температура воздуха в июле – августе изменяется от +20 до +30 °С, что соответствует оптимальному температурному режиму для роста сеянцев. Однако максимальные температуры в закрытом грунте могут превышать +35 °С, а в отдельных случаях и +40 °С, при которых рост растений прекращается. Поэтому в летний период необходимо регулировать динамику температурного режима, особенно в полуденные часы, при увеличении температуры выше граничных значений проводить проветривания, комбинируя их с поливами, не допуская при этом переувлажнения кассет. Для более эффективного регулирования температуры рекомендуется конструктивно предусмотреть системы конвекционной вентиляции теплиц [5-А].

Покрытие теплицы как полиэтиленовое, так и из поликарбоната снижает на 50–60% интенсивность освещения по сравнению с открытым участком. Полиэтиленовое покрытие уменьшает на 70–80% количество проходящего ультрафиолетового освещения, а используемая для отенения сетка снижает количество проходящего ультрафиолета в 3 раза. Для успешного выращивания посадочного материала следует учитывать потребность растений в освещении. Использование отеняющих сеток с коэффициентом светопропускания 70% благоприятно сказывается на росте сеянцев сосны обыкновенной благодаря положительному влиянию рассеянного и мерцающего света на фотосинтез растений, а также предотвращает перегрев и испарение влаги из субстрата.

Влажность торфяного субстрата при выращивании контейнеризированных сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта и определение нормы полива. Взаимосвязь массы наполненных кассет и относительной влажности субстрата представлена на рисунке 4 [3-А].

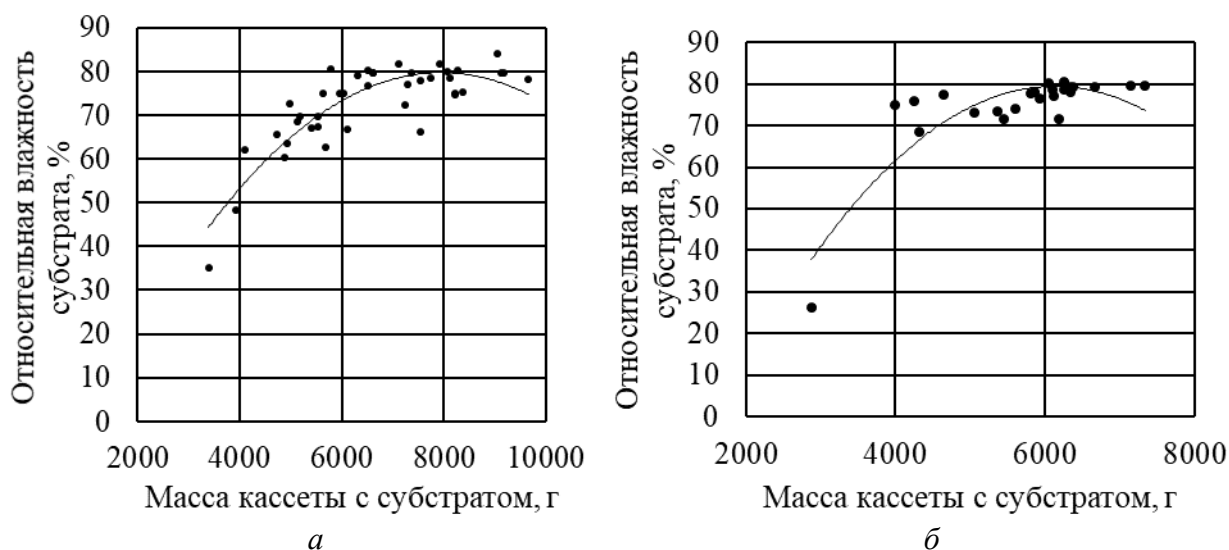


Рисунок 4 – Взаимосвязь массы наполненных кассет марок Plantek 35F (а) и Plantek 64F (б) и относительной влажности субстрата

Полная влагоемкость субстрата наступает при относительной влажности около 80% (абсолютная влажность при этом находится на уровне 415–540%). Для поддержания оптимального водно-воздушного баланса необходимо, чтобы относительная влажность субстрата составляла 65–80%, что достигается при массе кассеты марки Plantek 35F с субстратом 5,0–6,5 кг, кассеты марки Plantek 64F – 4,0–5,5 кг.

Влияние сроков выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в закрытом грунте и полигоне доращивания на его биометрические показатели. Наибольших показателей роста по толщине стволика у корневой шейки достигают сеянцы с наименьшим сроком пребывания в закрытом грунте, однако в этом случае они имеют наименьший прирост надземной части. Сеянцы, оставленные для доращивания в закрытом грунте до конца вегетации, характеризуются лучшими показателями роста по высоте и незначительно уступают по толщине корневой шейки, в сравнении с первым вариантом. Посадочный материал, выращиваемый в условиях закрытого грунта 3 месяца, имеет наименьшие показатели роста по диаметру корневой шейки, однако по высоте надземной части приближается к максимальным значениям (таблица 1) [1-А].

Таблица 1 – Влияние срока выращивания сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в закрытом грунте и на полях доращивания на биометрические показатели

Срок выращивания в закрытом грунте	Высота стволика, см		Толщина стволика у корневой шейки, мм	
	Среднее значение	Доверительный интервал при уровне значимости 95%	Среднее значение	Доверительный интервал при уровне значимости 95%
1,5 месяца	8,0 ± 0,2	0,41	1,98 ± 0,03	0,06
3 месяца	10,7 ± 0,3	0,63	1,84 ± 0,03	0,06
Не выносились на полигоны доращивания	12,1 ± 0,3	0,55	1,94 ± 0,04	0,09

При этом различие по высоте у сеянцев со сроком пребывания в закрытом грунте 3 месяца и у сеянцев, которые не выносились на полигоны доращивания не достоверно (t-критерий Стьюдента при уровне достоверности 95% равен 1,13, при допустимом пределе 2,01). В остальных вариантах достоверность различий установлена (t-критерий Стьюдента при уровне достоверности 95% составляет 6,69 и 6,20). Таким образом, биометрические показатели могут регулироваться продолжительностью нахождения посадочного материала в закрытом грунте.

Определение оптимальных сроков выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой при использовании многоротационных схем. Для получения максимального выхода посадочного материала с единицы площади в лесных питомниках применяется многоротационная система выращивания. Проведенные в Беларуси исследования показали, что в последние годы наблюдается отклонение начала вегетационного периода, а минимальная температура для посева семян, при которой не происходит торможения роста сеянцев, отмечается уже в апреле, а оптимума достигает в мае. В результате изучения влияния среднесуточной температуры воздуха на всхожесть семян установлено, что при среднесуточной температуре +5 °С всходы появляются только на 21 день после посева, когда воздух прогревается до +20 °С. Посев семян при среднесуточной температуре +10 °С позволяет получить всходы на 14 день (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние среднесуточной температуры воздуха на всхожесть семян сосны обыкновенной

Среднесуточная температура при посеве семян, °С	Температура в закрытом грунте, °С	Срок появления всходов, дней	Продолжительность фазы появления всходов, дней	Грунтовая всхожесть, %
0	+2	27	19	56
+3	+7	21	15	78
+5	+10	15	10	95
+10	+20	14	8	96

Посев семян сосны обыкновенной в закрытом грунте необходимо осуществлять при температуре +5°C и выше. Максимальные биометрические показатели сеянцев достигаются при ранних посевах (конец марта – апрель), что обусловлено более продолжительным вегетационным периодом и благоприятным температурным режимом (+20...+25°C) в период активного роста сеянцев. Наиболее благоприятным периодом для выноса кассет первой ротации на поля доращивания является первая половина июня [24-А]. Посев семян последней ротации необходимо заканчивать до середины июня, более поздние посевы могут неблагоприятно сказаться на росте и подготовке сеянцев к зимнему сезону.

Исследование технологии производства посадочного материала с закрытой корневой системой с применением капиллярных матов. Биометрические показатели сеянцев, выращенных с использованием капиллярных матов, достоверно превышают (t-критерий Стьюдента при уровне достоверности 95% равен 3,06 для высоты надземной части сеянцев и 3,30 для толщины стволика у корневой шейки при допустимом пределе 2,01) показатели посадочного материала, выращенного с применением подставок, по средней высоте на 28,1%, толщине стволика у корневой шейки на 28,5% (таблица 3) [1-А].

Таблица 3 – Биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой

Режим выращивания	Средняя высота стволика, см	Средняя толщина стволика у корневой шейки, мм
Без использования капиллярных матов	14,6 ± 0,7	1,86 ± 0,73
С использованием капиллярных матов	18,7 ± 1,1	2,39 ± 0,14

Применение капиллярных матов обеспечивает более благоприятный водный режим, который особенно важен в начальный период роста молодых растений. При выносе на полигоны доращивания посадочный материал необходимо помещать на подставки для избежания прорастания корневой системы в боковые щели ячеек с целью ее сохранения при извлечении растений перед посадкой.

Исследование влияния размеров контейнеров на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой. По средней высоте и толщине стволика у корневой шейки сеянцы, выращенные в кассетах Plantek 35F (16,9 см и 2,46 мм), превышают показатели посадочного материала, выращенного в ячейках Plantek 64F (14,5 см и 2,29 мм), а также обладают более оптимальными соотношениями массы надземной и подземной части растений (2:1 и 3,6:1 соответственно). При использовании кассет Plantek 35F от-

мечен более крупный посадочный материал сосны обыкновенной с более развитым стержневым корнем, однако в этом случае расходуется большее количество субстрата, что значительно увеличивает стоимость выращивания сеянцев. За один вегетационный сезон корневая система не успевает развиться до размеров, чтобы в полной мере освоить все пространство ячейки кассеты Plantek 35F. Поэтому для выращивания сеянцев сосны обыкновенной предлагается использовать контейнеры с более узкой и длинной ячейкой с целью экономии расхода субстрата и формирования более развитого стержневого корня [26-А].

Экономическая эффективность усовершенствованной технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной. Использование отечественных удобрений $N_{15}P_{14}K_{20}$ с микроэлементами в дозе 1 кг/м^3 , оптимального структурного состава субстрата, капиллярных матов, регулирование сроков посева и микроклимата позволяет снизить затраты на выращивание и повысить на 14% выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой, тем самым увеличив прибыль и рентабельность их производства. В таблице 4 представлен сравнительный расчет рентабельности выращивания сеянцев сосны обыкновенной в кассетах марки Plantek 64F используемой и усовершенствованной технологии.

Таблица 4 – Расчет рентабельности выращивания сеянцев сосны обыкновенной

Показатель	Используемая технология	Усовершенствованная технология
Выход стандартного посадочного материала, шт.	8686	9984
Сумма от реализации, руб.	1852,94	2154,65
Затраты на выращивание, руб.	1617,57	1579,37
Прибыль от реализации, руб.	235,37	575,28
Рентабельность, %	14,6	36,4

Таким образом, применение усовершенствованной технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной позволяет увеличить на 21,8% рентабельность выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с ЗКС.

Рост лесных культур сосны обыкновенной, созданных с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой

Лесоводственно-таксационная характеристика лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой. Таксационные показатели лесных культур, созданных посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой, свидетельствуют о том, что лесные культуры, созданные с применением

контейнеризированного посадочного материала, успешно произрастают в различных типах лесорастительных условий. Установлено, что в сходных типах лесорастительных условий сохранность на 9–13%, средняя высота на 16–23% и запас на 11–19% 10-летних лесных культур, созданных посадочным материалом с ЗКС, выше по сравнению с культурами созданными сеянцами с открытой корневой системой.

При выращивании посадочного материала с ЗКС происходит так называемая «воздушная обрезка корней» и существует риск повреждения или неправильного развития стержневого корня. Выполнены раскопки корневых систем 14-летних культур сосны и установлено, что стержневой корень у деревьев развивается успешно, без аномалий и достигает длины более 70 см. Таким образом «воздушная обрезка» корней при выращивании сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой не оказывает отрицательного влияния на рост и развитие корневой системы деревьев в будущем.

Рост лесных культур сосны, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, в зависимости от срока посадки. Установлено, что минимальная (62%) приживаемость однолетних лесных культур, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, наблюдается в июле, а максимальная (95–96%) – в апреле, мае, августе (таблица 5) [8-А].

Таблица 5 – Приживаемость лесных культур сосны в зависимости от сроков посадки

Месяц	Количество высаженных сеянцев, шт.	Количество растений в конце вегетационного сезона, шт.		Приживаемость, %
		жизнеспособных	погибших	
Апрель	200	190	10	95
Май	200	184	16	92
Июнь	200	172	28	86
Июль	200	122	78	62
Август	200	195	5	98
Сентябрь	200	176	24	88
Октябрь	200	192	8	96

Различия в показателях приживаемости обусловлены дефицитом атмосферных осадков в июне – июле и высокой температурой воздуха. Оптимальным сроком создания лесных культур сосны посадочным материалом с закрытой корневой системой является апрель – май и август – октябрь. Не рекомендуется проводить посадку лесных культур в июне – июле, поскольку даже при достаточном увлажнении испарение влаги из почвы будет довольно интенсивным, что будет приводить к гибели молодых растений. Посадку культур с августа по октябрь следует проводить посадочным материалом, выращенным в этот же год. Посадка осенью следующего года будет равнозначна посадке

двухлетними сеянцами с закрытой корневой системой, что приведет к дополнительным затратам по выращиванию посадочного материала, а также к снижению роста и развития молодых растений в культурах в силу того, что развитие корневой системы ограничивается размером ячейки кассеты.

Рост лесных культур сосны обыкновенной, созданных различным видом посадочным материалом. Лесные культуры сосны, созданные посадочным материалом с закрытой корневой системой, обладают более высокой приживаемостью (87–98%), интенсивностью роста (годовой прирост по высоте составляет 50–70% от первоначальной) и развития, характеризуется отсутствием загибов и деформаций корневых систем при посадке в сравнении с лесными культурами, созданными одно- (CH_1) и двухлетними (CH_2) сеянцами, с открытой корневой системой (рисунок 5) [8-А].



Рисунок 5 – Развитие сеянцев в однолетних культурах сосны в зависимости от вида посадочного материала

Лесоводственно-экономическое обоснование создания лесных культур сосны обыкновенной посадочным материалом с закрытой корневой системой. Специфика технологии выращивания посадочного материала с ЗКС предусматривает дополнительные затраты по сравнению с технологией выращивания посадочного материала с открытой корневой системой. При выращивании посадочного материала с открытой корневой системой выход стандартного посадочного материала составляет 26,4% от количества высеваемых семян. Технология выращивания сеянцев с ЗКС позволяет получить выход стандартного посадочного материала 95% и выше от количества семян, использованных для посева. Стоимость одной тысячи штук сеянцев с открытой корневой системой (40,00 бел. руб.) в 3,9 раза ниже стоимости посадочного материала с закрытой корневой системой (158,64 бел. руб.). Из одинакового количества семян можно получить в 3,6 раза больше сеянцев с закрытой корневой системой, чем с открытой, что в свою очередь позволяет создавать в 4,5 раза

больше по площади лесных культур. Трудоемкость работ по посадке лесных культур сосны посадочным материалом с ЗКС в 1,5 раза ниже по сравнению с трудоемкостью посадки семян с открытой корневой системой. Данные показатели достигаются за счет более высокой приживаемости лесных культур, созданных посадочным материалом с ЗКС, уменьшения на 20% густоты посадки, снижения количества проводимых агротехнических уходов, по сравнению с применением семян с открытой корневой системой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Установлено, что основным оптимальным по водно-физическим свойствам компонентом субстрата для выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой является торф верховых болот в соотношении 70% торфа фрезерной заготовки и 30% торфа резной заготовки. Для регулирования кислотности субстрата следует использовать доломит или смесь доломита и мела в соотношении 1:1. Данный структурный состав субстрата позволяет увеличить на 10% среднюю высоту семян с закрытой корневой системой. Для обогащения элементами минерального питания использование стартового удобрения отечественного производства $N_{15}P_{14}K_{20}$ с микроэлементами в дозе 1 кг/м³ позволяет получить стандартный посадочный материал сосны обыкновенной, снизить в 2 раза количество вносимого удобрения по сравнению с существующей технологией и обеспечить его импортозамещение [2-А, 6-А, 9-А, 14–16-А, 21-А, 25-А].

2. Внесение в торфяной субстрат отхода ленточно-конвейерной промывки сахарной свеклы в дозе 75 кг/м³ позволяет оптимизировать его кислотность и повысить содержание элементов минерального питания для роста и развития семян сосны. Данная органоминеральная добавка может в перспективе успешно применяться как альтернатива минеральным удобрениям и нейтрализующим материалам при приготовлении субстратов для выращивания семян сосны, а также способствовать утилизации отходов ленточно-конвейерной промывки сахарной свеклы сахарными заводами [7-А, 20-А].

3. Определено, что посев семян сосны обыкновенной первой ротации в условиях закрытого грунта необходимо проводить при среднесуточных температурах воздуха в условиях закрытого грунта не ниже +10 °С, при этом обеспечивается высокая грунтовая всхожесть семян (95% и более). Успешный рост семян сосны первой ротации достигается за счет поддержания температуры воздуха в закрытом грунте в пределах +15...+20 °С, второй и третьей – +20...+30 °С. Кассеты первой ротации на полигоны доращивания следует выносить в первой половине июня, когда наблюдается наиболее бла-

гоприятный для активного роста растений температурный режим (+20...+25 °С). Для отенения сеянцев сосны обыкновенной необходимо использовать сетки с коэффициентом пропускания 70%, что обеспечивает успешный рост сеянцев, препятствуя излишнему перегреву и испарению влаги из субстрата, а также благодаря положительному влиянию рассеянного и мерцающего света. При соблюдении вышеперечисленных приемов выращивания посадочного материала рост надземной части сеянцев увеличивается на 10–30% [1-А, 5-А, 10–11-А, 13-А, 18-А, 24-А].

4. Установлено, что при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой наиболее эффективным и наименее трудоемким является весовой метод контроля нормы полива. Оптимальная относительная влажность торфяного субстрата (65–80%) обеспечивается поддержанием массы кассет с растениями марки Plantek 64F в пределах 4,0–5,5 кг, Plantek 35F – 5,0–6,5 кг [3-А, 4-А, 17-А].

5. Использование капиллярных матов при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой позволяет увеличить биометрические показатели сеянцев по средней высоте на 28,1%, по толщине стволика у корневой шейки на 28,5% по сравнению с посадочным материалом, выращенным с использованием подставок. При выносе на полигоны доращивания посадочный материал должен быть помещен на подставки во избежание прорастания корневых систем в боковые щели ячеек [1-А].

6. Определены сроки посадки лесных культур сосны обыкновенной посадочным материалом с закрытой корневой системой. Оптимальным сроком создания лесных культур является апрель – май и август – октябрь, при этом обеспечивается приживаемость культур не ниже 87%. Не рекомендуется проводить посадку лесных культур в июне – июле в связи с тем, что даже при достаточном увлажнении, испарение влаги из почвы будет довольно интенсивным, будет приводить к гибели молодых растений. Наибольшие биометрические показатели (средние: высота – 40,4 см, толщина стволика сеянцев у корневой шейки – 10,4 мм) и оптимальное соотношение массы надземной части к подземной (3,3:1) отмечены в однолетних лесных культурах сосны при весенней посадке. Лесные культуры сосны обыкновенной, созданные посадочным материалом с закрытой корневой системой, на начальных этапах обладают более интенсивным ростом по сравнению с лесными культурами, созданными сеянцами одно- и двухлетнего возраста с открытой корневой системой (годовой прирост по высоте 13,06–30,62 см, более развитая корневая система), что позволяет сократить количество проводимых агротехнических уходов за лесными культурами. «Воздушная обрезка» корневой системы при выращивании сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой не оказывает отрицательного воздействия на рост и развитие их корневой системы в лесных культурах и не препятствует формированию стержневого корня [8-А, 12-А, 19-А, 22-А, 23-А, 26-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. При выращивании сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой следует использовать субстрат, состоящий из 70% торфа фрезерной заготовки и 30% торфа резной заготовки с добавлением доломита или смеси доломита с мелом в соотношении 1:1 в дозе 3–4 кг/м³ и удобрения N₁₅P₁₄K₂₀ с микроэлементами в дозе 1 кг/м³.

2. Для успешного выращивания сеянцев сосны в условиях закрытого грунта необходимо поддерживать температурный режим в пределах +15...+30 °С, регулировать уровень освещенности путем отенения не более чем на 30% от поступающего света, обеспечивать оптимальную влажность субстрата путем поддержания массы кассеты с субстратом марки Plantek 64F – 4,0–5,5 кг, марки Plantek 35F – 5,0–6,5 кг.

3. Для обеспечения наилучшей приживаемости посадку лесных культур сосны обыкновенной с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой целесообразно производить в апреле – мае и августе – октябре.

4. Результаты исследований использованы при разработке ТУ ВУ 100061961.001-2015 «Материал лесной посадочный хвойных пород с закрытой корневой системой» (введены в действие 04.05.2015), ТУ ВУ 600226892.001-2020 «Материал лесной посадочный хвойных и лиственных пород с закрытой корневой системой» (введены в действие 04.01.2021), «Рекомендаций по выращиванию посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой» (введены в действие 21.06.2016). Мероприятия по оптимизации состава субстратов и режимов выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой внедрены в производство в ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз», ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз». Агротехника создания лесных культур сосны обыкновенной посадочным материалом с ЗКС внедрена в ГЛХУ «Смолевичский лесхоз», ГСЛХУ «Ветковский спецлесхоз».

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь

1-А. **Граник, А. М.** Разработка новых приемов выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой / **А. М. Граник**, Н. К. Крук // Труды БГТУ. – 2015. – № 1 : Лесное хоз-во. – С. 124–127.

2-А. Опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в лесхозах Беларуси / А. А. Домасевич, А. В. Юренин, **А. М. Граник**, А. П. Волкович // Труды БГТУ. – 2015. – № 1 : Лесное хоз-во. – С. 128–132.

3-А. Носников, В. В. Влажность торфяного субстрата при выращивании контейнеризированных сеянцев в условиях закрытого грунта / В. В. Носников, А. А. Домасевич, **А. М. Граник** // Труды БГТУ. – 2016. – № 1 : Лесное хоз-во. – С. 115–118.

4-А. Юренин, А. В. Содержание элементов питания и кислотность субстрата при выращивании контейнеризированных сеянцев сосны и ели / А. В. Юренин, Н. И. Якимов, **А. М. Граник** // Труды БГТУ. – 2016. – № 1 : Лесное хоз-во. – С. 153–157.

5-А. Анализ микроклиматических показателей в теплице при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой / **А. М. Граник**, О. А. Селищева, В. В. Носников, А. В. Юренин // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / ИЛ НАН Беларуси. – Гомель, 2016. – Вып. 76. – С. 161–167.

6-А. Использование известковых материалов в субстратах при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой / О. А. Селищева, **А. М. Граник**, А. В. Романчук, А. А. Домасевич, В. В. Носников, А. В. Юренин // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. – 2017. – № 2. – С. 164–172.

7-А. Использование органо-минеральной добавки для приготовления субстратов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной / А. М. Граник, А. В. Романчук, О. А. Селищева, В. В. Носников, А. В. Юренин, А. А. Домасевич // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр./ ИЛ НАН Беларуси. – Гомель, 2017. – Выпуск 77. – С. 177–184.

8-А. **Граник, А. М.** Рост лесных культур сосны обыкновенной в зависимости от сроков посадки и вида посадочного материала / **А. М. Граник**, Н. К. Крук // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. – 2018. – № 2. – С. 85–90.

9-А. Использование метода кондуктометрии для оценки качества субстратов на основе верхового торфа / В. В. Носников, И. В. Соколовский, А. А. Домасевич, А. В. Юреня, **А. М. Граник**, О. А. Селищева, А. В. Романчук // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. –2018. – № 2 (210). – С. 91–97.

Материалы конференций

10-А. **Граник, А. М.** Анализ температурных показателей в теплице при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой / **А. М. Граник** // Лесная наука Казахстана : достижения, проблемы и перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию создания КазНИИЛХА, Щучинск, 13–14 окт. 2017 г. / М-во сел. хоз-ва Респ. Казахстан, Ком. лесного хоз-ва живот. мира М-ва сел. хоз-ва Респ. Казахстан, НАО «Нац. аграр. науч.-образоват. центр», ТОО «Казахский НИИ лесн. хоз-ва и агролесомелиорации»; редкол.: Б. М. Муканов, В. Ю. Кириллов, Т. Н. Стихарева. – Щучинск, 2017. – С. 88–91.

11-А. **Граник, А. М.** Влияние продолжительности выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в теплице и полигоне доращивания на его биометрические показатели / **А. М. Граник**, Н. К. Крук // Лесная наука Казахстана : достижения, проблемы и перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию создания КазНИИЛХА, Щучинск, 13–14 окт. 2017 г. / М-во сел. хоз-ва Респ. Казахстан, Ком. лесного хоз-ва живот. мира М-ва сел. хоз-ва Респ. Казахстан, НАО «Нац. аграр. науч.-образоват. центр», ТОО «Казахский НИИ лесн. хоз-ва и агролесомелиорации»; редкол.: Б. М. Муканов, В. Ю. Кириллов, Т. Н. Стихарева. – Щучинск, 2017. – С. 91–95.

12-А. **Граник, А. М.** Рост и развитие лесных культур сосны, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, в зависимости от сроков посадки / **А. М. Граник**; Н. К. Крук // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIV Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник» / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. лесотехн. ун. ; Урал. отд. секции наук о лесе РАЕН ; Ботанический сад УрО РАН ; Урал. лесной технопарк. – Екатеринбург, 2018. – С. 428–431.

Тезисы докладов

13-А. **Граник, А. М.** Особенности роста сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой при разных сроках выращивания в открытом и

закрытом грунте / **А. М. Граник**, Н. К. Крук // Лесное хозяйство : тезисы 79-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 2–6 февр. 2015 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. М. Жарский [и др.] – Минск, 2015. – С. 46.

14-А. Свойства субстрата при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой / В. В. Носников, А. А. Домасевич, А. В. Юренин, **А. М. Граник** // Лесное хозяйство : тезисы 79-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 2–6 февр. 2015 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. М. Жарский [и др.] – Минск, 2015. – С. 57.

15-А. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в лесхозах Беларуси / В. В. Носников, Н. К. Крук, Н. И. Якимов, А. А. Домасевич, А. В. Юренин, **А. М. Граник** // Лесное хозяйство : тезисы 79-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 2–6 февр. 2015 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. М. Жарский [и др.] – Минск, 2015. – С. 58.

16-А. Якимов, Н. И. Изменение содержания элементов питания в субстрате контейнеров при выращивании семян ели с закрытой корневой системой / Н. И. Якимов, А. В. Юренин, **А. М. Граник** // Лесное хозяйство: тезисы 80-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–12 февр. 2016 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. М. Жарский [и др.] – Минск, 2016. – С. 70.

17-А. Носников, В. В. Контроль влажности субстрата при выращивании контейнеризированных семян в условиях закрытого грунта / В. В. Носников, А. А. Домасевич, **А. М. Граник** // Лесное хозяйство: тезисы 80-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–12 февр. 2016 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. М. Жарский [и др.] – Минск, 2016. – С. 52.

18-А. Анализ микроклиматических показателей в теплице при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой / В. В. Носников, А. В. Юренин, **А. М. Граник**, О. А. Селищева // Лесное хозяйство: тезисы 80-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–12 февр. 2016 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. М. Жарский [и др.] – Минск, 2016. – С. 53.

19-А. **Граник, А. М.** Приживаемость лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, в связи со сроками посадки и условиями произрастания / **А. М. Граник**, Н. К. Крук // Лесное хозяйство : тезисы 81-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–12 февр. 2017 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. В. Войтов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 47.

20-А. Опыт выращивания сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой с использованием органо-минеральной добавки при приготовлении субстрата / А. А. Домасевич, А. В. Юренин, А. А. Овсей, **А. М. Граник**, А. В. Романчук // Лесное хозяйство: тезисы 81-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–12 февр. 2017 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. В. Войтов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 49.

21-А. Влияние различных составов и доз стартовых удобрений на рост сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой / В. В. Носников, А. А. Домасевич, **А. М. Граник**, А. В. Романчук, О. А. Селищева // Лесное хозяйство: тезисы 81-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–12 февр. 2017 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. В. Войтов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 59.

22-А. **Граник, А. М.** Рост и развитие лесных культур сосны обыкновенной в зависимости от вида используемого посадочного материала / **А. М. Граник**, Н. К. Крук // Лесное хозяйство : тезисы докладов 82-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–14 февр. 2018 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. В. Войтов [и др.]. – Минск, 2018. – С. 60.

23-А. **Граник, А. М.** Влияние сроков посадки на рост и развитие лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой / **А. М. Граник**, Н. К. Крук // Лесное хозяйство : тезисы докладов 82-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–14 февр. 2018 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. ; редкол. : И. В. Войтов [и др.]. – Минск, 2018. – С. 59.

24-А. Подходы к обоснованию многоротационных схем выращивания сеянцев с закрытой корневой системой / В. В. Носников, А. А. Домасевич, А. В. Юренин, О. А. Селищева, **А. М. Граник**, А. В. Романчук, Н. В. Гордей, Г. М. Помаз // Лесное хозяйство: тезисы докладов 82-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов

(с международным участием), Минск, 1–14 февр. 2018 г. / Белорус. гос. техн. ун-т. ; редкол. : И. В. Войтов [и др.].– Минск, 2018. – С. 73–74.

25-А. Влияние нейтрализующих материалов на изменение реакции среды и электропроводности верхового сепарированного торфа / А. А. Домасевич, В. В. Носников, А. В. Юреня, О. А. Селищева, **А. М. Граник**, А. В. Романчук // Лесное хозяйство: тезисы докладов 82-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–14 февр. 2018 г. / Белорус. гос. техн. ун-т. ; редкол. : И. В. Войтов [и др.].– Минск, 2018. – С. 62.

26-А. **Граник, А. М.** Влияние размеров контейнеров на рост посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой / А. М. Граник // Лесное хозяйство: материалы 84-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 3–14 февр. 2020 г. / Белорус. гос. техн. ун-т. ; редкол. : И. В. Войтов [и др.].– Минск, 2020. – С. 101.

РЭЗІЮМЭ

Гранік Аляксандр Міхайлавіч

**Удасканаленне тэхналогіі вырошчвання пасадчнага матэрыялу
сасны звычайнай з закрытай каранёвай сістэмай і яго прымяненне
пры стварэнні лясных культур**

Ключавыя словы: сасна звычайная, пасадчны матэрыял з закрытай каранёвай сістэмай, тэхналогія вырошчвання, субстрат тарфяны, лясныя культуры

Мэта працы – удасканаліць тэхналогію вырошчвання пасадчнага матэрыялу сасны звычайнай з закрытай каранёвай сістэмай і стварэння лясных культур у лесараслінных умовах Беларусі..

Метады даследавання: агульнапрынятыя ў лесаводстве, лясной таксцыі, глебазнаўстве, матэматычнай статыстыцы і эканоміцы з улікам мэтай даследавання.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Вызначаны аптымальны ўдасканалены з улікам водна-фізічных і пажыўных уласцівасцяў кампанентны састаў субстрату для вырошчвання высакаякасных сеянцаў сасны звычайнай з закрытай каранёвай сістэмай. Упершыню, з улікам кліматычных умоў Рэспублікі Беларусь абгрунтаваны тэрміны пасеву насення і атрымання пасадчнага матэрыялу сасны звычайнай з закрытай каранёвай сістэмай ва ўмовах закрытага грунту і на палігонах дарошчвання пры шматратацыйных схемах вырошчвання; устаноўлены крытэрыі неабходнасці паліву пры кантролі вільготнасці субстрату вагавым метадам і ўмовы мікраклімату. Упершыню ў лесараслінных умовах Беларусі абгрунтаваны тэрміны пасадкі лясных культур сеянцамі сасны звычайнай з закрытай каранёвай сістэмай, якія забяспечваюць прыжывальнасць не ніжэй за 87% і павелічэнне перыяду лесакультурных работ.

Рэкамендацыі па выкарыстанню: Вынікі даследаванняў могуць быць выкарыстаны пры вырошчванні пасадчнага матэрыялу сасны звычайнай з закрытай каранёвай сістэмай у закрытым грунце і стварэнні лясных культур з яго прымяненнем у дзяржаўных лесагаспадарчых установах Міністэрства лясной гаспадаркі і іншых юрыдычных асоб, вядучых лясную гаспадарку.

Сфера выкарыстання: лясная гаспадарка.

РЕЗЮМЕ

Граник Александр Михайлович

Совершенствование технологии выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой и его применение при создании лесных культур

Ключевые слова: сосна обыкновенная, посадочный материал с закрытой корневой системой, технология выращивания, субстрат торфяной, лесные культуры

Цель работы – усовершенствовать технологию выращивания посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой и создания лесных культур в лесорастительных условиях Беларуси.

Методы исследования: общепринятые в лесоводстве, лесной таксации, почвоведении, математической статистике и экономике с учетом целей исследования.

Полученные результаты и их новизна. Определен оптимальный усовершенствованный с учетом водно-физических и питательных свойств компонентный состав субстрата для выращивания высококачественных сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой. Впервые, с учетом климатических условий Республики Беларусь, обоснованы сроки посева семян и получения посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в условиях закрытого грунта и на полигонах доращивания при многоротационных схемах выращивания; установлены критерии необходимости полива при контроле влажности субстрата весовым методом и условия микроклимата. Впервые в лесорастительных условиях Беларуси обоснованы сроки посадки лесных культур сеянцами сосны обыкновенной с закрытой корневой системой, обеспечивающие приживаемость не ниже 87% и увеличение периода лесокультурных работ.

Рекомендации по использованию. Результаты исследований могут быть использованы при выращивании посадочного материала сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в закрытом грунте и создании лесных культур с его применением в государственных лесохозяйственных учреждениях Министерства лесного хозяйства и других юридических лиц, ведущих лесное хозяйство.

Область применения: лесное хозяйство.

SUMMARY

Granik Alexander Mikhailovich

Improving the technology of containerized plant material of Scots pine and its use in the creation of forest crops

Key words: Scots pine, containerized plant material, cultivation technology, peat substrate, forest crops

The of study is to improve the technology of growing the containerized planting material of Scots pine and the creation of forest crops in the forest growing conditions of Belarus.

Research methods: generally accepted in forestry, forest taxation, soil science, mathematical statistics and economics, taking into account the objectives of the study.

The results obtained and their novelty. The optimal improved component composition of the substrate for growing high-quality containerized seedlings of Scots pine has been defined, taking into account the water-physical and nutritional properties. For the first time, based on the climatic conditions of the Republic of Belarus, the timing for sowing seeds and obtaining containerized planting material of Scots pine has been justified in controlled environment conditions and on growing sites under multi-rotation cultivation schemes. Criteria for the necessity of irrigation have been established through weight-based control of substrate moisture and microclimate conditions. For the first time in the forest-growing conditions of Belarus, the timing for planting forest crops of Scots pine containerized seedlings has been justified, ensuring a survival rate of no less than 87% and extending the period of forestry work.

Recommendations for use. The research results can be used in the cultivation of containerized planting material of Scots pine in controlled environments and in the establishment of forest plantations utilizing this material in state forestry institutions of the Ministry of Forestry and other legal entities engaged in forestry.

Application area: forestry.

Handwritten signature in blue ink.

Научное издание

Граник Александр Михайлович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ
ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ
ПРИ СОЗДАНИИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук
по специальности 06.03.01 – лесные культуры, селекция, семеноводство

Ответственный за выпуск А. М. Граник

Подписано в печать 20.11.2024. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 1,4. Уч. изд. л. 1,0.
Тираж 60 экз. Заказ 361.

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.