

На правах рукописи

Копытков Владимир Васильевич

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЯ
ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В БЕЛАРУСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

06.03.01 – лесные культуры, селекция, семеноводство

Автореферат

*диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук*

Брянск – 2017

Работа выполнена в Государственном научном учреждении «Институт леса Национальной академии наук Беларуси» и Государственном научном учреждении «Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси»

Научный консультант **Родин А. Р.** доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: **Мартынюк А.А.** доктор сельскохозяйственных наук, директор Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства

Штукин С.С. доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства Белорусского государственного технологического университета

Дроздов И.И. доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры искусственного лесовыращивания и механизации лесохозяйственных работ Мытищинского филиала Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана

Ведущая организация: Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники В.Ф. Купревича НАН Беларуси»

Защита диссертации состоится « 16 » июня 2017 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.019.01 при ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет» по адресу: 241037 г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3, зал заседаний Ученого Совета.

Факс: +7 483 274 60 08, E-mail: mail@bgita.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Брянского государственного инженерно-технологического университета и на официальном сайте: <http://www.bgita.ru>

Автореферат разослан « _____ » _____ 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук

Д.И. Нартов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В Беларуси накоплен определенный опыт по искусственному лесовыращиванию, который широко отражен в литературе (Багинский, 2009; Булавик, 1998; Ипатьев, 2009; Крук, 2015; Рожков, 1997; Сарнацкий, 1988; Сироткин, 1988; Усеня, 2008; Штукин, 1997; Якимов, 2007 и др.). Вместе с тем проблема выращивания стандартных сеянцев сосны обыкновенной, создания лесных культур и повышения продуктивности сосновых насаждений полностью не решена. Требуется дальнейшее совершенствование технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной при снижении нормы высева семян и продлении периода создания лесных культур, в том числе на землях с различной плотностью радиоактивного загрязнения почвы.

Эффективность выращивания сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках определяется почвенным плодородием, которое можно повысить путем внесения компостов на основе отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности.

После аварии на Чернобыльской АЭС более 250 тыс. га земель Гомельской и Могилевской областей были выведены из сельскохозяйственного пользования вследствие загрязнения радионуклидами. Традиционные способы создания лесных культур на выведенных из оборота радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных землях не всегда приемлемы из-за значительного внешнего облучения работающих. Основным требованием при создании лесных культур на этих землях является обеспечение безопасности людей. При посадке леса для повышения приживаемости лесных культур на таких землях необходимо проводить предпосадочную обработку корневых систем сеянцев сосны обыкновенной композиционными материалами.

Для повышения продуктивности сосновых насаждений при снижении потерь азота в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы необходимо разработать удобрения пролонгированного действия на основе композиционных материалов.

Широкий спектр физико-химических свойств композиционных материалов, их доступность и небольшая стоимость свидетельствуют о возможности их эффективного применения при лесовыращивании. Композиционные материалы (КМ) – это конструкционные материалы сложного состава, образующиеся путем объемного сочетания связующих (матрица) и наполнителей (целевые добавки).

Степень разработанности темы. Данные исследования являются завершенными. Проблеме повышения эффективности выращивания посадочного материала посвящены исследования следующих авторов: Родин, 1989; Крук, Якимов и др., 2015; Парамонов, Ананьев и др., 2013; Маркина, Милешина, 2007; Редько, Огиевский, 1981 и др. В значительной степени эти исследования рассматривают вопросы использования субстратов на основе торфа и минеральных удобрений, а также предпосевную обработку семян. При этом не используются КМ при получении коровых компостов и для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной путем инкрустирования, дражирования и гранулирования.

Существенный вклад в изучение проблемы повышения продуктивности сосновых насаждений на основе применения минеральных удобрений внесли: Победов, Булавик, Лебедев, 1983; Сляднев, 1981; Коновалов, 2012 и др. Их работы содержат фундаментальные основы использования минеральных удобрений для повышения продуктивности сосновых насаждений с учетом оптимальных доз их внесения. Однако в трудах этих ученых не рассматриваются вопросы получения и применения удобрений пролонгированного действия с использованием КМ. Кроме того не изучена структура баланса использования удобрений пролонгированного действия в сосновых насаждениях.

Определенное влияние на решение проблемы создания лесных культур на землях с различным уровнем радиоактивного загрязнения почвы оказали Тарасенко, Маркина и др., 2011; Марадудин, Русина и др., 1990; Ипатьев, Булавик и др., 2005; Ландин, Краснов и др., 2011. Их работы в значительной мере способствовали изучению методов и способов создания лесных культур с использованием различного посадочного материала на загрязненных радионуклидами землях. Однако в трудах этих ученых не рассматриваются вопросы использования КМ для предпосадочной обработки корневых систем семян сосны обыкновенной и создания лесных культур аэросевом с использованием гранулированных семян.

Цель исследований. Научное обоснование и применение композиционных материалов для разработки ресурсосберегающих технологий выращивания семян сосны обыкновенной и создания лесных культур, обеспечивающих повышение эффективности лесокультурного производства Беларуси.

Задачи исследований.

1. Провести комплексную оценку органо-минеральных компостов и способов предпосевной обработки семян композиционными материалами при выращивании микоризованных семян.

2. Исследовать физико-химические свойства композиционных материалов при получении удобрений пролонгированного действия и установить их влияние на текущий прирост древесины в сосновых насаждениях и непродуктивные потери элементов питания в газообразной форме и в результате вымывания с инфильтрационными водами.

3. Изучить технологии создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях на основе использования композиционных материалов.

4. Разработать композиционные материалы для защиты корневых систем семян сосны обыкновенной от иссушения и изучить их физико-химические свойства с целью повышения приживаемости и увеличения сроков посадки лесных культур.

5. Дать оценку лесоводственно-экономическим показателям применения композиционных материалов при выращивании семян сосны обыкновенной и создании лесных культур.

Научная новизна. Впервые для условий Беларуси разработаны научно-обоснованные ресурсосберегающие технологии выращивания семян сосны обыкновенной и создания лесных культур с использованием композиционных материалов:

- созданы и изучены новые композиционные материалы для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной;

- исследованы технологии получения и применения компостов с использованием композиционных материалов для выращивания микоризованных сеянцев сосны обыкновенной;

- изучены технологии получения и использования средств защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения, позволяющие повысить приживаемость и расширить агротехнические сроки посадки лесных культур;

- разработаны удобрения пролонгированного действия, которые способствуют повышению текущего прироста древесины сосновых насаждений за счет снижения непродуктивных потерь элементов питания;

- изучены методы создания лесных культур на радиоактивно загрязненных землях, позволяющие уменьшить время нахождения работающих и повысить приживаемость и сохранность растений.

Научно-практическая новизна диссертации подтверждается 21 авторскими свидетельствами и патентами.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов подтверждается большим объемом экспериментальных материалов, собранных за более чем 30 лет с использованием научно-обоснованных методик и применением современных математических методов обработки экспериментального материала, а также оценкой полученных результатов опытно-производственной проверки разработанных методических указаний, рекомендаций, наставлений, технических условий.

Личный вклад соискателя. Личный вклад соискателя заключается в разработке проблемы, направленной на повышение результативности лесокультурного производства. Соискателем разработана программа и методика лабораторных и полевых работ, проведен подбор и закладка опытных объектов, сбор, обработка и анализ полученных данных, интерпретация и обобщение результатов исследований, сформулированы научные положения и выводы. Разработка и внедрение технических условий, технологических регламентов, практических рекомендаций и методических указаний выполнены автором при участии сотрудников сектора.

Работа выполнена автором с 1983 по 2016 гг. в лаборатории лесных культур и питомников БелНИИЛХ (04.07.1983 г. – 01.06.1990 г.), при прохождении докторантуры в МЛТИ (01.12.1990 г. – 31.12.1993 г.) и в лаборатории лесной селекции и семеноводства Института леса НАН Беларуси. Соискателем, который являлся научным руководителем и ответственным исполнителем НИР, научно обосновано применение композиционных материалов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной и создании лесных культур.

На защиту выносятся следующие основные положения.

1. Научно-обоснованный комплекс мероприятий применения композиционных материалов, направленных на повышение эффективности выращивания сеянцев сосны обыкновенной, начиная от предпосевной обработки семян и

улучшения плодородия почв лесных питомников до создания лесных культур, в т.ч. и на землях, загрязненных радионуклидами.

2. Ресурсосберегающие технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной на основе оптимизации почвенно-экологических факторов, позволяющие снизить норму высева семян на 20%.

3. Исследования получения и применения композиционных материалов для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения, способствующие улучшению влагоудерживающей способности и обеспечивающие повышение приживаемости растений.

4. Ресурсосберегающие приемы применения удобрений пролонгированного действия, способствующие уменьшению дозы их внесения на 30% за счет снижения непродуктивных потерь азота в газообразной форме и в результате вымывания с инфильтрационными водами за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

5. Оценка лесоводственно-экономической эффективности выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур с использованием композиционных материалов.

Практическая значимость работы. Разработан новый органоминеральный компост «Агрополикор», внесение которого в почвы лесных питомников способствует повышению содержания гумуса и подвижных элементов питания в 1,2-4,4 раза на протяжении 3-х лет. В результате этого биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной увеличиваются на 15-25%, а выход стандартного посадочного материала – на 12-30%. Установлены сроки компостирования коровых компостов с органоминеральными добавками (10-19 месяцев). Разработаны «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» и технические условия на «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников».

Разработанные КМ для получения удобрений пролонгированного действия способствуют уменьшению непродуктивных потерь элементов питания в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы на 15,2-30,1%, что позволяет увеличить коэффициент использования удобрений на 10-11%. КМ повышают прочность гранул азотных удобрений в 1,5-2,5 раза. Использование удобрения пролонгированного действия снижает на 30% дозу внесения азотных удобрений в сосновых насаждениях.

Разработанный композиционный материал «Корпансил» для обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной производится на Корневской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси с 2004 г. по настоящее время и за этот период наработано 250395 л., а лесные культуры созданы на площади 164950 га. КМ «Корпансил» для обработки корневых систем растений повышает приживаемость лесных культур на 20% и продлевает период посадки леса на 25 дней.

Внедрение результатов исследований. В лесохозяйственных предприятиях отрасли внедряются разработанные «Рекомендации по технологии обработки корневых систем посадочного материала от иссушения», «Методические

указания по способам и срокам посева семян в питомнике» (внесены в реестр нормативных документов 30.05.2007 г. за № 000075), технические условия «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений» (ТУ РБ 00969712.02-2000. – внесены в реестр государственной регистрации 19.08.2010 г. за № 010484/02), «Рекомендации по выращиванию посадочного материала хвойных пород с использованием композиционных полимерных составов» (внесены в реестр нормативных документов 17.04.2010 г. за № 000170), «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок» (внесены в реестр технических нормативных правовых актов 14.10.2010 г. за № 000184), технические условия «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников» (ТУ ВУ 400070994.008–2010. – внесены в реестр государственной регистрации 14.12.2010 г. за № 030745), «Наставление по применению минеральных удобрений на лесохозяйственных объектах», которые рассмотрены и утверждены МЛХ РБ и Ученым Советом Института леса НАН Беларуси.

Объект и предмет исследования. Объектом исследований являются семена сосны обыкновенной, сеянцы, лесные культуры, удобрения, композиционные материалы. Предметом исследований являются технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 77 работ, среди которых 3 монографии (44,21 п. л.), 16 статей в рецензируемых журналах и 21 патент и изобретение, которые включены в Перечень ВАК РФ, 17 статей в сборниках научных трудов и материалов конференций, 8 научно-методических пособий, 7 рекомендаций, наставлений и технических условий, 5 информационных изданий.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 331 странице; состоит из введения, восьми глав, заключения, списка литературы из 322 наименований и 22 приложений; проиллюстрирована 111 таблицами и 38 рисунками.

Апробация работы. Материалы исследований докладывались на 37 международных, всесоюзных и региональных конференциях, совещаниях и семинарах: научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Белорусского технологического университета (Беларусь, Минск 1984-1990, 1996, 1998-2002, 2005, 2010, 2014, 2015); Всесоюзных совещаниях и конференциях по выращиванию посадочного материала, созданию лесных культур и применению минеральных удобрений (Беларусь, Гомель, 1984, 1989, 2009-2011, 2015; Россия, Архангельск, 1986, 1991; Литва, Каунас-Гирионис, 1988, 1989; Беларусь, Минск, 1990, 2014; Россия, Пушкино, 1987, 1990, 1991; Украина, Ивано-Франковск, 1988; Беларусь, Брест, 2004, 2008, 2012; Казахстан, Семей, 2012, 2014; Беларусь, Мозырь, 2012; Казахстан, Щучинск, 2012, 2013; Россия, Брянск, 2012; Казахстан, Астана, 2014; Россия, Москва, 2014; Казахстан, Астана, 2015; Монголия, Улан-Батор, 2015).

Результаты научных исследований соискателя и внедрение их в производство неоднократно экспонировались на ВДНХ СССР, где отмечены Дипломом и тремя серебряными медалями ВДНХ СССР, на Международной выставке в г. Ческе-Будеевице – двумя медалями.

За разработку системы применения новых композиционных материалов при лесовосстановлении на землях с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения почвы после аварии на Чернобыльской АЭС соискатель удостоен звания «Лауреат премии Госкомизобретений СССР».

Связь работы с крупными научными программами, темами. Диссертационная работа выполнена в рамках 12 Государственных научных программ и отдельных научно-технических проектов и заданий, где автор являлся научным руководителем и ответственным исполнителем: «Разработать региональные системы применения удобрений для питомников, в том числе с использованием цеолитов, лесных культур и насаждений разного состава и назначения, повышающих общую продуктивность и устойчивость лесных фитоценозов с учетом охраны окружающей среды» 1996-1990 гг., № ГР 0187009412; «Исследовать закономерности роста и развития посадочного материала при оптимизации почвенно-экологических условий, обеспечивающих повышение приживаемости лесных культур», 2001-2005 гг., № ГР 20015024; «Разработать и внедрить ресурсосберегающую агротехнологию посева семян хвойных пород для выращивания стандартного посадочного материала», 2003-2005 гг., № ГР 2003368; «Разработать и внедрить систему мер по повышению плодородия и оптимизации почвенно-экологических условий при выращивании стандартного посадочного материала в лесных питомниках», 2006-2010 гг., № ГР 20065460; «Изменение физиологических и биометрических показателей посадочного материала хвойных пород и оптимизация выхода стандартных сеянцев в зависимости от почвенного плодородия», 2006-2010 гг., № ГР 20063088; «Разработать и исследовать эффективные технологии создания лесных культур на загрязненных радионуклидами землях с использованием полимерных материалов», 2009-2011 гг., № ГР 20091498; «Исследовать физико-химические свойства многокомпонентных полимеросодержащих систем и разработать модифицированные композиционные составы для защиты корневых систем растений от иссушения», 2014-2015 гг., № ГР 20142591 (№ Б14КАЗ-001); «Разработать новые композиционные полимерные составы для защиты корневых систем посадочного материала от иссушения и обосновать способы продления периода посадки леса, обеспечивающие повышение приживаемости растений и их устойчивость», 2014-2015 гг., № ГР 20142590 (№ Б14МН-008).

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

Анализ литературных данных и теоретические предпосылки использования композиционных материалов (КМ) дают основание эффективного их применения при лесовыращивании. Используемые КМ во многих странах имеют высокую стоимость и сложны в технологии их получения, а также не всегда хорошо растворимы в воде (гидрогели). В лесном хозяйстве Беларуси КМ могут быть использованы в лесных питомниках, при создании лесных культур и повышении продуктивности сосновых насаждений.

Перспективным способом предпосевной подготовки семян сосны обыкновенной к посеву является инкрустирование с использованием КМ. Инкрусти-

рование семян оптимальными КМ с целевыми добавками приводит к повышению их биологической активности, ускорению прорастания и к появлению дружных всходов.

Авария на Чернобыльской АЭС привела к загрязнению радионуклидами 46 тыс. км² территории Беларуси, в т. ч. 18 тыс. км² сельхозземель, что составило 22% всех сельхозугодий страны. Из них 264 тыс. га были исключены из сельхозпользования (Ковалевич, 2011; Ипатьев, 1994, 2002; Багинский, 2009; Поджаров, 1999; Якимов и др., 2007). В Беларуси созданием лесных культур на загрязненных радионуклидами землях занимались Волович, Кнышевский и др., 1999; Якушев и др., 1990; Поджаров, Волович, 1999; Праходский, Соколовский и др., 2002, в России – Марадудин, Русина и др., 1990; Тарасенко, Маркина и др., 2011, в Украине – Ландин, Краснов и др., 2011; Зибцева, 2011.

Одной из главных причин низкой эффективности лесного питомнического хозяйства является недостаточное обеспечение почв элементами минерального питания и нерациональное использование дорогостоящих семян (Маркина, Милешина, Шошин, 2006, 2007; Якимов, Поплавская, 1996; Проказин, Атрощенко и др., 1990; Редько, Огиевский и др., 1983).

Повысить эффективность выращивания сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках можно путем оптимизации почвенно-экологических условий за счет внесения органических и минеральных удобрений пролонгированного действия.

В процессе хранения и транспортировки посадочного материала растения могут быть значительно ослаблены из-за подсыхания корневой системы (Родин, 1989; Суворов, Климов и др., 1988). Обработка корневой системы сеянцев сосны обыкновенной пленкообразующим КМ предохраняет их от иссушения при хранении и транспортировке, значительно уменьшает повреждаемость корневых систем при механизированной посадке, а также защищает растения от неблагоприятных почвенно-экологических факторов (Корецкая, Копытков, 2007). В то же время КМ до сих пор не применялись при хранении посадочного материала для продления периода посадки леса. Повышение эффективности лесокультурного производства при использовании КМ происходит за счет более интенсивного и рационального поглощения растением воды и элементов питания.

1.1 Анализ результатов применения различных удобрений при лесовыращивании. Минеральные удобрения в лесном хозяйстве способствуют повышению продуктивности лесных насаждений, однако следует разработать удобрения пролонгированного действия, которые будут снижать непродуктивные потери азота и других элементов питания в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

Использование минеральных удобрений при лесовыращивании изучали многие ученые (Победов, 1978, 1981; Шумаков, 1975, 1980; Мелехов, 1972; Рябуха, 1975; Булавик, 1984; Усеня, 1992; Сляднев, 1970, 1981; Степаненко, 2010; Коновалов и др., 2012).

Применение медленнодействующих удобрений в лесном хозяйстве способствует увеличению биометрических показателей посадочного материала в

питомниках, повышению приживаемости лесных культур и продуктивности лесных насаждений. Величина непродуктивных потерь элементов питания зависит от формы и дозы вносимых удобрений, а также от гидротермических показателей (Шумаков, Воронкова, 1980; Рябуха, 1980; Победов, 1981; Пастернак, Смольянинов, 1974; Малюга, 2006).

Обзор литературных данных свидетельствует о недостаточном изучении вопросов получения и применения удобрений пролонгированного действия.

1.2 Научно-теоретические основы использования композиционных материалов при лесовыращивании. В процессе хранения семена сосны обыкновенной находятся в состоянии глубокого покоя и без специальной предпосевной подготовки не прорастают. Во время покоя зародыш семени очень мало потребляет запасные питательные вещества. Чтобы семена проросли, необходимо воздействовать на них факторами внешней среды. По мнению Николаевой и др., 2002, «причиной покоя семян является низкий уровень активности ферментов, который устраняется под воздействием внешних специфических факторов».

Для прорастания семян сосны обыкновенной необходимо воздействовать на них физическими или химическими факторами. При воздействии физических факторов семена выходят из равновесного состояния и происходят изменения энергетического уровня всей биологической системы семени. Последующее намачивание семян сосны обыкновенной в водном растворе композиционного материала с микроэлементами и стимуляторами роста при температуре 18-20 °С активизирует в зародыше гидролитические ферменты и ферменты аминокислотного обмена. Происходит интенсивная диффузия питательных веществ из семядоли к растущим частям зародыша.

В зависимости от почвенного плодородия лесных питомников и влажности верхнего гумусоаккумулятивного слоя почвы зависит грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной и выход стандартных сеянцев с единицы площади. Использование коровых компостов способствует оптимизации водно-воздушного режима почв лесных питомников и увеличению содержания гумуса, подвижных элементов питания в почве в течение трех лет и стимулирует процесс образования различных форм микориз на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной.

Разработанные композиционные материалы для получения удобрений пролонгированного действия способствуют улучшению физико-химических свойств гранул удобрений, а также снижают непродуктивные потери азота в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы. За счет повышения коэффициента использования удобрений снижается на 30% доза внесения удобрений пролонгированного действия в сосновых насаждениях.

При разработке КМ важным этапом исследований является выбор оптимальных концентраций водорастворимых полимеров и целевых добавок для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения, которые оказывают влияние на условную вязкость раствора. Композиционный материал на поверхности корневых систем сеянцев сосны обыкновенной способен адсор-

бировать почвенную влагу и увеличиться в объеме в 8-10 раз, что обеспечивает высокую приживаемость растений на лесокультурной площади.

На основании вышеизложенного представляется научно-обоснованным и перспективным для эффективного лесовыращивания использование композиционных материалов, как при создании удобрений пролонгированного действия, так и при выращивании сеянцев сосны обыкновенной и создании лесных культур.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

2.1 Методика исследований и характеристика объектов. Методологической основой исследований по разработке КМ явился системный подход и изучение факторов и особенностей их влияния на семена, сеянцы, лесные культуры, насаждения и удобрения. В процессе исследований использовались следующие основные методы: описательный, сравнительный, экспериментальный, математико-статистический. Исследования проводили в лабораторных и полевых условиях. В лабораторных условиях разрабатывались КМ для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной, внекорневой обработки сеянцев, защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения, получения удобрений пролонгированного действия.

Изучение физико-химических свойств КМ осуществляли на аттестованном оборудовании в ИММС НАН Беларуси им. В.А. Белого. КМ получали с требуемыми характеристиками и создавали композиции с определенными физико-химическими свойствами, комбинируя объемное содержание компонентов в зависимости от назначения.

Исследования по получению коровых компостов проводили в лабораторных и полевых условиях. В лабораторных условиях изучали динамику разложения коровых компостов. Коровые компосты исследовали в динамике в течение 7 месяцев при температуре 20 °С и 45 °С и изучали следующие показатели: влажность, рН, зольность, содержание общего и аммиачного азота, содержание фосфора и калия, соотношение С:N в коровых компостах по общепринятым методикам. Отношение углерода к азоту (С:N) характеризует качество коровых компостов, которое определяли в соответствии с ОСТ 56-56-83 (1983).

Изучение степени готовности коровых компостов проводили в полевых условиях Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси в течение 19 месяцев. Получили 54 т компостов для изучения их влияния на выход сеянцев сосны обыкновенной. В производственных условиях Кобринского опытного лесхоза буртовым способом получены коровые компосты в количестве 1200 тонн.

Исследования по изучению влияния технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной на выход стандартных сеянцев осуществляли в 42 лесных питомниках Министерства лесного хозяйства Беларуси и двух экспериментальных лесных базах Института леса НАН Беларуси.

Исследования по установлению оптимальной нормы высева семян сосны обыкновенной проводили с учетом содержания гумуса в почве и обеспеченности их элементами питания.

Изучение процесса образования микоризы на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной по вариантам опыта проводили по общепринятым методикам: Селиванова, 1981; Веселкина, 2002, 2007; Еропкина, 1979. Изучение микоризообразования на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной проводилось путем подсчета количества микоризных корней (проводящих) и количества немикоризных корней (сосущих).

Изучение характеристики корневых систем сеянцев сосны обыкновенной проводили путем подсчета на одном растении: корней I, II и III порядков, общего числа корней на 1 растении; длины корней I, II и III порядков, суммарной длины боковых корней. Плотность микориз рассчитывали по Селиванову, 1981.

Комплексным показателем эффективности применения удобрений пролонгированного действия в сосновых насаждениях является дополнительный текущий прирост древесины. Дополнительный текущий прирост древесины при внесении минеральных удобрений в сосновые насаждения разного возраста определяли по разработанной методике Булавика, 1977.

Изучение влияния форм, доз и сроков внесения азотных удобрений на изменение азотного режима лесных почв сосновых насаждений осуществлялось путем взятия почвенных образцов на химический анализ по горизонтам 0-10 см, 10-20 см, 30-50 см, 60-80 см, 80-100 см. В основу расчета запаса аммиачного и нитратного азота в 100-см слое почвы положены объемная масса и содержание $N-NH_4$ и $N-NO_3$ (в мг/100 г почвы).

Газообразные потери азота в форме аммиака изучались на опытных делянках размером 4×5 м (20 м^2) в приспевающем сосновом насаждении и молодых сосновых культурах. Улавливание аммиака проводили по методу Б. Н. Макарова (1976) с некоторой модификацией. Вместо широкогорлых колб емкостью 1 л использовали 2-литровые банки с диаметром горловины 70 мм. Сверху на дно банок при установке их на субстрат помещали груз в виде металлических пластин массой 500 г. Груз обеспечивал банкам хорошую устойчивость на поверхности живого напочвенного покрова (Победов, Лебедев, Копытков, 1986). Концентрацию аммиака определяли на ФЭКе-60. Экспозицию улавливания аммиака увеличили с 2 до 4 часов в сутки. Среднесуточные потери аммиака получали путем умножения дневных его количеств г/га в час на 18 час.

Изучение вымывания азота и элементов питания с инфильтрационными водами проводилось с помощью лизиметров при осеннем и весеннем сроках внесения удобрений в сосновые насаждения. В фильтрате определяли рН-электрометрически, нитратный азот на универсальном иономере ЭВ-74, аммонийный азот фотоколориметрически с реактивом Несслера, нитритный – с реактивом Грисса, калий на пламенном фотометре, кальций и магний – объемным трилонометрическим методом.

Создание лесных культур различными способами с использованием КМ с целевыми добавками осуществляли в Ветковском и Чечерском спецлесхозах Гомельского ГПЛХО. Постоянные пробные площади размером 30×50 м закладывали на сельскохозяйственных землях с различной плотностью загрязнения почвы цезием-137.

2.2 Объем выполненных работ. Изучено влияние технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной в 44 лесных питомниках Беларуси. Для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной, защиты корневых систем сеянцев от иссушения, получения удобрений пролонгированного действия наработано 320 опытных образцов КМ.

В постоянном лесном питомнике Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси получено 54 т коровых компостов. Для выращивания посадочного материала с использованием компоста заложено 86 пробных площадей. В производственных условиях Кобринского опытного лесхоза буртовым способом наработано 1200 т коровых компостов и заложено 146 пробных площадей. В Мозырском, Кобринском и Глубокском опытных лесхозах заложено 117 пробных площадей для выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта.

Для определения агрохимических свойств почв в сосновых насаждениях взято 300 смешанных образцов. Всего выполнено 8000 химических анализов почвы. Смонтированы 32 лизиметрические установки. За период исследований из лизиметрических установок произведено 68 откачиваний инфильтрационных вод. Для изучения химического состава инфильтрационных вод проведено 5000 анализов. При изучении газообразных потерь азота из минеральных удобрений отобрано 800 образцов для определения потерь азота в форме аммиака из почвы, проведены наблюдения за температурой и влажностью лесной подстилки и почвы. Для изучения влияния удобрений пролонгированного действия на радиальный прирост древесины сосновых насаждений приростным буравом взято 1050 образцов древесины.

Для внесения удобрений пролонгированного действия в сосновые насаждения наработано 5,3 т туков, которые внесены на 54 постоянные пробные площади. Для определения агрохимических показателей почвы проведено 480 анализов. Для изучения динамики изменения азота в почве отобрано по вариантам опыта 1134 смешанных образца и сделано 3402 агрохимических анализа.

При создании лесных культур на загрязненных радионуклидами землях аэросевом, ручной и механизированной посадкой заложено 118 постоянных пробных площадей. Аэросев произведен на площади 1820 га. Для осуществления аэросева использовано 2730 кг семян сосны обыкновенной.

Разработанный КМ «Корпансил» использовали при создании лесных культур в 92 лесхозах на площади 164950 га. Нарботано 250395 л концентрированного КМ «Корпансил».

3. ИЗУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

3.1 Исследования получения компостов из органоминеральных компонентов в лабораторных и производственных условиях. Одной из главных причин низкой эффективности лесного питомнического хозяйства является недостаточное обеспечение почв элементами питания, и прежде всего гумусом. Для повышения содержания гумуса в почве важную роль играют органические удобрения. Исследования, проведенные в лабораторных условиях через один

месяц, показали, что максимальные показатели содержания аммиачного азота содержатся в компостах на основе хвойной и лиственной коры с органоминеральными добавками, термостатированных при 20 °С и 45 °С (рисунок 1).

При дальнейшем исследовании компостных смесей при 20 °С содержание аммиачного азота постепенно снижалось во всех вариантах опыта и через 7 месяцев этот показатель уменьшился в 3-18 раз. Только в варианте хвойная кора+яблочные отжимы+куриный помет (1:1:1) отмечено увеличение содержания аммиачного азота в 2 раза. Исследования позволили установить готовность коровых компостов в лабораторных условиях при температуре 20 °С и 45 °С.

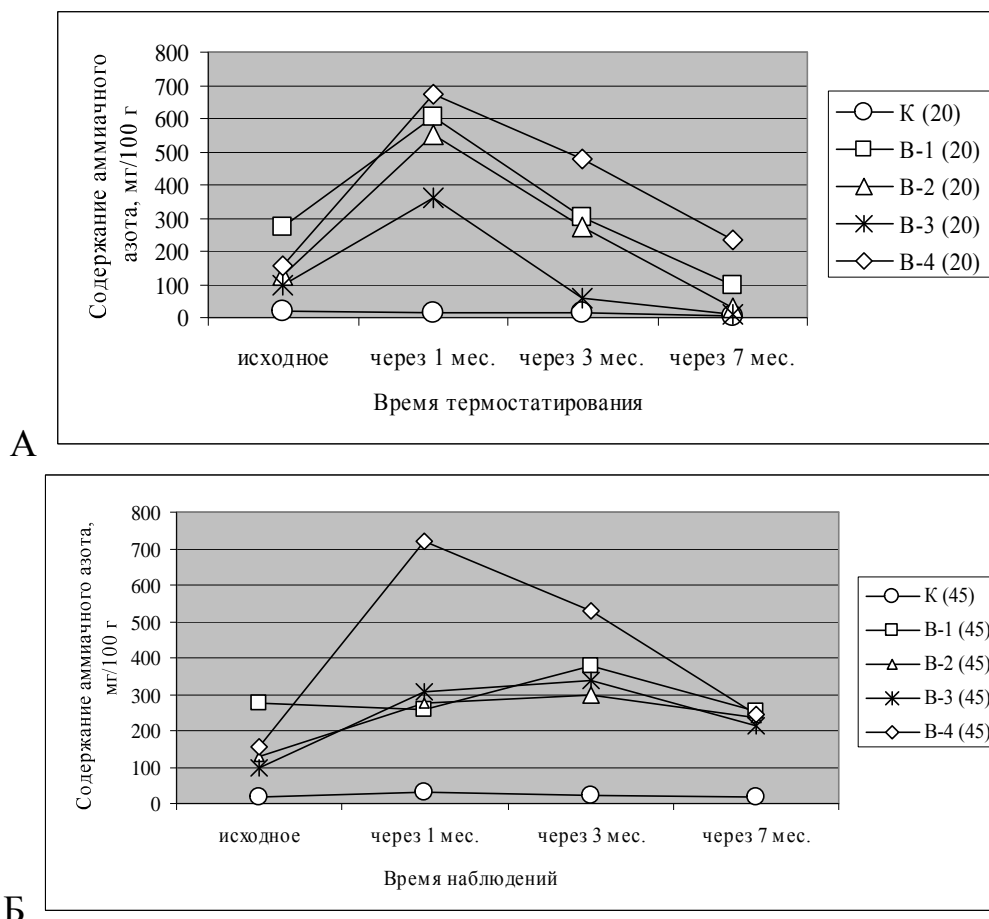


Рисунок 1 – Динамика содержания аммиачного азота в компостах на основе хвойной коры, термостатируемых при двух температурах (А – 20 °С; Б – 45 °С)

При температуре 20 °С только при использовании хвойной и лиственной коры коровые компосты не готовы к использованию. На всех других вариантах опыта с использованием целевых добавок в виде минеральных удобрений, куриного помета, торфа и яблочных отжимов показатель готовности коровых компостов находится в пределах от 24,2 до 30,4 единиц. Это указывает на готовность коровых компостов для использования при выращивании сеянцев хвойных пород. Исследования готовности коровых компостов в полевых условиях позволили установить, что величина соотношения С:N в коровых компостах с органоминеральными добавками после 19 месяцев компостирования по вариантам опыта колеблется в пределах от 19,5 до 68,2 единиц (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика готовности коровых компостов по вариантам опыта

| Состав компостов | № суб-страта | Показатель соотношения C:N, месяц | | | |
|--|--------------|-----------------------------------|------|------|------|
| | | 7 | 10 | 15 | 19 |
| Хвойная кора | 1 | 80,4 | 79,6 | 71,3 | 68,2 |
| Хвойная кора с минеральными удобрениями | 2 | 79,4 | 75,1 | 70,6 | 66,9 |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 3 | 63,2 | 51,7 | 43,5 | 35,6 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 4 | 59,4 | 53,6 | 45,6 | 38,3 |
| Хвойная кора + хвойные опилки + куриный помет (1:1:1) | 5 | 60,2 | 50,4 | 36,5 | 30,1 |
| Хвойная кора + яблочные отжимы + куриный помет (1:1:1) | 6 | 57,4 | 40,3 | 25,7 | 19,5 |
| Лиственная кора | 7 | 59,3 | 47,2 | 33,7 | 27,9 |
| Лиственная кора + яблочные отжимы (4:1) | 8 | 61,2 | 49,5 | 37,6 | 28,7 |
| Хвойные опилки + торф + куриный помет (1:1:1) | 9 | 60,3 | 40,2 | 38,3 | 28,9 |
| Хвойные опилки + лиственный опад + куриный помет (4:1:0,5) | 10 | 61,4 | 40,8 | 36,4 | 30,6 |
| Хвойные опилки + яблочные отжимы + куриный помет + лиственная земля (1:1:1:0,5) | 11 | 59,7 | 41,6 | 34,2 | 29,4 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет + полимерный структурообразователь (4:1:1:0,5) | 12 | 56,8 | 37,7 | 31,6 | 27,0 |

В компостах №1 и №2, основу которых составляла хвойная кора без органических добавок, этот показатель превышал оптимальный (40 единиц) более чем в 1,5 раза и составил 66,9-68,2 единиц. Следовательно, можно сказать, что данные компосты в течение 19 месяцев по своим химическим свойствам не готовы для применения в качестве органического удобрения и требуют более длительного периода компостирования. Использование в качестве целевых добавок торфа переходного и полимерного структурообразователя способствовало получению готовых к применению коровых компостов в течение 10 месяцев (вариант № 12). На вариантах опыта № 5-№11 компосты готовы через 15 месяцев, а на вариантах №3 и №4 – через 19 месяцев.

В результате проведенных исследований был разработан коровый компост «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия лесных питомников. Техническая характеристика корового компоста «Агрополикор» следующая: внешний вид – рассыпчатая масса темно-коричневого цвета с характерным почвенным запахом; влажность – 65-70%; массовая доля общего азота – 1,5-2,0%; массовая доля P_2O_5 – 1,5%; объемная масса – 0,15-0,20 г/см³ на абс. сухую массу; величина соотношения углерода к азоту – 27; состав не ядовит, экологически безопасен, не взрывоопасен.

На основании результатов исследований были разработаны: технические условия ТУ ВУ 400070994.008–2010 «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников» и «Рекомендации по выращиванию мико-

ризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок».

3.2 Изучение влияния коровых компостов на плодородие почв лесных питомников и динамику морфометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной. Изучение влияния разработанных коровых компостов на динамику содержания элементов питания в почве проводили в течение 3-х лет. Содержание гумуса на вариантах опыта с внесением компостов на основе хвойной и лиственной коры с органоминеральными добавками в виде куриного помета, хвойных опилок и яблочных отжимов превышало этот показатель на контроле в 1,4-1,8 раза. Наибольшее содержание гумуса в почве по сравнению с контролем (1,67%) отмечено на участках после внесения компоста на основе хвойной коры в смеси с торфом и куриным пометом при соотношении компонентов 4:1:1 – 3,05%. Содержание легкогидролизуемого азота на третий год после внесения различных вариантов компостов варьировало от 5,12 до 13,05 мг на 100 г почвы. Показатели содержания гумуса, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора на вариантах опыта даже на третий год после внесения коровых компостов с целевыми добавками практически по всем вариантам опыта превышали эти показатели почвы на контроле. На вариантах опыта после внесения хвойной и лиственной коры без органических добавок эти показатели были минимальными.

Выявлена тесная корреляционная зависимость между степенью микоризности корней однолетних сеянцев сосны и высотой побега и длиной главного корня (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции параметров вегетативного роста однолетних сеянцев сосны обыкновенной со степенью микоризности корней, балл ($p < 0,05$)

| Высота стволика, см | Диаметр корневой шейки, мм | Длина главного корня, см | Кол-во боковых корней, шт. | Ширина корневой системы, см |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Корневская ЭЛБ ИЛ НАНБ | | | | |
| 0,70* | – | 0,76* | 0,62 | 0,00 |
| Мозырский опытный лесхоз | | | | |
| 0,37* | 0,54* | 0,33 | 0,74* | 0,65 |
| Калинковичский лесхоз | | | | |
| 0,57* | 0,43* | 0,19 | 0,67* | 0,73 |

Примечание. «–» - показатель не определялся; * - коэффициент корреляции достоверен.

Степень микоризности корней однолетних сеянцев сосны обыкновенной Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси достоверно коррелирует с такими параметрами как высота побега и длина главного корня. Анализ однолетних сеянцев сосны обыкновенной Мозырского и Калинковичского лесхозов выявил корреляционную связь между степенью микоризности корней и высотой побегов, длиной главного корня и количеством боковых корней.

Прослежена динамика формирования корневых систем у сеянцев сосны обыкновенной в течение двух лет (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика развития корневых систем сеянцев сосны обыкновенной по вариантам опыта, шт.

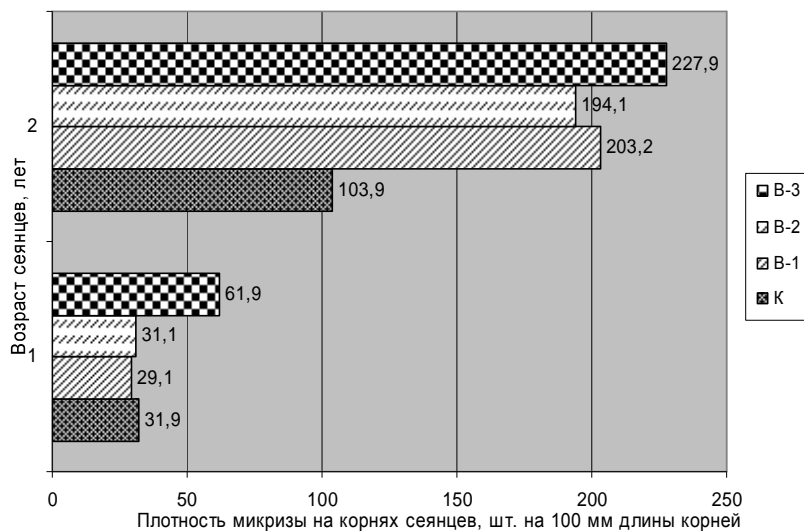
| Вариант внесенного компоста | Число корней I порядка, шт. | | Число корней II порядка, шт. | | Число корней III порядка, шт. | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|
| | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ | $\frac{M_1}{M_2}$ | $\frac{П_1}{П_2}$ |
| Контроль | $\frac{21,6 \pm 2,56}{17,6 \pm 3,37}$ | | $\frac{40,3 \pm 10,00}{109,4 \pm 18,55}$ | | $\frac{0,0}{17,2 \pm 4,58}$ | |
| Хвойная кора + торф + куриный помет(4:1:1) | $\frac{26,1 \pm 1,60}{37,8 \pm 2,25}$ | $\frac{120,8}{214,8}$ | $\frac{122,2 \pm 16,08}{106,2 \pm 23,85}$ | $\frac{303,2}{97,1}$ | $\frac{15,5 \pm 5,72}{12,0 \pm 2,74}$ | $\frac{0,0}{69,8}$ |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | $\frac{23,3 \pm 1,28}{18,9 \pm 2,47}$ | $\frac{107,9}{107,4}$ | $\frac{75,6 \pm 11,36}{114,0 \pm 17,05}$ | $\frac{187,6}{109,6}$ | $\frac{9,7 \pm 2,89}{9,0 \pm 2,09}$ | $\frac{0,0}{52,3}$ |
| «Агрополикор» | $\frac{22,8 \pm 3,01}{35,8 \pm 3,81}$ | $\frac{105,6}{203,4}$ | $\frac{54,2 \pm 13,83}{97,7 \pm 12,24}$ | $\frac{134,5}{89,3}$ | $\frac{23,6 \pm 5,26}{36,6 \pm 8,39}$ | $\frac{0,0}{212,8}$ |

Примечание. M_1 и M_2 – средние показатели одно- и двухлетних сеянцев; $П_1$ и $П_2$ – процент отношения к контролю средних показателей одно- и двухлетних сеянцев.

На вариантах опыта с внесением коровых компостов, сеянцы сосны обыкновенной имели более развитую корневую систему, которая характеризовалась увеличением числа корней I, II и III порядков на 25-30%, а их суммарная длина превышала – в 1,3-1,5 раза контрольный вариант опыта. Наибольшие показатели развития корней III порядка отмечены у растений на варианте опыта после внесения корового компоста «Агрополикор» в течение двух вегетационных периодов. На других вариантах опыта число корней III порядка в 1,5-2,0 раза меньше.

Анализ взаимосвязи параметров роста и развития сеянцев сосны обыкновенной на второй год вегетации с показателем интенсивности микоризообразования на корневых системах выявил, что плотность расположения микориз при внесении коровых компостов практически в 2 раза превышала этот показатель на контроле. Прослеживалась закономерность: чем выше показатель плотности микориз, тем выше биометрические параметры сеянцев сосны обыкновенной.

На рисунке 2 показана зависимость плотности микоризы на корневых системах однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной от внесения различных коровых компостов. Исследования плотности микориз на корневых системах однолетних сеянцев сосны обыкновенной показали, что при внесении корового компоста «Агрополикор» данный показатель превышает контроль в 1,9 раза. Анализ корневых систем двухлетних сеянцев сосны обыкновенной позволяет установить наибольшую плотность микоризы при внесении корового компоста «Агрополикор» (227,9 шт.). На данном варианте опыта плотность микоризы превышает контрольный вариант опыта в 2,2 раза.



Примечание. К – контроль (без внесения компостов); В-1 – внесение компостов на основе хвойной коры, торфа и куриного помета (4:1:1); В-2 – внесение компостов на основе хвойной коры и куриного помета (4:1); В-3 – внесение «Агрополикора»

Рисунок 2 – Зависимость плотности микоризы на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной от их возраста и вида внесенного корового компоста

Изучены показатели различных форм микориз на корневых системах однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной. У однолетних сеянцев на контрольном варианте опыта 98,2% микоризы были представлены простой булабовидной формой и незначительное количество (1,8%) вильчатой формой. Внесение коровых компостов способствует изменению соотношения формы микориз и увеличивает количество сложной коралловидной формы. При внесении корового компоста «Агрополикор» на корневых системах однолетних сеянцев сосны обыкновенной количество простой булабовидной формы микоризы составило 38%, вильчатой – 39% и сложной коралловидной – 23% (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели встречаемости форм микориз на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной

| Вариант внесенного компоста | Формы микориз на корнях сеянцев, % | | | | | |
|---|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| | булабовидная | | вильчатая | | коралловидная | |
| | однолет-ние | двухлет-ние | однолет-ние | двухлет-ние | однолет-ние | двухлет-ние |
| Контроль | 98,2±2,72 | 24,0±8,72 | 1,8±0,16 | 40,0±7,07 | не отмечено | 36,0±12,49 |
| Хвойная кора + торф + куриный помет (4:1:1) | 70,4±3,91 | 27,0±11,58 | 19,6±0,31 | 24,0±4,00 | 10,0±0,21 | 49,0±12,49 |
| Хвойная кора + куриный помет (4:1) | 81,5±2,15 | 21,0±6,40 | 13,5±0,27 | 35,0±8,66 | 5,0±0,35 | 44,0±15,03 |
| «Агрополикор» | 38,0±2,07 | 30,0±9,03 | 39,0±0,33 | 28,0±3,31 | 23,0±0,19 | 42,0±11,97 |

Исследования на корневых системах двухлетних сеянцев сосны обыкновенной на контрольном варианте опыта позволили установить наличие трех форм микориз: булавовидную (24%), вильчатую (40%) и коралловидную (36%). Внесение корового компоста «Агрополикор» способствовало увеличению на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной сложной коралловидной формы микоризы до 42%, булавовидной – до 30%.

Проведенные исследования позволили разработать рекомендации и технические условия на использование корового компоста «Агрополикор» при выращивании сеянцев сосны обыкновенной. Введение в коровый компост КМ способствует ускорению его разложения и сокращает время готовности на 5-9 месяцев.

Разработана новая технология получения корового компоста «Агрополикор» буртовым способом. Определены параметры буртового компостника с учетом потребности лесных питомников в органических удобрениях. Внесение «Агрополикора» в дозе 70 кг/га способствует увеличению биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной и выходу стандартных сеянцев.

4. РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1 Влияние сроков и способов посева семян сосны обыкновенной в лесных питомниках на рост сеянцев. Важным условием является разработка и усовершенствование технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной на основе применения новых КМ, включающие предпосевную подготовку семян, создание субстратного слоя на основе коровых компостов и выращивание сеянцев.

Биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной зависят от срока высева семян. Оптимальным сроком при весеннем посеве семян сосны обыкновенной является вторая-третья декада апреля и первая декада мая. Высота надземной части сеянцев сосны обыкновенной зависит от срока посева семян. При всех сроках осеннего посева семян сосны обыкновенной и при весеннем сроке посева во вторую и третью декаду мая высота надземной части сеянцев не достигает стандартных размеров (7,0 см). Высота надземной части сеянцев превышает нормативный показатель при посеве семян во вторую и третью декаду апреля, а также в первую декаду мая. Толщина стволика у корневой шейки при всех сроках посева семян сосны обыкновенной превышает нормативный показатель (1,5 мм) и для весеннего посева составляет 1,65-2,50 мм, а для осеннего – 2,00-2,19 мм.

Изучено влияние способов посева семян сосны обыкновенной на биометрические показатели сеянцев. Установлено, что при посеве семян сосны обыкновенной механизированным способом с использованием сеялки датской фирмы «Egedal» высота надземной части сеянцев составляет 8,0 см, толщина стволика у корневой шейки 2,03 мм и выход стандартных сеянцев 2,9 млн. шт./га. При ручном посеве семян сосны обыкновенной и с использованием сеялки СО-1 толщина стволика у корневой шейки составляет 2,0-2,04 мм. Высота над-

земной части сеянцев при посеве семян сосны обыкновенной сеялкой СО-1 составила 5,4 см, выход сеянцев – 2,1 млн.шт./га. При ручном посеве семян высота надземной части сеянцев сосны обыкновенной составила 8,2 см, а выход – 3,1 млн.шт./га.

Математическая обработка полученных данных по высоте стволика позволила установить достоверное различие между механизированным и ручным способами посева семян. Однако различия по диаметру корневой шейки не достоверны между ручным посевом семян и механизированным.

Биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной зависят от содержания гумуса и элементов питания в почве. Наибольшая высота надземной части сеянцев сосны обыкновенной составила 10,3 см при содержании гумуса в почве 3,48%. С уменьшением содержания гумуса до 2,51%, 2,18% и 1,10% соответственно снижается показатель высоты надземной части сеянцев (9,23 см, 7,79 см, 4,75 см).

Математическая обработка полученных данных позволила установить фактическое значение критерия Стьюдента по влиянию содержания гумуса в почве и элементами питания на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной. Так как табличное значение распределения критерия Стьюдента $t_{0,05}=1,996$, то для вариантов опыта с содержанием гумуса 2,18 и 1,20% по диаметру корневой шейки различия не достоверны. Во всех остальных случаях по высоте надземной части сеянцев различия между вариантами опыта достоверны.

В результате проведенных исследований разработаны «Методические указания по способам и срокам посева семян в питомнике» и «Методические указания по определению посевных качеств семян и нормы их высева в питомнике».

4.2 Исследование и разработка композиционных материалов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и изучение их влияния на всхожесть и рост сеянцев. Для предпосевной подготовки семян сосны обыкновенной в лабораторных условиях разработан состав, содержащий стимулятор роста, полимерное связующее и воду. В качестве полимерного связующего использовали натрийкарбоксиметилцеллюлозу, а в качестве стимулятора роста растений эпин и экстракт торфа водный «Черный доктор». Оптимальный КМ для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной содержит натрийкарбоксиметилцеллюлозу – 5 мас.%, экстракт торфа «Черный доктор» – 14 мас.%, эпин – 4 мас.% и остальное вода.

Нами проведены исследования по влиянию двух полимеров на всхожесть семян сосны обыкновенной и выход стандартных сеянцев с единицы площади. В качестве полимерного связующего использовали мочевиноформальдегидную смолу (2,5 мас%), натрийкарбоксиметицеллюлозу (5 мас.%), а в качестве целевых добавок – эпин (4 мас.%) и экстракт торфа водный «Черный доктор» (14 мас.%). Установлено, что при использовании двух водорастворимых полимеров с целевыми добавками лабораторная всхожесть семян сосны обыкновенной составила 98,4%, а выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной 2,5 млн.шт./га.

При анализе литературных данных многие авторы отмечают наиболее эффективный комбинированный способ предпосевной подготовки семян (Родин, Попова, 2001; Проказин, Атрощенко, Авсиевич, 1990; Рыхлецкая, 1986). Ультрафиолетовое облучение семян с последующим намачиванием в 5%-ном водном растворе КМ оказалось эффективным способом предпосевной обработки семян сосны обыкновенной. Основное количество всходов на минеральной почве появилось на 20 день, а на субстрате – на 15 день после посева. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной КМ способствовала не только ускорению, но и повышению их всхожести как на минеральной почве, так и на субстрате. Использование субстрата и предпосевной обработки семян КМ способствовало повышению грунтовой всхожести семян сосны обыкновенной на 10-18%. Обработка семян ультрафиолетовым излучением стимулирует физиологическую активность зародыша и увеличивает энергию прорастания на 20-30%, а всхожесть на 15-25% (Копытков и др., 1997).

При выращивании сеянцев сосны обыкновенной большое значение имеют минеральные удобрения. Наилучшие результаты по росту надземной части сеянцев сосны обыкновенной получены при внесении удобрений пролонгированного действия $N_{60}P_{120}K_{60}$ -КМ. Сравнивая биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной данного варианта опыта с контролем, наблюдается увеличение высоты сеянцев более чем в 1,5 раза и диаметра корневой шейки более чем в 1,6 раза. Выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной зависит также от дозы внекорневой подкормки. При одинаковой суммарной дозе внесения минеральных удобрений в контрольном (базовом) варианте опыта выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной составил 2740 тыс. шт./га, а с полимерным связующим выход стандартных сеянцев увеличился на 15,0%. Этот факт можно объяснить тем, что элементы питания вместе с полимерной композицией значительно дольше располагаются на вегетативных органах сеянцев сосны обыкновенной и, соответственно, используются наиболее эффективно.

При уменьшении дозы внесения азота на 20% (8,8 г/м² по д.в.) выход стандартных сеянцев сосны обыкновенной снизился на 6,1%. Дальнейшее снижение дозы внесения азота на 40% и 50% также способствовало уменьшению выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной, соответственно, на 9,5% и 20,3%. Перспективным способом предпосевной обработки семян сосны обыкновенной является дражирование. По данным Парамонова и др. (2013) при дражировании семян хвойных пород грунтовая всхожесть должна приближаться к лабораторной. Нами проведены исследования по разработке технологии получения дражированных семян сосны обыкновенной с использованием КМ (патент № 15084 «Способ получения дражированных семян»). Разработан оптимальный КМ для получения дражированных семян сосны обыкновенной, состоящий из полимерного связующего NaKMЦ 5-20 мас.%, сапропеля 20-50 мас.%, мелкодисперсных опилок сосны с размером частиц 350-400 мкм – 40-60 мас.%, элементов питания до 1 мас.%. Установлены оптимальные физико-химические свойства опытных партий дражированных семян сосны обыкновенной: прочность при сжатии 15-17 Н и водопоглощение 46-47%. Проведены исследования по влиянию класса качества семян сосны обыкновенной как

обычных, так и дражированных на грунтовую всхожесть. Семена первого класса качества имели лабораторную всхожесть 99,0%, второго класса качества – 87,0%. При посеве обычных семян сосны обыкновенной грунтовая всхожесть соответственно классам качества составила: 58% и 40%. При внесении дражированных семян сосны обыкновенной различного класса качества грунтовая всхожесть соответственно составила: 57% и 34%. Использование обычных и дражированных семян сосны обыкновенной первого класса качества практически не оказало влияние на грунтовую всхожесть. Значительно меньшие показатели грунтовой всхожести семян получены на вариантах с внесением дражированных семян второго класса качества. Поэтому использовать семена сосны обыкновенной второго класса качества для дражирования с последующим их высевом в посевное отделение лесного питомника нецелесообразно.

Проведенные исследования по разработке КМ для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и изучение их влияния на рост и выход стандартных сеянцев в лесных питомниках позволили разработать «Методические указания по проведению предпосевной обработки семян» и «Рекомендации по повышению грунтовой всхожести семян с помощью ультрафиолетового излучения».

4.3 Исследования выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта с использованием композиционных материалов. Одним из основных агроприемов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта является подготовка субстратного слоя, предпосевная обработка семян, внекорневая обработка сеянцев КМ.

Проведены исследования в условиях закрытого грунта по влиянию содержания гумуса и элементов минерального питания в почве, а также предпосевной обработки семян сосны обыкновенной КМ на выход стандартных сеянцев и биометрические показатели (таблица 5).

Результаты исследований и полученные данные о влиянии различных способов предпосевной подготовки семян КМ на рост сеянцев сосны обыкновенной позволяют судить об эффективности используемых приемов. Высота стволика на вариантах опыта с предпосевной обработкой семян КМ увеличилась на 10-24% по сравнению с контролем.

Наибольшие биометрические параметры сеянцев сосны обыкновенной получены при содержании гумуса 5,2% в теплице Глубокского опытного лесхоза, а наименьшие – при содержании гумуса 3,1% на опытном объекте Корневкой ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси. Высота надземной части сеянцев сосны обыкновенной в Глубокском лесхозе превосходят сеянцы Осиповичского опытного лесхоза и Корневкой ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси в 1,4-1,7 раза, по диаметру корневой шейки – в 1,2-1,3 раза. Общая масса сеянцев сосны обыкновенной Глубокского опытного лесхоза превышает этот показатель у сеянцев на других объектах, в среднем, в 2,6-2,9 раза.

Таблица 5 – Биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной в теплице опытных объектов по вариантам опыта

| Варианты опыта | Биометрические показатели сеянцев | | Воздушно-сухая масса сеянца, г | | | Выход стандартных сеянцев, млн.шт./га |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|
| | высота надземной части, см | толщина стволика у корневой шейки, мм | надземная | корней | всего | |
| Глубокский опытный лесхоз | | | | | | |
| Контроль (без обработки) | 12,5±0,15 | 1,9±0,07 | 0,69±0,06 | 0,09±0,03 | 0,78±0,07 | 10,1 |
| Обработка семян КМ с целевыми добавками | 14,3±0,17 | 2,0±0,06 | 0,78±0,06 | 0,10±0,01 | 0,88±0,06 | 10,9 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 14,5±0,18 | 2,0±0,02 | 0,80±0,05 | 0,15±0,01 | 0,95±0,06 | 11,2 |
| Осиповичский опытный лесхоз | | | | | | |
| Контроль | 11,7±0,18 | 1,8±0,06 | 0,59±0,06 | 0,10±0,01 | 0,69±0,04 | 9,7 |
| Обработка семян КМ с целевыми добавками | 12,1±0,20 | 1,9±0,10 | 0,60±0,05 | 0,11±0,01 | 0,71±0,05 | 9,9 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 13,2±0,21 | 1,9±0,16 | 0,62±0,05 | 0,12±0,01 | 0,74±0,06 | 10,1 |
| Корневская экспериментальная лесная база | | | | | | |
| Контроль (без обработки) | 9,53±0,28 | 1,6±0,16 | 0,45±0,08 | 0,16±0,01 | 0,61±0,04 | 8,7 |
| Обработка семян КМ с целевыми добавками | 9,72±0,21 | 1,6±0,10 | 0,47±0,07 | 0,17±0,01 | 0,64±0,05 | 9,1 |
| Обработка семян КМ с микроэлементами | 10,5±0,16 | 1,6±0,06 | 0,50±0,05 | 0,18±0,01 | 0,68±0,06 | 9,3 |

Сеянцы сосны обыкновенной Глубокского опытного лесхоза характеризуются наибольшей суммарной длиной боковых корней (таблица 6). У сеянцев сосны обыкновенной Глубокского опытного лесхоза на корневых системах число микориз составляет 2,9 шт. Суммарная длина боковых корней у сеянцев сосны Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси и Осиповичского опытного лесхоза в 1,6 и 2,5 раза меньше по сравнению с Глубокским опытным лесхозом. Внекорневая обработка сеянцев сосны обыкновенной композиционным полимерным препаратом и внесение полимерного структурообразователя почвы способствует увеличению роста надземной части растений на 10-12% (таблица 7).

Таблица 6 – Характеристика корневых систем однолетних сеянцев сосны обыкновенной на опытных объектах

| Опытный объект | Показатели корневых систем сеянцев | | | | | |
|--------------------------------|---|------------|--------------------------|------------|--------------------------------|---|
| | число боковых корней, шт. на 1 растение | | длина боковых корней, см | | | Число микориз на 100 мм длины корней, шт. |
| | I порядка | II порядка | I порядка | II порядка | суммарная длина боковых корней | |
| Глубокский опытный лесхоз | 28,3±3,25 | 33,4±6,91 | 105,4±9,29 | 35,5±7,63 | 140,9±21,86 | 2,9±0,33 |
| Осиповичский опытный лесхоз | 17,8±2,01 | 12,7±4,13 | 60,3±5,14 | 28,5±3,51 | 88,8±6,71 | 2,5±0,82 |
| Корневская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси | 14,5±1,33 | 11,3±2,45 | 45,4±3,80 | 11,7±2,69 | 57,1±4,96 | 3,2±0,72 |

Таблица 7 – Влияние внекорневой обработки сеянцев сосны обыкновенной и внесения структурообразователя почвы на их биометрические показатели

| Варианты опыта | Биометрические показатели сеянцев | | Воздушно-сухая масса сеянцев, г | | | Выход стандартных сеянцев млн.шт./га |
|---|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| | высота стволика, см | диаметр корневой шейки, мм | надземная | корней | всего | |
| Контроль (без обработки) | $\frac{12,5 \pm 0,15}{100}$ | $\frac{1,9 \pm 0,07}{100}$ | $\frac{0,69 \pm 0,06}{100}$ | $\frac{0,09 \pm 0,03}{100}$ | $\frac{0,78 \pm 0,07}{100}$ | 10,1 |
| Внекорневая обработка КМ | $\frac{13,0 \pm 0,13}{104}$ | $\frac{2,0 \pm 0,04}{105}$ | $\frac{0,70 \pm 0,06}{101}$ | $\frac{0,10 \pm 0,02}{111}$ | $\frac{0,80 \pm 0,04}{103}$ | 10,6 |
| Внесение полимерно-структурообразователя почвы | $\frac{13,7 \pm 0,14}{110}$ | $\frac{2,1 \pm 0,06}{111}$ | $\frac{0,72 \pm 0,06}{104}$ | $\frac{0,22 \pm 0,01}{124}$ | $\frac{0,94 \pm 0,06}{121}$ | 10,8 |
| Внекорневая обработка КМ + внесение структурообразователя почвы | $\frac{15,5 \pm 0,14}{124}$ | $\frac{2,3 \pm 0,06}{121}$ | $\frac{0,85 \pm 0,06}{123}$ | $\frac{0,23 \pm 0,02}{144}$ | $\frac{1,08 \pm 0,04}{138}$ | 12,1 |

Примечание. Над чертой приведены данные в абсолютных величинах, под чертой – в % к контролю.

В результате проведенных исследований по заданию Министерства лесного хозяйства Беларуси разработаны «Рекомендации по агротехнологии выращивания посадочного материала древесных пород в условиях закрытого грунта», которые внесены в реестр технических нормативных и правовых актов от 05.11.2015 года за № 000292.

5. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

5.1 Разработка удобрений пролонгированного действия на основе композиционных материалов. Для получения азотных удобрений пролонгированного действия разработан КМ на основе водорастворимого полимера мочевиноформальдегидной смолы (МФС) 30 мас.%, бихромата калия 3 мас.%, окиси цинка 2 мас.%, нафтилуксусной кислоты 2 мас.%. КМ позволяет снизить скорость растворения удобрений в 1,9 раза и газообразные потери азота в 1,7 раза по сравнению с прототипом.

Для покрытия гранул азотно-фосфорно-калийных удобрений используют карбамидную смолу 30 мас.%, последрожжевую бражку 3 мас.%, молочнокислый кальций 0,7 мас.%, сернокислый магний 1,7 мас.%. Покрытие гранул КМ уменьшает газообразные потери азота в два раза и потери в результате вымывания в 1,8 раза по сравнению с прототипом.

При изучении физико-химических свойств обычной и капсулированной аммиачной селитры и мочевины нами были исследованы слеживаемость и прочность гранул (рисунки 4 и 5).

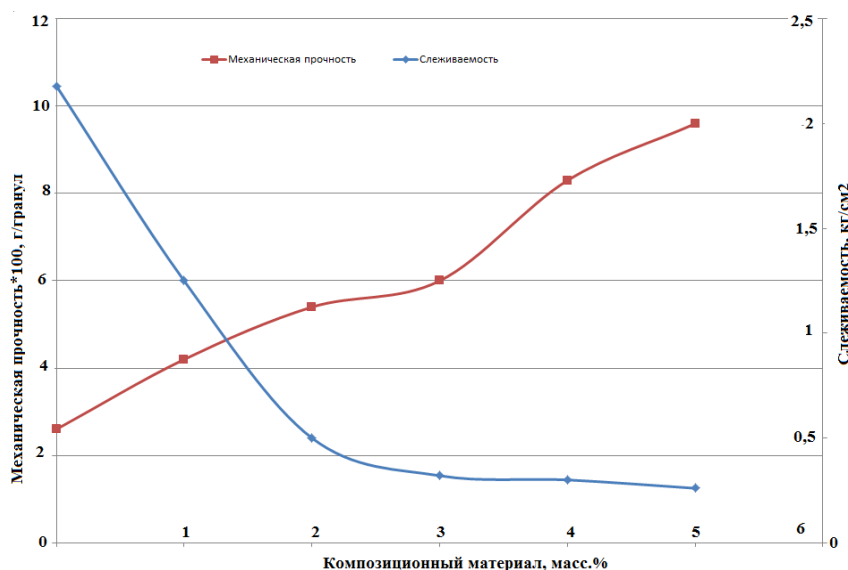


Рисунок 4 – Влияние массы композиционного материала на физико-химические свойства гранул мочевины

При исследовании прочности гранул аммиачной селитры на раздавливание установлено максимальное значение при 5% покрытии гранул, равное 1000 г/гранулу. С уменьшением массы полимерной пленки снижается прочность гранул удобрений. Самую низкую прочность, равную 380 г/гранулу, имеет контрольный вариант аммиачной селитры. Растворение гранул азотных удобрений также зависит от количества покрываемого вещества. Время растворения обычной аммиачной селитры составляет 18 с.

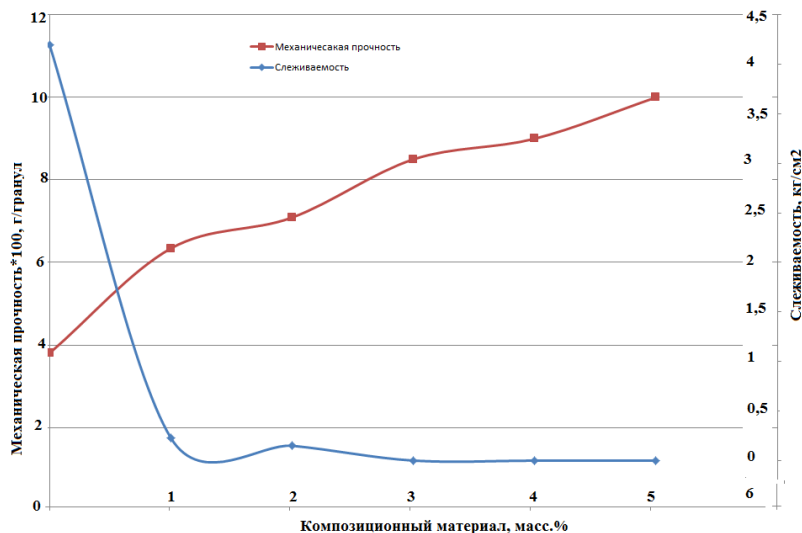


Рисунок 5 – Влияние массы композиционного материала на физико-химические свойства гранул аммиачной селитры

При покрытии гранул удобрений КМ в количестве 1 мас.%, время растворения увеличивается в 4 раза. По мере увеличения содержания полимерной пленки на гранулах удобрений уменьшается их слеживаемость. При достижении массы покрытия 3-5 мас.% слеживаемость составила 0. Поэтому нецелесообразно с экономической точки зрения превышать массу КМ более 5 мас.%.

5.2 Влияние минеральных удобрений пролонгированного действия на азотный режим почв и текущий прирост сосновых насаждений. Изучено содержание аммиачного азота в почве исследуемых сосновых насаждений на контрольных вариантах опыта без внесения удобрений. На контрольных вариантах опыта содержание аммиачного азота небольшое. В 70-летнем сосняке мшистом запас аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы находится в пределах 28,5-55,1 кг/га, в 25-летних культурах сосны – 20,0-40,1 кг/га.

При внесении азотных удобрений запас аммиачного азота в почве в течение вегетационного периода значительно изменяется. За период исследований максимальный запас этой формы азота наблюдался весной. К осени запас аммиачного азота уменьшается. Исключение составляет 25-летний сосняк мшистый, так как во второй вегетационный период исследований максимальный запас аммиачного азота приходился на июль месяц (40,1 кг/га), минимальный - на октябрь (20,0 кг/га) (рисунок 6).

К концу второго вегетационного периода запас аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы на вариантах с внесением удобрений пролонгированного действия находится почти на уровне контроля. Нижний полуметровый слой почвы (50-100 см) за период исследований на вариантах с внесением удобрений пролонгированного действия по запасу аммиачного азота практически не отличался от контроля (рисунок 7).

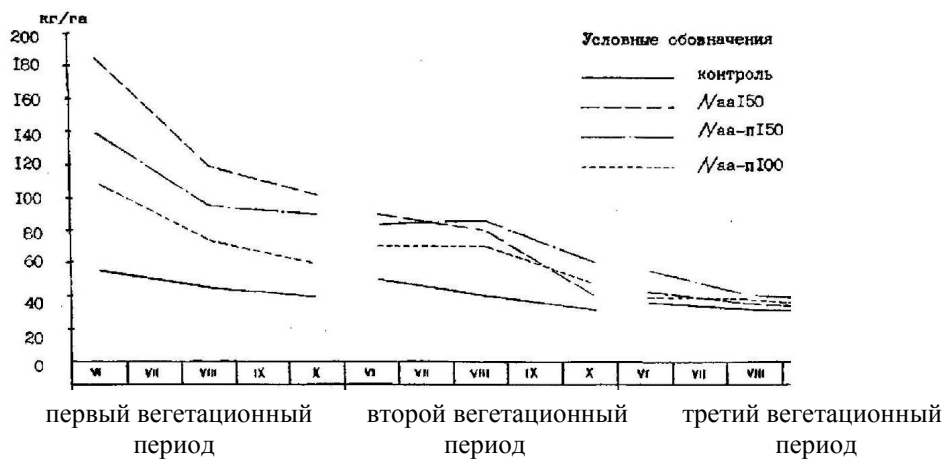


Рисунок 6 – Изменение запасов аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы 25-летнего сосняка мшистого

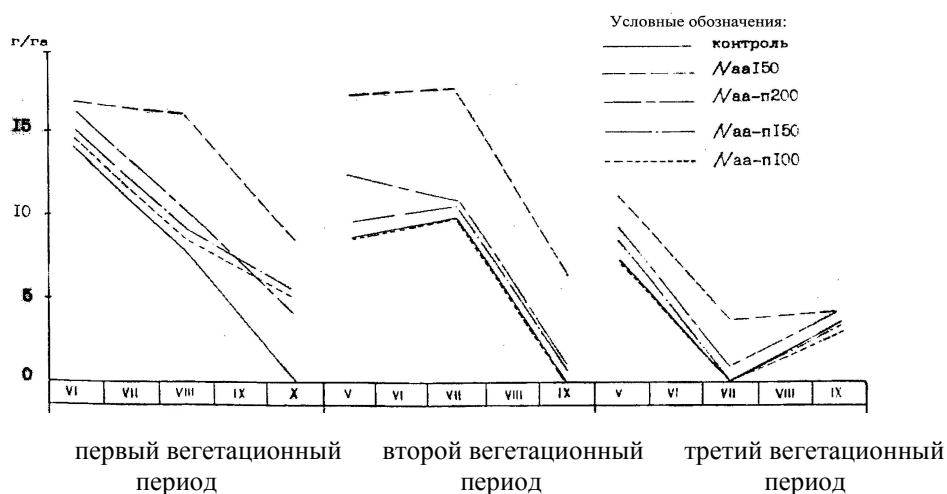


Рисунок 7 – Изменение запасов аммиачного азота в нижнем полуметровом слое почвы 25-летнего сосняка мшистого

Внесение обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га способствовало увеличению содержания аммиачного и нитратного азота в нижнем слое почвы по сравнению с контролем. На основании этого можно предположить, что внесение удобрений пролонгированного действия в различных дозах, способствует постепенному поступлению элементов питания в почву.

Внесение удобрений пролонгированного действия способствовало уменьшению содержания аммиачного азота в верхнем полуметровом слое почвы по сравнению с обычной формой тука. Нитратный азот в лесных почвах всех исследуемых насаждений на контрольных вариантах опыта отсутствовал. Внесение аммиачной селитры в лесные насаждения способствовало увеличению содержания нитратного азота в почве. Содержание нитратного азота в приспевающем сосновом насаждении на варианте Naa150 колебалось от 0,3 до 12,1 мг/г абсолютно сухой почвы.

Изучено влияние удобрений пролонгированного действия на радиальный прирост древесины сосновых насаждений. Установлено, что наибольший радиальный прирост древесины зафиксирован в 17-летних сосновых культурах при внесении удобрений пролонгированного действия 200 кг/га. Анализ радиального прироста за период исследований позволяет сделать вывод о снижении дозы внесения удобрений пролонгированного действия на 30%. Внесение удобрений пролонгированного действия в дозе 100 кг/га оказывает влияние на текущий прирост древесины аналогичный внесению обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га (таблица 8).

Таблица 8 – Показатели текущего прироста древесины сосновых насаждений в зависимости от формы и дозы вносимых удобрений

| Варианты опыта | Текущий прирост древесины | | | Дополнительный текущий прирост, м ³ /га |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------|--------|--|
| | | м ³ /га | % | |
| Сосняк мшистый, 70 лет (за 8 лет) | | | | |
| Контроль | 1 | 52,99±4,53 | 100,00 | - |
| Наа150 | 2 | 61,11±3,14 | 116,46 | 8,12 |
| Наа-км150 | 3 | 63,26±2,73 | 119,38 | 10,27 |
| Наа-км100 | 4 | 62,24±2,18 | 117,46 | 9,25 |
| Сосняк мшистый, 25 лет (за 8 лет) | | | | |
| Контроль | 1 | 105,56±4,61 | 100,00 | - |
| Наа150 | 2 | 120,32±7,76 | 113,98 | 14,76 |
| Наа-км200 | 3 | 129,97±9,32 | 123,12 | 24,41 |
| Наа-км150 | 4 | 125,12±2,55 | 118,53 | 19,56 |
| Наа-км100 | 5 | 123,52±2,83 | 117,01 | 17,96 |
| Сосняк мшистый, 17 лет (за 7 лет) | | | | |
| Контроль | 1 | 133,86±4,80 | 100,00 | - |
| Наа150 | 2 | 162,04±7,23 | 121,05 | 28,18 |
| Наа-км200 | 3 | 177,77±14,06 | 132,80 | 43,91 |
| Наа-км150 | 4 | 166,39±8,88 | 124,30 | 32,53 |
| Наа-км100 | 5 | 161,92±2,97 | 120,10 | 28,06 |

Нами установлено, что максимальный дополнительный текущий прирост древесины исследуемых насаждений приходится при внесении обычных удобрений пролонгированного действия в 17-летние сосновые насаждения (120-132%). Второе место по величине дополнительного прироста древесины занимают 25-летние насаждения (113-123%), и на третьем – 70-летний сосняк мшистый (116-119%). Аналогичные данные по влиянию азотных удобрений на дополнительный текущий прирост древесины сосновых насаждений получены Победовым, Волчковым, 1977; Степаненко, 2003; Слядневым, 1981.

Внесение азотных удобрений пролонгированного действия способствует снижению дозы их внесения на 30% при получении аналогичного текущего прироста древесины с использованием аммиачной селитры в дозе 150 кг/га.

Математическая обработка позволила установить фактическое значение критерия Стьюдента и достоверность различий между ними. Для 25-летнего со-

сняка мшистого различия достоверны между контролем и внесением удобрений пролонгированного действия в дозах 100, 150 и 200 кг/га.

5.3 Непродуктивные потери азота при использовании удобрений пролонгированного действия в сосновых насаждениях. Проведенные исследования позволили установить, что из традиционных форм азотных удобрений самые низкие потери азота в форме аммиака отмечены на варианте с нитратом аммония. Потери азота в виде аммиака на вариантах с дозами удобрений пролонгированного действия существенно не отличались от выделения аммиака на контрольных вариантах опыта.

Достоверна разница в потерях азота между вариантами с карбамидом и нитратом аммония, а также между вариантами с сульфатом и нитратом аммония $t = 3,82$. Недостоверна разница в потерях аммиака между вариантами с дозами удобрений пролонгированного действия 100 и 150 кг/га и контролем.

Изучены непродуктивные потери азота в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы при весеннем и осеннем сроках внесения обычной аммиачной селитры и с удобрением пролонгированного действия в дозе 150 кг/га. При весеннем сроке внесения обычных удобрений газообразные потери азота составили 7% от внесенной дозы, а из удобрений пролонгированного действия в такой же дозе – 1%. Вымывание азота на варианте Naa-150 составило 30,6% от внесенной дозы, а на варианте Naa-км150 потери азота составили 6,5%.

Математическая обработка полученных данных при весеннем сроке внесения удобрений показала, что вымывание азота в нитратной форме на всех вариантах опыта по сравнению с контролем в течение двух лет имеет высокую степень достоверности. Потери азота в аммонийной форме достоверны на варианте с обычной аммиачной селитрой, и не всегда достоверны при внесении удобрений пролонгированного действия.

За период исследований при весеннем сроке внесения удобрений общие потери азота из обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га составили 93 кг/га, а из удобрений пролонгированного действия в такой же дозе – 70 кг/га. Коэффициент использования удобрений при внесении обычной аммиачной селитры составил 56%, а из удобрений пролонгированного действия – 67% (рисунок 8). При осеннем сроке внесения обычной аммиачной селитры в дозе 150 кг/га газообразные потери азота составили 2%, а из удобрений пролонгированного действия – 0,3%. Вымывание азота происходит как на контроле, так и на вариантах с внесением удобрений. Потери азота с инфильтрационными водами происходят, в основном, в нитратной форме. Значительно меньше вымывается азот в аммонийной форме. И совсем незначительное количество – в форме нитритов. Наиболее интенсивное вымывание минерального азота отмечено в апреле на следующий год после внесения азотных удобрений. Максимальные потери азота отмечены на варианте Naa150 (22,0%). Потери азота из аммиачной селитры с полимерным покрытием в такой же дозе составили 8,5%. Самые низкие потери (6,9%) получены на варианте с удобрением пролонгированного действия, внесенным в дозе N100. Вымывание азота на варианте Naa150 составило 22% от внесенной дозы удобрений, а на варианте Naa-км150

– 8,5%. Общие потери азота при осеннем сроке внесения обычной аммиачной селитры составили 87 кг/га, а из удобрений пролонгированного действия 66 кг/га. Коэффициент использования удобрений при осеннем внесении обычной аммиачной селитры составил 58%, а из удобрений пролонгированного действия – 68%.

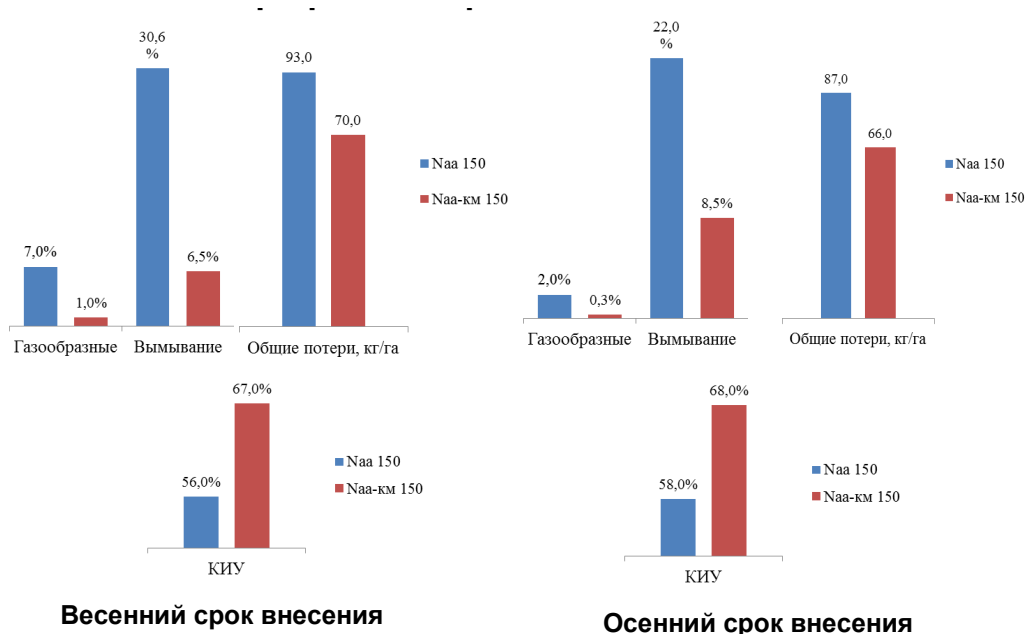


Рисунок 8 – Непродуктивные потери азота из удобрений и коэффициент их использования (КИУ) в сосновых насаждениях

Таким образом, при весеннем сроке внесения удобрений пролонгированного действия в дозе 150 кг/га величина вымытого азота в 4,7 раза меньше по сравнению с обычной формой тука. При осеннем сроке внесения это соотношение меньше в 2,6 раза.

Под влиянием минеральных удобрений более интенсивно на всех вариантах опыта вымывается из почвы кальций, затем магний. Калий менее всех подвержен этому процессу (таблица 9).

Таблица 9 – Вымывание кальция, магния и калия в сосновых насаждениях в зависимости от дозы и формы вносимых удобрений

| Варианты опыта | Кальций | | Магний | | Калий | |
|----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | кг/га | % | кг/га | % | кг/га | % |
| Контроль | <u>18,4</u> | <u>100</u> | <u>6,4</u> | <u>100</u> | <u>0,8</u> | <u>100</u> |
| | 25,5 | 100 | 8,0 | 100 | 1,8 | 100 |
| Naa150 | <u>36,6</u> | <u>199</u> | <u>8,5</u> | <u>157</u> | <u>1,1</u> | <u>138</u> |
| | 34,3 | 135 | 14,9 | 186 | 3,1 | 172 |
| Naa-км150 | <u>23,1</u> | <u>126</u> | <u>6,2</u> | <u>115</u> | <u>1,0</u> | <u>125</u> |
| | 29,1 | 114 | 11,6 | 145 | 2,1 | 117 |
| Naa-км100 | <u>19,5</u> | <u>106</u> | <u>5,8</u> | <u>107</u> | <u>0,9</u> | <u>113</u> |
| | 28,4 | 111 | 9,8 | 123 | 1,9 | 106 |

Примечание. В числителе при весеннем сроке внесения удобрений; в знаменателе при осеннем сроке внесения удобрений.

На варианте с аммиачной селитрой потери кальция и магния намного выше, чем на варианте с удобрением пролонгированного действия, внесенным в такой же дозе. С уменьшением дозы удобрения пролонгированного действия сокращаются потери кальция и магния. Самые низкие потери калия получены при внесении капсулированной аммиачной селитры в дозе 100 кг/га. Вымывание кальция и магния на варианте с обычной аммиачной селитрой не всегда достоверно по сравнению с контролем. На вариантах с удобрением пролонгированного действия вымывание кальция и магния не достоверно.

Математическая обработка химического состава инфильтрационных вод при осеннем сроке внесения удобрений показала достоверное различие в потерях нитратного и аммиачного азота, а также ионов кальция.

По проведенным исследованиям разработано «Наставление по применению удобрений в лесном хозяйстве Беларуси» и «Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь».

Разработаны новые КМ для получения удобрений пролонгированного действия, внесение которых в сосновые насаждения уменьшает непродуктивные потери азота в газообразной форме и в результате вымывания за пределы корнеобитаемого слоя почвы на 15,2-30,1% и за счет этого снижается доза их внесения на 30%.

6. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ОТ ИССУШЕНИЯ

Проведены исследования по изучению влагопоглощения в зависимости от полимерных покрытий на основе водорастворимых полимеров: ПВС, ПВА и NaKMЦ. Наибольшее влагопоглощение (105%) при температуре 25 °С получено при использовании NaKMЦ. Полимерный пленкообразователь в виде ПВС имел влагопоглощение в 4,2 раза меньше по сравнению с NaKMЦ. На варианте опыта с использованием ПВА влагопоглощение по сравнению с NaKMЦ меньше в 52,5-70,0 раз. В результате натуральных испытаний установлены зависимости потери массы воды корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной от вида используемого полимера, его концентрации и времени эксперимента (рисунок 9). Наименьшие показатели потери влаги корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной получены при использовании 3%-го и 5%-го растворов ПАА. После 72 часов лабораторных испытаний потеря влаги с данными концентрациями составила 22,3-28,5%.

При введении целевых добавок (грунт для рассады овощных и декоративных культур, сульфат цинка, глина гончарная) в исследуемые водные растворы полимеров динамика потери влаги корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной находится в пределах от 35,2% до 44,3%. Введение целевых добавок в 3% и 5%-ные водные растворы NaKMЦ, ПВС и ПАА способствуют снижению потери воды корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной.

В условиях Беларуси отечественным сырьем является NaKMЦ, а ПВС и ПАА импортными. Поэтому дальнейшие исследования направлены на оптими-

зацию получения КМ для защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной на основе NaКМЦ.

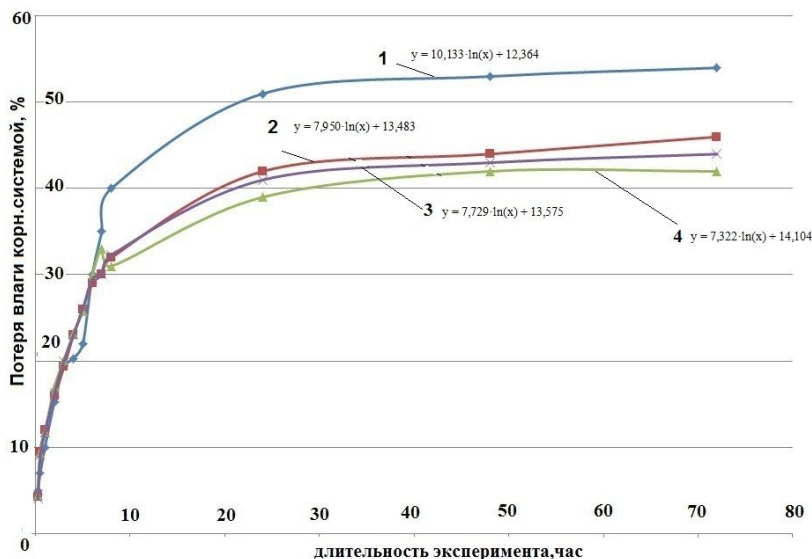


Рисунок 9 – Зависимость потери влаги от времени обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной 3%-ми, 5%-ми и 10%-ми водными растворами NaКМЦ

Разработан новый КМ для защиты корневых систем сеянцев от иссушения на основе NaКМЦ 5 мас.%, грунта для рассады овощных и декоративных культур 2,8 мас.%, глины гончарной 17 мас.%. Данный КМ уменьшает потери воды корневыми системами сеянцев сосны обыкновенной на 23,5% по сравнению с контролем и обеспечивает оптимальную условную вязкость раствора (170 с). На основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и целевых добавок в ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» нами разработаны технические условия «Состав «Корпансил» для защиты корневых систем растений».

В зависимости от диаметра корневых систем сеянцев сосны обыкновенной показатель прочности при разрыве по сравнению с контролем больше в 1,3-3,0 раза. У контрольных сеянцев (необработанных) диаметром менее 1 мм прочность при разрыве составляет 6 Н. Показатель прочности при разрыве корневых систем сеянцев, обработанных торфо-глинистой смесью, практически мало чем отличается от контроля (рисунок 10).

Следовательно, обработка корневых систем сеянцев сосны обыкновенной композиционным материалом позволяет предотвратить иссушение и повысить прочность при разрыве корневых систем. Достоверность влияния диаметра корневых систем сеянцев сосны обыкновенной на их прочность при разрыве получена почти на всех вариантах опыта с помощью критерия Стьюдента, фактическое значение которого равно 1,996. Не достоверно влияние на прочность при разрыве с диаметром корневой системы сеянцев сосны обыкновенной свыше 2 мм между контролем и обработкой торфо-глинистой смесью ($t_{0,05}=1.222$).

Проверка статистической гипотезы позволяет утверждать, что КМ «Корпансил» эффективно защищает корневые системы сеянцев сосны обыкновенной от иссушения и способен повысить их прочность при разрыве.

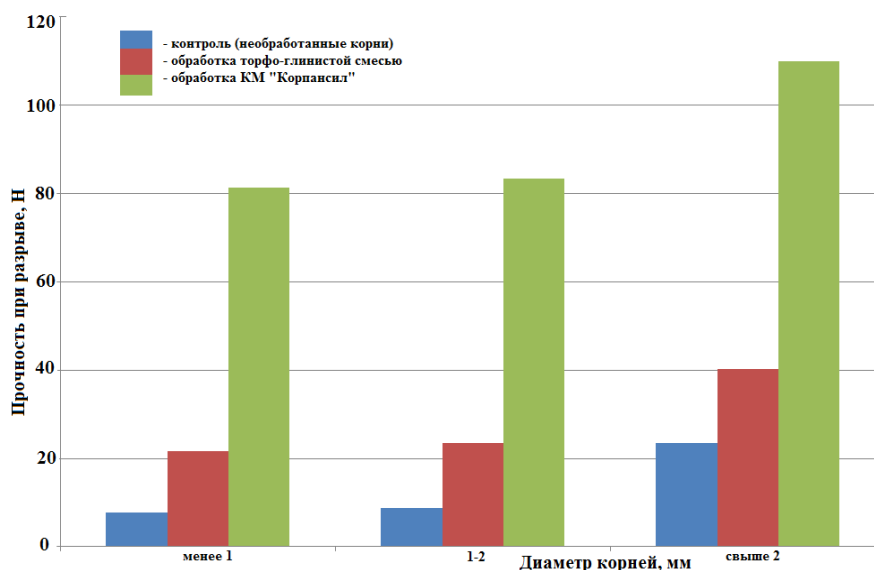


Рисунок 10 – Влияние диаметра корневых систем сеянцев сосны обыкновенной на показатель прочности при разрыве

Сравнение двух способов предпосадочного хранения сеянцев сосны обыкновенной (в прикопке и в кассетах с обработкой корневых систем (КМ «Корпансил») показало, что наилучшая приживаемость лесных культур зафиксирована при обработке корневых систем «Корпансилом» и укладкой в кассеты (рисунок 11). Приживаемость культур наиболее высокая при ранних сроках посадки и использовании стандартных и отсортированных сеянцев сосны обыкновенной. Такие культуры лучше адаптируются, имеют меньший отпад, успешнее растут и развиваются.

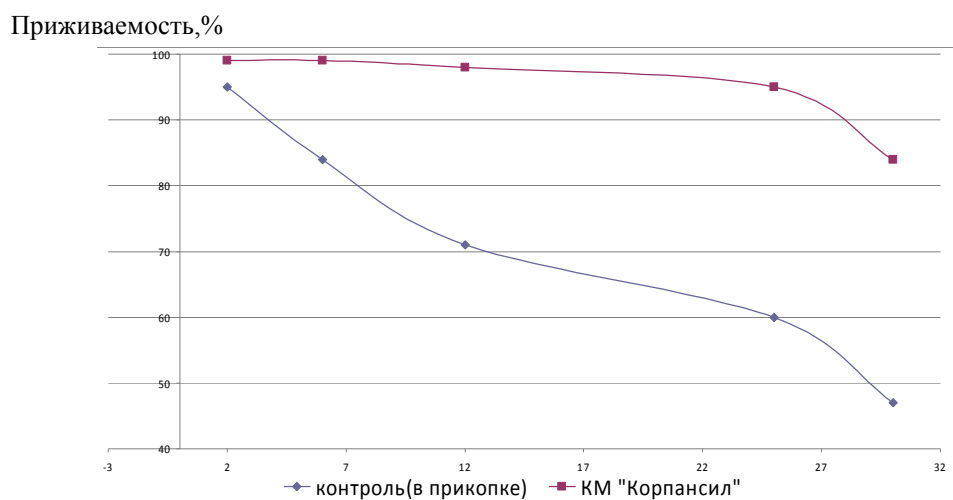


Рисунок 11 – Влияние продолжительности хранения сеянцев сосны обыкновенной на приживаемость

Использование кассет для хранения и транспортировки семян сосны обыкновенной сокращает трудозатраты на 0,5 чел. дня на 1 га за счет исключения из технологического процесса создания лесных культур двукратной прикопки и выкопки семян. При создании лесных культур после двух дней хранения семян сосны обыкновенной приживаемость на всех вариантах была высокая и составляла 95-99%. С увеличением срока хранения семян сосны обыкновенной снижается их приживаемость до 71-76%. Приживаемость лесных культур с использованием кассет и КМ «Корпансил» после 25 дней хранения семян сосны обыкновенной повысило приживаемость растений на 35% по сравнению с хранением семян в прикопке (контроль).

На основании проведенных исследований получен новый КМ «Корпансил» и по заданию МЛХ РБ разработаны «Рекомендации по технологии обработки корневых систем посадочного материала от иссушения», технические условия «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений» и учебно-методическое пособие «Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов»

7. ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ И МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изучено влияние различных лесорастительных условий на приживаемость лесных культур созданных однолетними и двухлетними сеянцами сосны обыкновенной в лесхозах Гомельского ГПЛХО. В таблице 10 представлены данные приживаемости однолетних и трехлетних лесных культур с использованием однолетних и двухлетних семян сосны обыкновенной и предпосадочной обработкой корневых систем КМ в лесорастительных условиях A_2 и B_2 .

Таблица 10 – Приживаемость лесных культур и высота в 7-летнем возрасте

| Варианты опыта | Приживаемость лесных культур, % | | Высота лесных культур, м |
|---|---------------------------------|------------|--------------------------|
| | однолетних | трехлетних | |
| 1. Посадка однолетними сеянцами, A_2 | 72 | 60±5,10 | 1,28±0,06 |
| 2. Посадка однолетними сеянцами, B_2 | 87 | 75±2,83 | 1,54±0,10 |
| 3. Посадка однолетними сеянцами с обработкой корней КМ, A_2 | 90 | 83±2,83 | 1,61±0,05 |
| 4. Посадка однолетними сеянцами с обработкой корней, B_2 | 93 | 85±2,16 | 1,96±0,12 |
| 5. Посадка двухлетними сеянцами, B_2 | 87 | 68±3,27 | 2,22±0,09 |
| 6. Посадка двухлетними сеянцами с обработкой корней КМ, B_2 | 90 | 88±4,32 | 2,80±0,07 |
| Приживаемость по «Наставлению...», % | 86 | 80 | |
| Высота по «Наставлению...», м | | | не менее 1,1 |

В лесорастительных условиях A_2 и B_2 при загрязнении земель бывшего сельхозпользования цезием-137 до 15 Ки/км^2 приживаемость лесных культур различна.

При использовании однолетних сеянцев сосны обыкновенной приживаемость однолетних лесных культур на песчаных свежих (A_2) условиях местопроизрастания на 15% больше по сравнению с супесчаными свежими (B_2). Приживаемость лесных культур в 3-летнем возрасте на данных вариантах опыта уменьшилась на 12% по сравнению с однолетними культурами.

Анализ данной таблицы показывает, что приживаемость однолетних и трехлетних лесных культур зависит от вида посадочного материала и предпосадочной обработки корневых систем КМ. При создании лесных культур однолетними сеянцами сосны обыкновенной в лесорастительных условиях A_2 наблюдается минимальная приживаемость лесных культур в однолетнем (72%) и трехлетнем (60%) возрасте. Показатель приживаемости лесных культур на данном варианте опыта ниже по сравнению с нормативными данными.

Анализ полученных фактических данных позволяет сделать вывод о том, что предпосадочная обработка корневых систем однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной КМ обеспечивает нормативную приживаемость лесных культур на песчаных и супесчаных свежих почвах. Высота лесных культур в семилетнем возрасте на всех вариантах опыта превышает нормативный показатель. Использование однолетних сеянцев сосны обыкновенной в условиях B_2 способствовало увеличению высоты лесных культур в 1,4-1,8 раза, а при использовании двухлетних сеянцев увеличение высоты лесных культур в 2,0-2,5 раза в аналогичных условиях местопроизрастания. Предпосадочная обработка корневых систем однолетних сеянцев сосны обыкновенной в условиях B_2 способствовала увеличению высоты лесных культур на 27% по сравнению с вариантом без обработки их КМ. На варианте опыта с использованием двухлетних сеянцев сосны обыкновенной и предпосадочной обработкой корневых систем КМ высота лесных культур превышает контроль на 27%.

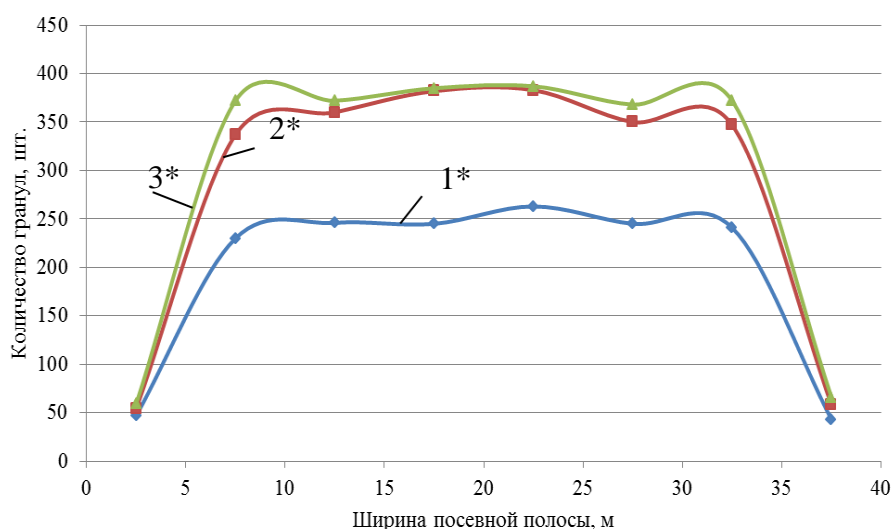
Сохранность лесных культур в семилетнем возрасте зависит не только от лесорастительных условий и вида посадочного материала, но и от предпосадочной обработки корневых систем растений. Наибольшая сохранность лесных культур получена на всех вариантах опыта с предпосадочной обработкой корневых систем растений КМ. При использовании однолетних сеянцев сосны обыкновенной в лесорастительных условиях A_2 сохранность лесных культур составила 43%, а на варианте с предпосадочной обработкой корневых систем КМ сохранность была выше на 12% и составила 55%. При использовании однолетних сеянцев сосны обыкновенной в лесорастительных условиях B_2 сохранность лесных культур составила 59%, а с предпосадочной обработкой корневых систем – 74%. При использовании двухлетних сеянцев сосны обыкновенной сохранность лесных культур – 61%, а с предпосадочной обработкой корневых систем растений – 79%.

Математическая обработка полученных данных по приживаемости и сохранности лесных культур и переводу их в покрытые лесом земли показала достоверные различия по критерию Стьюдента между вариантами при исполь-

зовании различных видов посадочного материала с предпосадочной обработкой корневых систем КМ в условиях местопроизрастания А₂ и В₂ и контролем. Стандартное значение критерия Стьюдента при уровне значимости $t_{0,05}=2,048$.

Наибольший прирост в высоту 23-летние лесные культуры имели на варианте при посадке двухлетних сеянцев сосны обыкновенной с обработкой корневых систем КМ. Высота лесных культур, созданных однолетними сеянцами сосны обыкновенной, зависела от условий местопроизрастания. Наибольшая высота лесных культур зафиксирована на протяжении всех 23 лет исследований на супесчаных свежих почвах. Текущий прирост в высоту опытных лесных культур при посадке однолетними сеянцами на песчаных свежих почвах несколько меньше по сравнению с двухлетними.

Для создания лесных культур аэросевом на загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных землях необходимо определить не только высоту полета вертолета МИ-2, но и оптимальную ширину захвата посевной полосы, а также норму высева гранулированных семян сосны обыкновенной. Установлена норма высева гранулированных семян сосны обыкновенной с высоты полета 20 м над поверхностью почвы и оптимальная ширина захвата посевной полосы (рисунок 12).



Примечание. *расстояние между горловиной и высевающим диском: 1) 12-15 см; 2) 15-18 см; 3) 18-21 см

Рисунок 12 – Распределение гранулированных семян сосны обыкновенной при контрольном аэросеве вертолетом МИ-2 с высоты 20 м с учетом расстояния между горловиной и высевающим диском

Расход гранулированных семян сосны обыкновенной регулируется расстоянием между горловиной и диском высевающего устройства. При скорости полета 60 км/ч на высоте 20 м и расстоянием между горловиной и диском высевающего устройства равным 12-15 см расход семян составляет 1,0 кг/га. С увеличением расстояния между горловиной и диском высевающего устройства до 15-18 см расход семян составляет 1,2 кг/га, а при увеличении до 18-21 см – 1,5 кг/га. Оптимальная ширина захвата посевной полосы составляет 30 м.

Математическая обработка полученных данных по коэффициенту корреляции при значении критерия Стьюдента $t_{0,05}=2,045$ подтверждает достоверность количества высеваемых гранулированных семян сосны обыкновенной аэросевом. Нами разработана технология создания лесных культур аэросевом с использованием гранулированных семян. Длина гранул и ее масса во многом зависят от состава органоминеральной смеси.

Установлено оптимальное соотношение в грануле торфа и сапропеля равное 1:1 и концентрация водного раствора полимера 3-5 мас.%. Установлены оптимальные технологические параметры проведения аэросева вертолетом МИ-2: скорость полета 60 км/ч, расстояние между горловиной и диском – 15-18 мм, ширина рабочего захвата высевальной полосы гранулированных семян – 30 м.

При аэросеве гранулированных семян через 23 года высота лесных культур на 11% больше по сравнению с посевом обычных семян. Рекомендуемые способы создания лесных культур в зависимости от классификации земель с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения цезием-137 приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Создание лесных культур в зависимости от плотности загрязнения почвы цезием-137

| Зоны | Плотность загрязнения почвы радионуклидами, Ки/км ² | Допустимое время пребывания людей, час/год | Способы создания лесных культур |
|------|--|--|---|
| I | 0-5 | ограничений нет | Традиционными способами в соответствии с лесорастительными условиями |
| II | 5-15 | ограничений нет | Традиционными способами в соответствии с лесорастительными условиями |
| III | 15-40 | не более 5000 | Механизированная посадка в автоматизированном режиме. Работы вручную ограничены. Аэросев. |
| IV | свыше 40 | не более 1900 | Аэросев или оставляются под естественное зарастание лесом. |

При выполнении аэросева в 3-ей и 4-ой зоне по плотности загрязнения почвы радионуклидами пилот может работать соответственно не более 5000 час/год и 1900 час/год. Время, необходимое для аэросева гранулированных семян сосны обыкновенной на площади 100 га вертолетом МИ-2, составляет 1 час. Для создания лесных культур наземным способом в 3-ей зоне на площади 100 га потребуется 4200 час.

На основании проведенных исследований разработаны способы создания лесных культур с использованием композиционных материалов с различной плотностью радиоактивного загрязнения цезием-137.

8. ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лесоводственно-экономическая эффективность от внедрения КМ при выращивании стандартных сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках Беларуси определяется совокупностью проводимых ресурсосберегающих технологий на основе оптимизации почвенно-экологических условий за счет внесения компостов, предпосевной обработки семян, внекорневой обработки сеянцев и внесения удобрений пролонгированного действия. По результатам проведенных исследований разработано «Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь». В соответствии с этим «Наставлением...», 2015 рекомендуется вносить семена сосны обыкновенной из расчета 50 кг/га. Суммарный расчетный ожидаемый экономический эффект от использования КМ при выращивании сеянцев сосны обыкновенной составил 4120 млн. рублей или 2102 тыс. долл. США за счет оптимизации почвенно-экологических условий лесных питомников при использовании коровых компостов и предпосевной обработки семян КМ, которые уменьшают норму их высева на 20%.

Эффективность использования композиционного материала «Корпансил» определяли с учетом площади созданных лесных культур. С 2004 г. по МЛХ РБ внедрение «Технологии выращивания, хранения и транспортировки посадочного материала с использованием композиционного материала» предусматривало наработку композиционного материала «Корпансил» на Корневской ЭЛБ НАН Беларуси и его реализацию лесхозам (таблица 13).

Таблица 13 – Полученный лесхозами Беларуси КМ «Корпансил» в период 2004-2016 гг.

| Годы наработки «Корпансил» | Количество лесхозов, шт. | Количество полученного препарата, л | Площадь созданных лесных культур, га |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 2004 | 60 | 12500 | 9816 |
| 2005 | 70 | 15000 | 11780 |
| 2006 | 75 | 16000 | 12565 |
| 2007 | 86 | 17665 | 13858 |
| 2008 | 92 | 23790 | 18690 |
| 2009 | 90 | 17680 | 13900 |
| 2010 | 90 | 18780 | 11238 |
| 2011 | 90 | 21660 | 12291 |
| 2012 | 94 | 25950 | 14725 |
| 2013 | 90 | 19500 | 11065 |
| 2014 | 92 | 22690 | 12875 |
| 2015 | 92 | 19960 | 11326 |
| 2016 | 92 | 19220 | 10821 |
| Итого | - | 250395 | 164950 |

По разработанным техническим условиям и рекомендациям на Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси в период 2004-2016 гг. наработан концентрированный КМ «Корпансил» и реализован лесхозам Министерства лесного хозяйства в количестве 250395 тыс. л. За этот период лесные культуры созданы на площади 164950 тыс. га. Расчетный ожидаемый экономический эффект от внедрения КМ «Корпансил» составил 9,9 млн. бел. руб. или 5049,5 тыс. долларов США за счет повышения приживаемости и сохранности лесных культур.

На основании проведенных многолетних исследований разработаны КМ для получения коровых компостов буртовым способом, которые позволяют повысить содержание гумуса и элементов минерального питания в почве лесных питомников, а также увеличивают биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной.

Разработаны новые КМ для получения удобрений пролонгированного действия и защиты корневых систем сеянцев сосны обыкновенной от иссушения. КМ «Корпансил» предохраняет корневые системы сеянцев сосны обыкновенной от потери воды и в то же время способен сам адсорбировать почвенную влагу, что обеспечивает высокую приживаемость лесных культур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые для условий Беларуси проведены комплексные исследования выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур и научно обоснованы ресурсосберегающие технологии применения композиционных материалов для предпосевной обработки семян, внекорневой обработки сеянцев, получения удобрений пролонгированного действия, защиты корневых систем сеянцев от иссушения. Выявлены закономерности влияния композиционных материалов при различных технологиях выращивания сеянцев сосны обыкновенной и создания лесных культур.

Установлены оптимальные составы коровых компостов на основе КМ, позволяющие повысить в почве содержание гумуса и подвижных элементов питания в 1,2-4,4 раза в течение 2-3 лет, а также сократить сроки компостирования коровых компостов с органоминеральными добавками (до 10 месяцев), что позволило разработать технические условия ТУ ВУ 400070994.008–2010 на «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников».

Разработаны «Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок». Данные рекомендации согласованы с Минлесхозом РБ и внесены в реестр технических нормативных правовых актов 04.10.2010 г. № 000184.

Разработанные ресурсосберегающие технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной с использованием композиционных материалов для предпосевной обработки семян, получения компостов и внекорневой обработки растений способствуют снижению нормы высева семян с 60 кг/га до 50 кг/га. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта позволяет увеличить выход стандартных сеянцев в 4-5 раза по сравнению с открытым грунтом и достигает 11,2 млн. шт./га. Внекорневая обработка сеянцев сосны обыкновенной с внесением полимерного структурообразователя почвы

увеличивает высоту стволика на 24%, диаметр корневой шейки на 21% и общую массу сеянцев на 38%. Внекорневая обработка сеянцев сосны обыкновенной способствует снижению дозы внесения азотных удобрений на 20%.

Разработаны и исследованы новые композиционные материалы для получения удобрений пролонгированного действия, которые уменьшают непродуктивные потери элементов питания на 15,2-30,1%, увеличивают коэффициент использования удобрений на 10-11%. Удобрение пролонгированного действия в дозе 100 кг/га увеличивает текущий прирост древесины аналогично как внесение обычных удобрений в дозе 150 кг/га. При весеннем внесении обычной аммиачной селитры коэффициент использования азота сосновыми насаждениями составляет 56%, а из удобрений пролонгированного действия – 67%.

Разработанный композиционный материал «Корпансил» превосходит известные аналоги при меньшей его стоимости. Разработаны технические условия «Состав «Корпансил» для защиты корневых систем растений». Использование композиционного материала «Корпансил» в производственных условиях при создании лесных культур повысило их приживаемость и сохранность на 20%.

При степени загрязнения почвы радионуклидами от 0 до 15 Ки/км² лесные культуры создаются традиционными способами с предпосадочной обработкой корневых систем сеянцев сосны обыкновенной композиционным материалом «Корпансил». Перед созданием лесных культур ручным или механизированным способом корневые системы сеянцев сосны обыкновенной обрабатывают композиционным материалом «Корпансил». При степени загрязнения почвы радионуклидами от 41 до 80 Ки/км² проводят аэросев с использованием гранулированных семян с высоты полета 20 м и нормой высева семян сосны обыкновенной 1,5 кг/га или оставляют под естественное зарастание лесом. Органоминеральная гранула состоит из торфа и сапропеля в соотношении 1:1 и целевых добавок. В качестве целевой добавки использовали 3-5%-ный водный раствор NaKMЦ, который способствует повышению прочности гранул.

На землях, с плотностью радиоактивного загрязнения почвы свыше 40 Ки/км² при высоте полета вертолета МИ-2 20 м предельно допустимое время работы составляет 1900 час/год.

Практические рекомендации производству

1. Органоминеральный компост «Агрополикор» вносят на поверхность почвы лесных питомников в зависимости от содержания гумуса и элементов питания. При содержании гумуса в почве 1,0-2,0% вносят 60-70 т/га Агрополикора», а при содержании 2,1-3,0% – 40-50 т/га.

2. При «выращивании сеянцев сосны обыкновенной оптимальным сроком посева семян является: при весеннем посеве 2-я декада апреля и 1-я декада мая. Норма высева семян сосны обыкновенной составляет 50 кг/га.

3. Для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной применяют композиционный материал, состоящий из 5%-ного водного раствора NaKMЦ, стимулятора роста «Эпин» (2-6 мас.%) и экстракта торфа «Черный доктор» (8-20 мас.%).

4. Для предпосадочной обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной применяют концентрированный композиционный материал «Корпан-

сил», который необходимо разбавить водой комнатной температуры в соотношении 1:5. Технология обработки корневых систем сеянцев сосны обыкновенной заключается в погружении их в раствор до корневой шейки на 5-10 сек. Данная технология позволяет обрабатывать корневые системы сеянцев сосны обыкновенной как в пучках, так и отдельных растений. Расход рабочего раствора на 1 тысячу растений составляют 2,5-3,5 л.

5. Лесные культуры создают в зависимости от плотности радиоактивного загрязнения почвы с использованием композиционного материала «Корпансил» и гранулированных семян. КМ «Корпансил» применяют при создании лесных культур ручным и механизированным способами. Гранулированные семена сосны обыкновенной используют для аэросева на землях с плотностью радиоактивного загрязнения свыше 40 Ки/км².

СПИСОК ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии

1. **Копытков, В.В.** Руководство по исследованию и применению композиционных материалов при лесовыращивании / В.В. Копытков. – М.: Госкомлес СССР, 1991. – 233 с.

2. **Копытков, В.В.** Композиционные полимерные материалы при лесовыращивании / В.В. Копытков. – Мн.: РУП «Издат. дом «Белорусская наука», 2008. – 304 с.

3. **Копытков, В.В.** Новые композиционные полимерные составы для лесовыращивания в природно-климатических условиях Беларуси и Казахстана / В.В. Копытков, В.С. Каверин, А.В. Боровков, В.Вл. Копытков, Ю.А. Таирбергенов (Под общей редакцией к.с.-х.н., доцента В.В. Копыткова). – Мн.: РУП «Издат. дом «Белорусская наука», 2014. – 509 с.

Статьи в реферируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ

4. Победов, В.С. Газообразные потери аммиака из разных форм азотных удобрений на песчаных почвах в сосновом лесу / В.С. Победов, Е.А. Лебедев, **В.В. Копытков** – М.: Почвоведение. – 1986. – № 1. – С. 98-103.

5. Победов, В.С. Потери азота с инфильтрационными водами из обычных и медленнодействующих форм азотных удобрений в сосновых культурах / В.С. Победов, **В.В. Копытков**, Е.А. Лебедев – М.: Агрехимия. – 1988. – № 4. – С. 11-15.

6. Победов, В.С. Потери азота из почвы с инфильтрационными водами в удобренном сосновом насаждении / В.С. Победов, **В.В. Копытков**, Е.А. Лебедев, А.И. Свириденко, Л.С. Корецкая, Э.Г. Ильина – М.: Почвоведение, 1989. – № 6. – С. 105-109.

7. Победов, В.С. Изменение азотного режима лесных почв под влиянием разных форм аммиачной селитры / В.С. Победов, **В.В. Копытков**, И.М. Булавик, Э.Г. Ильина, Т.Е. Куфайкина, Т.А. Котова, С.И. Кулешова – М.: Агрехимия, 1989. №1. – С. 15-20.

8. Победов, В.С. Влияние полимерного покрытия аммиачной селитры на потери азота при ее внесении в лесу / В.С. Победов, **В.В. Копытков**, Л.С. Корещкая, Э.Г. Ильина – М.: Агрохимия, 1989. – №10. – С. 13-15.

9. **Копытков, В.В.** Газообразные потери аммиака при внесении разных форм мочевины на дерново-подзолистой почве в лесу / В.В. Копытков, С.И. Кулешова – М.: Агрохимия, 1989. – № 12. – С. 8-11.

10. **Копытков, В.В.** Влияние минеральных удобрений и рубок ухода на азотный режим лесных почв / В.В. Копытков – М.: Агрохимия, 1990. – №7. – С. 8-14.

11. **Копытков, В.В.** Газообразные потери азота в форме аммиака при осеннем сроке внесения удобрений в сосновых насаждениях / В.В. Копытков – М.: Агрохимия, 1990. – № 10. – С. 17-20.

12. Шиманский, П.С. Использование азота удобрений сосной / П.С. Шиманский, **В.В. Копытков**, А.Г. Рыбальченко, В.А. Скригаловская – М.: Агрохимия, 1992. – №2. – С. 23-28.

13. **Копытков, В.В.** Динамика минерального азота в почве под сосновыми насаждениями при осеннем сроке внесения удобрений / В.В. Копытков, Э.Г. Ильина – М.: Агрохимия, 1992. – № 8. – С. 11-14.

14. Шиманский, П.С. Диагностика питания приспевающих сосняков по химическому анализу лесной подстилки / П.С. Шиманский, А.Г. Рыбальченко, **В.В. Копытков** // Известия высших учеб. заведений. Лесной журнал, 1993. – № 1. – С. 23-27.

15. Родин, А.Р. Влияние композиционных полимерных составов на рост и развитие сеянцев хвойных пород / А.Р. Родин, **В.В. Копытков** // Вестник Брянского государственного университета. № 4 Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2014. – С. 168-172.

16. **Копытков, В.В.** Создание лесных культур на радиоактивно загрязненных землях с использованием композиционных полимерных препаратов / В.В. Копытков, А.Р. Родин // Вестник Брянского государственного университета. № 1 (2015): Педагогика и психология. История. Право. Литературоведение. Языкознание. Экономика. Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – С. 355-359.

17. **Копытков, В.В.** Влияние различных компостов на биометрические показатели сеянцев / В.В. Копытков // Вестник Брянского государственного университета. № 1 (2015): Педагогика и психология. История. Право. Литературоведение. Языкознание. Экономика. Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – С. 351-355.

18. Барышников, Г.Я. Выращивание сеянцев хвойных пород с высокой степенью микоризности корней / Г.Я. Барышников, **В.В. Копытков** // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 5 (127). Лесное хозяйство. – Барнаул, 2015. – С. 76-80.

19. **Копытков, В.В.** Технология получения дражированных семян с использованием полимерных составов / В.В. Копытков, Е.А. Калашникова // М.: Лесной Вестник, 2015, № 6, т. 19, с. 20-27.

Авторские свидетельства на изобретения и Патенты

20. Состав для капсулирования гранул минеральных азотных удобрений. Авторское свидетельство СССР № 1693864. МПК С 05 G 3/00 /**В.В. Копытков**; заявитель БелНИИЛХ; заявл. 14.12.1989; опубл. 22.07.1991. // Бюл. № 9. Открытия. Изобретения. – 1991. – № 9. – С. 25.

21. Состав для защиты корневой системы растений от иссушения. Авторское свидетельство № 1629011. МПК А01 N3/00 /**В.В. Копытков**, В.А. Морозов; заявитель БелНИИЛХ; заявл. 13.02.1989; опубл. 23.02.1991 // Бюл. № 7. Открытия. Изобретения. – 1991. – № 7. – С. 25.

22. Состав для защиты корневой системы растений от иссушения. Авторское свидетельство № 1713495. МПК А01 G7/06 /**В.В. Копытков**; заявит. БелНИИЛХ; заявл. 20.02.1990; опубл. 23.02.1992 // Бюл. № 7. Открытия. Изобретения. – 1992. - № 7. – С. 11.

23. Состав для покрытия минеральных удобрений. Авторское свидетельство № 1784616 Респ. Беларусь МПК (1990) С 05 С 1/02. 9/00 /**В.В. Копытков**; заявитель Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства; заявл. 20.02.1990; опубл. 30.12.1992 // Бюл. № 48 / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 1992.

24. Бурав для взятия кернов древесины. Авторское свидетельство № 1708617 Респ. Беларусь МПК (1989) В 27 G 15/00 / **В.В. Копытков**, М.И. Михайлов; заявители Гомельский городской центр научно-технического творчества молодежи и Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства; заявл. 12.07.1989; опубл. 30.01.1992 // Афіцыйны бюл. № 4 / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 1992.

25. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород. Авторское свидетельство № 1727601 МПК А01 С 1/00 / **В.В. Копытков**; заявитель Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства; заявл. 16.02.1990; опубл. 23.04.1992 // Бюл. № 15. Открытия. Изобретения. – 1992. – № 15. – С. 11.

26. Состав для предпосевной обработки семян: пат. № 9242 МПК А01С1/06 / **В.В. Копытков**, А.И. Ковалевич; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 26.01.2005; опубл. 30.08.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 5. – С. 6.

27. Состав для обработки корней саженцев лесных культур: пат. 9918 Респ. Беларусь, МПК 7 А 01 G 7/06 / **В.В. Копытков**, Л.С. Корецкая, В.Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 15.02.2005; опубл. 30.10.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 5(52). – С. 4.

28. Состав для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной: пат. № 9923 МПК А01С1/06 / **В.В. Копытков**, А.И. Ковалевич, В.Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 15.02.2005; опубл. 30.10.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 5. – С. 19.

29. Состав для защиты корневой системы растений от иссушения: пат. 9928 Респ. Беларусь, МПК А 01 G 7/06 / **В.В. Копытков**, Л.С. Корецкая, В.Вл.

Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 21.01.2005; опубл. 30.08.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 4(51). – С. 5-6.

30. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород: пат. № 12655 Респ. Беларусь МПК (2006) А01С 1/06 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 27.11.2007; опубл. 30.06.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6 (71). – С. 38.

31. Состав для защиты корневых систем растений хвойных пород: пат. № 12774 Респ. Беларусь МПК (2006) А01G 7/06 / **В.В. Копытков**, В. Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 27.11.2007; опубл. 28.02.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 1 (72). – С. 50.

32. Состав для предпосевной обработки семян хвойных пород: пат. № 13015 Респ. Беларусь МПК (2009) А01С 1/06 / **В.В. Копытков**, А.И. Ковалевич, В.Вл. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси»; заявл. 07.08.2008; опубл. 30.04.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2 (73). – С. 37.

33. Состав для защиты корневых систем сеянцев хвойных пород: пат. № 13016 Респ. Беларусь МПК (2009) А01G 7/06 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 07.08.2008; опубл. 30.04.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2 (73). – С. 41-42.

34. Полимерная композиция для защиты корневой системы сеянцев хвойных пород: пат. № 13231 Респ. Беларусь МПК (2009) А01G 7/06 / **В.В. Копытков**, В. Вл. Копытков; заявл. 20.10.2008; опубл. 30.06.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 3 (74). – С. 42.

35. Состав для покрытия гранул азотных удобрений: пат. № 13688 Респ. Беларусь МПК (2009) С 05 G 5/00 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 21.10.2008; опубл. 30.10.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 5 (76). – С. 87.

36. Способ получения дражированных семян: пат. № 15084 Респ. Беларусь МПК (2009) А 01С 1/06 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 06.04.2009; опубл. 30.12.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 6 (83). – С. 53.

37. Полимерная композиция для предпосевной обработки семян: пат. № 14436 Респ. Беларусь МПК (2009) А 01С 1/06 / **В.В. Копытков**; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 20.04.2009; опубл. 28.02.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 3(80). – С. 43.

38. Композиция для получения компоста на основе листовенной коры: пат. 15482 Респ. Беларусь МПК (2006.01) С 05F 3/00; С 05F 11/02; С 05F 17/00 / **В.В. Копытков**, Н.П. Охлопкова; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 18.05.2010; опубл. 14.11.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1 (84). – С. 97-98.

39. Композиция для получения корового компоста: пат. 15483 Респ. Беларусь МПК (2006.01) С 05F 3/00; С 05F 11/02; С 05F 17/00 / **В.В. Копытков**, Н.П.

Охлопкова; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 03.06.2010; опубл. 14.11.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1 (84). – С. 98.

40. Состав для получения компоста на основе древесной коры: пат. № 15887 Респ. Беларусь МПК (2009) С 05F 3/00; С 05F 11/02; С 05F 17/00 / **В.В. Копытков**, Н.П. Охлопкова; заявитель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»; заявл. 21.12.2009; опубл. 30.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3 (86). – С. 111-112.

Рекомендации, наставление и технические условия

41. Наставление по применению удобрений в лесном хозяйстве Беларуси / сост. П.С. Шиманский, **В.В. Копытков** и др. – Мн., 1994. – 84 с.

42. Рекомендации по повышению грунтовой всхожести семян с помощью ультрафиолетового излучения / сост. **В.В. Копытков**, Л.С. Корецкая, В.В. Соколов, Л.В. Рудаковская: одобрены НТС МЛХ Беларуси (прот. № 2 от 03.03.1997 г., утвержд. и введ. в действие с 01.05.1997 г., пр. № 59 по МЛХ РБ от 08.04.1997 г.). – 1997. – 4 с.

43. Рекомендации по технологии обработки корневых систем посадочного материала от иссушения / сост. **В.В. Копытков** и др.: одобрены НТС МЛХ Беларуси (прот. № 2 от 03.03.1997 г., утвержд. и введ. в действие с 01.05.1997 г., пр. № 59 по МЛХ РБ от 08.04.1997 г.). – Мн., 1997. – 7 с.

44. Рекомендации по выращиванию микоризных сеянцев хвойных пород на субстрате из органоминеральной смеси и целевых добавок / сост. **В.В. Копытков**, Н.П. Охлопкова. – Внесены в реестр технических нормативных правовых актов 14.10.2010 г. за № 000184.

45. **Копытков, В.В.** ТУ РБ 00969712.02-2000 «Состав «Корпансил» для защиты корневой системы растений» / В.В. Копытков, М.М. Близнец – Внесены в реестр госуд. регистрации 23.03.2010 г. за № 010484/02.

46. **Копытков, В.В.** ТУ ВУ 400070994.008–2010 «Состав «Агрополикор» для повышения почвенного плодородия питомников» / В.В. Копытков, Н.П. Охлопкова. – Внесены в реестр госуд. регистрации 14.12.2010 г. за № 030745.

47. Рекомендации по агротехнологии выращивания посадочного материала древесных пород в условиях закрытого грунта / сост. **В.В. Копытков**, В.П. Шуканов. – Внесены в реестр технических нормативных правовых актов 05.11.2015 г. за № 000292.

Научно-методические пособия

48. Методические указания по определению посевных качеств семян и нормы их высева в питомнике / сост. **В.В. Копытков**; ИПП Минэкономики РБ. – Мн., 1997. – 35 с.

49. **Копытков, В.В.** Методические указания по проведению предпосевной обработки семян / В.В. Копытков. – Мн.: ИПП Минэкономики РБ, 1997. – 48 с.

50. **Копытков, В.В.** Методические указания по агротехнике выращивания посадочного материала / В.В. Копытков, Н.В. Домненков, Т.В. Лакиза. – Мн.: ИПП Минэкономики РБ, 1997. – 32 с.

51. **Копытков, В.В.** Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов: учебно-методическое пособие / В. В. Копытков; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2007. – 147 с.

52. **Копытков, В.В.** Новые технологии создания лесных культур на низкобалльных сельскохозяйственных землях: учебно-методическое пособие / В.В. Копытков; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2007. – 99 с.

53. **Копытков, В.В.** Медленнодействующие удобрения и композиционные полимерные составы в лесном хозяйстве: учебно-методическое пособие / В.В. Копытков, В.Вл. Копытков. – Мн.: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2007. – 93 с.

54. **Копытков, В.В.** Методические указания по способам и срокам посева семян в питомнике / В.В. Копытков // Внесены в реестр нормативных документов 30.05.2007 г. за № 000075.

55. **Копытков, В.В.** Технология получения дражированных семян на основе композиционных полимерных материалов / В.В. Копытков, А.А. Кулик, В.Вл. Копытков, В.Б. Сак. – Гомель, 2008. – 165 с.

Информационные издания

56. **Копытков, В.В.** Повышение продуктивности лесов с использованием медленнодействующих удобрений / В.В. Копытков, В.С. Победов // Проспект ВДНХ СССР. – М., 1988. – 6 с.

57. **Копытков, В.В.** Медленнодействующие удобрения за рубежом / В.В. Копытков, В.С. Победов // Экспресс-информация. Лесное хозяйство за рубежом. – М.: ЦБНТИ Госкомлеса СССР, 1988. – Вып.20. – С. 12-30.

58. **Копытков, В.В.** Потери элементов питания в лесных экосистемах / В.В. Копытков // Экспресс-информация. Лесное хозяйство за рубежом. – М.: ВНИИЦ лесресурс Госкомлеса СССР, 1989. – Вып. 9. – С. 2-13.

59. **Копытков, В.В.** Рациональное расходование семян при посеве / В.В. Копытков // Проспект ВДНХ СССР. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1990. – 3 с.

60. **Копытков, В.В.** Зарубежный опыт выращивания посадочного материала / В.В. Копытков // Обзорная информация. – М.: ВНИИЦлесресурс. – 1990. – 15 с.

Публикации в других изданиях

61. **Копытков, В.В.** Действие медленнодействующих удобрений на прирост древесины и структуру баланса использования туков в сосновых насаждениях БССР / В.В. Копытков, В.С. Победов, И.М. Булавик // Ведение лесного хозяйства в Белорусской ССР: сб. науч. тр. – М., 1988. – С. 26-35.

62. **Копытков, В.В.** Влияние регуляторов роста на качество сеянцев сосны и ели / В.В. Копытков, Н.В. Пентелькина, С.К. Пентелькин // Весці Акадэміі навук Беларусі. Сер. біялаг. навук. – Вып. 5-6. – Мн., 1991. – С. 29-34.

63. **Копытков, В.В.** Особенности облесения территорий при радиоактивном загрязнении / В.В. Копытков // Вопросы экологии и моделирования лесных экосистем // Научн. тр. – Вып. 248. – М.: МГУЛ, 1993. – С. 74-77.

64. **Копытков, В.В.** Биоэкологические основы выращивания стандартного посадочного материала в питомниках Беларуси / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Гомель, 2000. – Вып. 51. – С. 94-105.

65. **Копытков, В.В.** Влияние различных способов предпосевной обработки семян на рост сеянцев и выход посадочного материала / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Вып. 55. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2002. – С. 61-70.

66. **Копытков, В.В.** Пути повышения эффективности питомников Беларуси / В.В. Копытков // Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения): сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Вып. 59. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2003. – С. 277-280.

67. **Копытков, В.В.** Научные и практические аспекты использования композиционных полимерных составов при лесовыращивании / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства на радиоактивно загрязненных землях: сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. – Вып. 60. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2004. – С. 94-108.

68. **Копытков, В.В.** Разработка и исследования импортозамещающих композиционных полимерных материалов для лесовыращивания / В.В. Копытков // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2009. – Вып. 69. – С. 194-206.

69. **Копытков, В.В.** Развитие лесопитомнического хозяйства в Беларуси и перспективы его интенсификации / В.В. Копытков, Н.К. Крук // Современное состояние, проблемы и перспективы лесовосстановления и лесоразведения на генетико-селекционной основе: материалы междунар. науч. конф. (Гомель, 8-10 сентября 2009 г.) / Институт леса НАН Беларуси. – Гомель, 2009. – С. 157-163.

70. **Копытков, В.В.** Методологические особенности исследований выращивания посадочного материала / В.В. Копытков, А.В. Боровков, Ю.А. Таирбергенов, Н.М. Курносенко // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2014. – Вып. 74. – С. 226-236.

71. **Копытков, В.В.** Методологические и практические аспекты применения композиционных препаратов при лесовыращивании / В.В. Копытков, Н.П. Охлопкова, О.В. Кондратенко // Труды БГТУ. Лесн. хоз-во. – № 1 (174) – Минск, 2015. – С. 141-144.

Материалы международных и всесоюзных конференций

72. **Копытков, В.В.** Физико-химические свойства медленнодействующих азотных удобрений / В.В. Копытков // Повышение эффективности использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве: тез. докл. Всес. научн. - тех. совещ. – Гомель, 1984. – С. 140-141.

73. **Копытков, В.В.** Вопросы теории и практики питомнического хозяйства / В.В. Копытков // Лес-экология и ресурсы: матер. междунар. науч.-техн. конф. – Мн., 1998. – С. 141-144.

74. **Копытков, В.В.** Некоторые научные аспекты взаимодействия медленнодействующих удобрений с элементами лесных биогеоценозов / В.В. Ко-

пытков, И.М. Булавик // Достижения науки и техники в области ресурсосбережения и экологии: тез. докл. – Гомель, 1989. – С.146.

75. **Копытков, В.В.** Почвенно-экологические факторы минерального питания посадочного материала и их оптимизация /В.В. Копытков // Почва-удобрение-плодородие: материалы II Международной научно-производственной конференции. – Мн., 1999. – С. 189-190.

76. **Копытков, В.В.** Перспективы развития лесопитомнического хозяйства / В.В. Копытков, В.С.Каверин, А.В. Боровков, Ю.А. Таирбергенов // Развитие «зеленой экономики» и сохранение биологического разнообразия: матер. I Межд. науч.-практ. конф., Щучинск, 8-10 окт. 2013 г., КазНИИЛХ. – Щучинск, 2013. – С. 154-160.

77. **Копытков, В.В.** Новые методологические подходы решения проблем опустынивания в Центральной Азии на основе использования композиционных составов / В.В. Копытков, Е.А. Калашникова, С. Энх-Амгалан, С. Жамьянсурэн, Ч. Дорджсурэн // Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития: материалы Международной конференции (8-11 сентября 2015 г.). – Улан-Батор, 2015. – С.377-380.

Отзывы на автореферат с заверенными печатью подписями в трех экземплярах просим направлять по адресу: 241037 г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3, ФГБОУ ВПО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», ученому секретарю диссертационного совета Нартову Д.И.

Факс: +74832746008, E-mail: mail@bgita.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 15.03.2017

Формат 60 x 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ.л.2,0. Тираж 100 экз.

241037 г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3.
Отпечатано в типографии лесохозяйственного факультета