

678
К 65

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

УДК 678.5.066: 62-761

КОПЫТКОВ
Владимир Владимирович

**ПОЛИМЕРНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ
КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.02.01 – Материаловедение
(химическая промышленность)

Минск 2007

Работа выполнена в Государственном научном учреждении «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси»

Научный руководитель:

Корецкая Л.С.,
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Товароведение продовольственных товаров» Учреждения образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»

Официальные оппоненты:

Прокопчук Н.Р.,
доктор химических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заведующий кафедрой «Технология нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов» Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Кудина Е.Ф.,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела «Информатика в материаловедении и трибологии» Государственного научного учреждения «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси»

Оппонирующая организация:

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

Защита состоится « 20 » декабря 2007 г. в 14.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при Учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, зал заседаний ученого совета, ауд. 240, к. 4.

Тел.: (8-017)227-63-54

Факс: (8-017)227-62-17

e-mail: root@bstu.unibel.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан « 16 » ноября 2007

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций, доцент



О. Я. Толкач

ВВЕДЕНИЕ

По данным Министерства лесного хозяйства леса в Беларуси занимают более 9 млн. гектаров. Для сохранения генофонда основных лесобразующих пород в искусственных условиях имеется 1200 гектаров аттестованных лесосеменных плантаций. Искусственное лесовосстановление осуществляется на половине площадей вырубок.

Для освоения таких площадей целесообразно проводить посадку леса с использованием лесопосадочных машин, которые улучшают условия труда обслуживающего персонала. В Беларуси налажено производство лесопосадочной машины МЛА-1А «ИЛИАНА». В таком агрегате захватывающее устройство настраивается на «стандартный» посадочный материал, что может приводить к травмированию корневой системы.

Другой важной проблемой является сохранение жизнеспособности посадочного материала во время транспортировки его от питомника до места посадки, которая определяется в первую очередь содержанием влаги в корневых системах растений. Для сохранения жизнеспособности посадочного материала и защиты корневых систем растений от повреждений при механизированной посадке леса во многих странах используют предпосадочную обработку корневых систем растений составами на основе мочевиноформальдегидных смол, низкомолекулярного полиэтилена, различных альгинатов, эфиров и т.п. Многие ингредиенты для таких составов в Беларуси не производятся и при внесении в почву отрицательно влияют на экологию, а обработка ими корневых систем не всегда технологична.

Поэтому актуальной проблемой является разработка эффективных, экологически чистых и конкурентоспособных по ценовому фактору составов для обработки корневых систем растений на основе отечественного сырья. Такие составы должны позволять эффективно обрабатывать посадочный материал как штучно, так и в пучках.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами, темами. Исследования выполнены в соответствии с проектом Белорусского республиканского Фонда фундаментальных исследований № Т05М-179 (2005-2007, № гос. рег. 20051520) и контракта с ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» (№ И-68/2004, 2004-2005, № гос. рег. 2005755).

Тема диссертационной работы соответствует п. 3.12 «Новые многофункциональные и специализированные материалы», п. 5.8 «Разработка адаптивных ресурсосберегающих экологических безопасных технологий и технических средств» и п. 8.3 «Научные основы воспроизводства, рационального использования и охраны лесных и других биологических ресурсов» из Перечня списка приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006-2010 гг.

Беларускага дзяржаўнага
тэхналагічнага ўніверсітэта

1
1038 ар.

утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь №512 от 17.05.2005.

Целью настоящей работы является разработка жидких полимерных составов (ПС), способных образовывать на корневых системах сеянцев сосны покрытия с улучшенными деформационно-прочностными характеристиками и высокой способностью к удержанию влаги.

Для достижения поставленной цели предусматривалось решение следующих задач:

1. Обосновать требования к свойствам ПС для обработки корневых систем сеянцев сосны и выбрать исходные компоненты на основе водорастворимых полимеров (ВП), ингредиентов природного происхождения (ИПП) и целевых добавок, выполняющих роль элементов питания и стимуляторов роста растений;
2. Исследовать структуру, физико-механические, физико-химические, технологические и функциональные свойства жидких ПС и получаемых на их основе покрытий;
3. Изучить влияние климатических факторов на свойства получаемых из ПС покрытий и провести оптимизацию концентраций ингредиентов по критериям влагоудерживающей способности и прочности;
4. Разработать новые ПС для обработки корневых систем сеянцев сосны, отличающиеся повышенной эффективностью и технико-экономическими показателями;
5. Отработать технологии получения ПС и обработки ими корневых систем сеянцев сосны, а также осуществить опытно-промышленную проверку полученной продукции.

Объектами исследования являлись ПС лесохозяйственного назначения с различной концентрацией ингредиентов, а также покрытия на их основе.

Предметом исследования являлись структура покрытий и физико-механические (реология составов, прочность при разрыве и эластичность покрытий), функциональные (способность удерживать влагу и целевые добавки), физико-химические (изменение структуры и прочности при разрыве покрытий при взаимодействии с климатическими факторами) свойства составов и получаемых из них покрытий.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

- Оптимальное соотношение концентраций двух ВП – натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ): полиакриламид (ПАА) = 5:0,27 для формирования высокоэластичных покрытий на корневых системах сеянцев сосны с длительным периодом растворения в водной среде;

- Кинетические закономерности изменения вязкости раствора двух полимеров с наполнителями, которые позволили повысить технологичность обработки корневых систем и обеспечить требуемый срок хранения составов;

- Новые полимерные составы для обработки корневых систем семян сосны с высокой способностью к удержанию влаги и улучшенными деформационно-прочностными характеристиками.

Как показали опытно-промышленные испытания разработанные составы позволяют предотвратить иссушение корневых систем семян сосны, уменьшить их повреждаемость при автоматизированной посадке на 6-15%, повысить приживаемость семян на 10-20% и исключить последующее дополнение посадочного материала.

Личный вклад соискателя наиболее полно представлен в работах, посвященных изучению влияния выбранных целевых добавок на тиксотропные свойства составов [11] и прочностные свойства покрытий на их основе [8], изучению морфологии и свойств покрытий на основе выбранных водорастворимых полимеров [3], установлению зависимостей вязкости ПС от температуры и концентрации ингредиентов [5], а также от времени их хранения [4], оптимизации состава с использованием симплекс – решетчатого метода планирования эксперимента [6], исследованию влияния разработанных составов на рост и приживаемость сосновых культур в лесах Беларуси [10], разработке метода контроля срока годности водных растворов выбранных полимеров [7], а также в создании рукописей данных работ. В работе [1] соискателем на основе проведенных литературного анализа и собственных научных исследований представлены история возникновения и общие сведения о полимерных материалах, методах их исследования и рекомендуемые рецептуры составов. Этапы диссертации обсуждались на конференциях различного уровня [8, 9, 11, 12]. В остальных публикациях личный вклад соискателя связан с участием в экспериментах, решением вопросов их аппаратно – методического обеспечения, обсуждением результатов и совместном формулировании выводов.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены и обсуждены на Международной научной конференции «Лес в жизни восточных славян от Киевской Руси до наших дней» (Гомель, 2003); Республиканской научной конференции «Гомельщина: экологические проблемы и пути их решения» (Гомель, 2004); Международной научно-практической конференции «Проблемы сельскохозяйственной радиологии и пути их решения» (Горки, 2004); Международной научной конференции «Наука о лесе: история, современное состояние и перспективы развития» (Гомель, 2005); Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов» (Минск, 2005); Международной научно-технической конференции «Полимерные композиты и трибология» («Поликомтриб-2005» и «Поликомтриб-2007») (Гомель, 2005 и 2007); Республиканской научной конференции «Экология и личность» (Гомель, 2006); III Белорусской научно-практической конференции «Научно-технические проблемы развития производства химических волокон в Беларуси» (с международным участием) (Могилев, 2006);

III Региональной конференции молодых ученых «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования» (Гомель, 2006).

Опубликованность результатов. По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликовано 12 работ, из них 1 – учебно-методическое пособие, 6 статей – в научных журналах, 3 – в сборниках научных трудов, 1 – в материалах конференций и 1 – тезисы доклада. Получено 2 патента Республики Беларусь, а 2 заявки на предполагаемые изобретения находятся на стадии рассмотрения в НЦИС. Общий объем публикаций по теме диссертации, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, составляет 2,83 авторского листа, общий объем остальных публикаций – 4,65 авторского листа.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, 6 глав, основных выводов и приложений, изложена на 128 страницах, содержит 43 иллюстрации на 36 страницах, 14 таблиц на 6 страницах и библиографический список, включающий 201 наименование литературных источников, на 16 страницах, приложения на 9 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведен краткий обзор литературных и патентных источников по теме диссертации. В данной главе широко описаны вещества, способные длительное время удерживать влагу, технологические приемы создания на их основе многофункциональных материалов, а также представлены способы регулирования их физико-химических свойств. Установлено, что наибольшее количество влаги способны удерживать гидрогели на основе химически сшитых полимеров (полиакриламид, полиакриловая кислота и т.п.). К недостаткам таких материалов, кроме их стоимости, относится нетехнологичность обработки (необходимо дозировано подавать их в углубление, сделанное сошником лесопосадочной машины для посадочного материала непосредственно в зону корневых систем). Такие материалы не могут образовывать покрытий на корневых системах растений и тем самым защищать их от повреждений при механизированной посадке леса.

Известные составы на основе альгината натрия и других водорастворимых природных и искусственных полимеров образуют низкопрочные покрытия. Кроме того, составы на основе таких полимеров обладают низкой влагоудерживающей способностью. Известно, что для увеличения влагоудерживающей способности верхнего плодородного слоя почвы, последнюю обрабатывают водными растворами полимеров с последующей вспашкой. К недостаткам такого приема относится большой расход (до 10 т/га) водных растворов полимеров.

В настоящее время для облесения больших площадей во всем мире используют лесопосадочные машины, которые отличаются между собой конструктивно. На основе патентных источников представлен сравнительный анализ используемых во всем мире лесопосадочных машин. Схематично представлена и дана характеристика лесопосадочной машины МЛА-1А «ИЛАНА», выпускаемой для нужд отечественной лесной отрасли ПО «Гомсельмаш» (г. Гомель).

На основе выполненного анализа литературных и патентных источников сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе описаны объекты и методы экспериментальных исследований, а также представлены данные об используемых ингредиентах и оборудовании.

Исходя из поставленных задач, для исследования были выбраны экологически безопасные, многотоннажно выпускаемые и широко применяемые во многих отраслях промышленности ВП: NaKMЦ (ТУ РБ 00204056.150-98), обладающая хорошей пленкообразующей способностью, и ПАА, обладающий высокими капсулирующими свойствами, в виде 6%-го водного геля (ТУ 6-01-1049-92). В качестве наполнителей использовали широко распространенные и промышленно добываемые ИПП - торф, сапрпель и глину, способные образовывать с водорастворимыми полимерами различного рода структуры. В качестве целевых добавок, выполняющих роль элементов питания и стимуляторов роста, были выбраны мочевины (ГОСТ 2081-92) и хлорид калия (ГОСТ 4568-95).

Структурные исследования проводили с использованием ИК-спектроскопии на ИК-спектрометре Nicollet-2400. Реологические свойства составов изучали на ротационном вискозиметре «Reotest-2.1» в режиме постоянных скоростей сдвига в диапазоне 3-1312 с⁻¹ с рабочим узлом типа «цилиндр – цилиндр» в интервале температур 18-50°C. Вязкость составов оценивали на вискозиметре типа ВЗ-246 (ГОСТ 8420-74). Прочность при разрыве определяли на разрывной машине ZM-40 (ГОСТ 14236-81). Эластичность покрытий оценивали по шкале гибкости ШГ-1 (ГОСТ 6806-73). Влагоудерживающую способность разработанных составов и время растворения покрытий изучали весовым методом с использованием аналитических весов ВЛР-200. Определение атмосферостойкости покрытий проводили в климатической лаборатории в камере искусственной погоды ИП-1-3 по методикам, разработанным и используемым в ИММС НАН Беларуси и в соответствии с ГОСТ 15150-69 и 9.708-83. Морфологию покрытий изучали с применением оптического микроскопа Intel Play. Различные значения относительной влажности воздуха создавали в эксикаторах с помощью насыщенных водных растворов солей (98%-ая влажность – насыщенный раствор CuSO₄·5H₂O, 85% – KBr, 76% – CH₃COONa·2H₂O, 45% – K₂CO₃·2H₂O). Основная часть исследований была проведена в аккредитованной ла-

боратории на аттестованном оборудовании. Концентрации всех ингредиентов в разработанных составах представлены в массовых процентах.

Обработку экспериментальных данных осуществляли с помощью методов математической статистики, а оптимизацию составов с применением программного пакета «Statistica 8.0». Результаты экспериментов представлены в виде таблиц, графиков и уравнений.

Опытно-промышленные испытания разработанных составов проводили в лесхозах Министерства лесного хозяйства Беларуси.

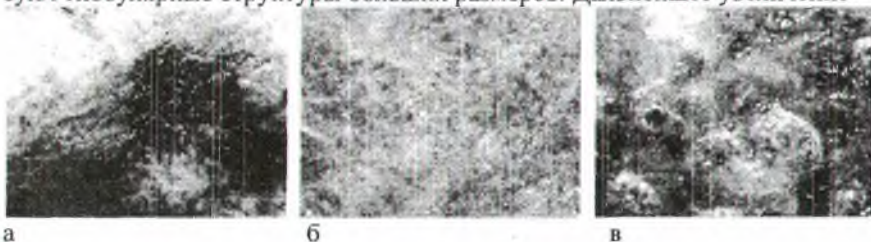
Третья глава посвящена сравнительному анализу эффективности применения ингредиентов при различных соотношениях их концентраций в ПС и относительной влажности воздуха; отработке технологии получения полимерных составов.

Установлено, что совместное использование в качестве матричных полимеров ПАА и NaКМЦ позволяет сочетать преимущества обоих полимеров. Одним из основных критериев выбора оптимальных концентраций ингредиентов являлась не только эффективная защита составами посадочного материала, но и технологичность обработки. Это значит, что ПС не должны препятствовать погружению корневых систем и не стекать с них после обработки. При этом на корневых системах должны образовываться защитные покрытия с легкодоступными для семян сосны целевыми добавками.

Установлено, что оптимальной концентрацией в водном растворе NaКМЦ является $5 \pm 1,5\%$. Увеличение концентрации ведет к образованию высоковязкого геля, который оказывает заметное сопротивление погружению корневой системы 1- и 2-летнего посадочного материала. Водные растворы с концентрацией NaКМЦ ниже оптимальных значений обладают значительно меньшей вязкостью, что затрудняет получение сплошных покрытий на корневых системах растений.

Так как водный раствор NaКМЦ имеет щелочную среду, в которой происходит частичный гидролиз ПАА и имидизация его амидных групп, приводящих к увеличению размеров макромолекулярных клубков, то важным критерием выбора оптимальной концентрации ПАА являлась образующаяся в ПС структура и обусловленные ею свойства покрытий. Для предотвращения растрескивания и сохранения высокой влагоудерживающей способности покрытий на корневых системах растений необходимым условием является их высокая эластичность. Установлено, что наибольшей эластичностью обладают покрытия, полученные из водных растворов NaКМЦ, что обусловлено их фибриллярным строением. Анализ экспериментальных данных показал, что покрытия, полученные из водных растворов ПАА, обладают низкой эластичностью, что связано с глобулярной структурой последнего. При введении ПАА в водный раствор NaКМЦ до соотношения NaКМЦ:ПАА=8,3:1 образуются покрытия соизмеримые с эластичностью покрытий NaКМЦ. По-видимому, это связано с образовани-

ем мелкоглобулярной структуры (рисунок 1). При увеличении концентрации ПАА в водном растворе до соотношения NaКМЦ:ПАА=4,2:1 эластичность покрытий незначительно снижается. Это обусловлено тем, что при таком соотношении ВП часть активных центров макромолекул не вступает во взаимодействие и такие макромолекулы ВП при испарении воды образуют глобулярные структуры больших размеров. Дальнейшее увеличение

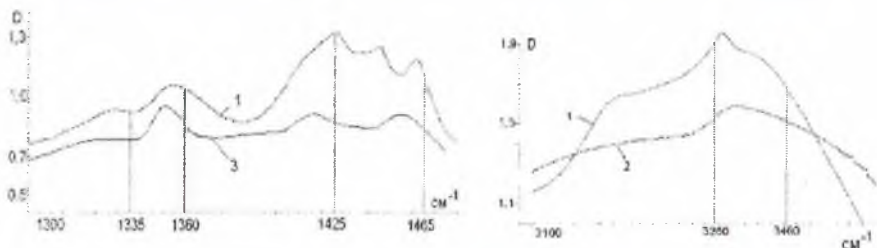


а – NaКМЦ; б – NaКМЦ: ПАА=8,3:1; в – NaКМЦ: ПАА=1,7:1

Рисунок 1 – Морфология покрытий, получаемых из водных растворов полимеров

концентрации ПАА ведет к резкому падению эластичности. При соотношении NaКМЦ:ПАА=1,7:1 эластичность падает в 4 раза, а при соотношении NaКМЦ:ПАА=1:1 - в 14 раз. Уменьшение эластичности связано с образованием крупноглобулярных структур, эластичность которых невысока. Установлено, что наибольшее сопротивление вымыванию полимеров оказывают покрытия, полученные из составов, где соотношение полимеров NaКМЦ:ПАА=16,7:1. Из проведенных исследований установлено, что оптимальной концентрацией ПАА является $0,3 \pm 0,03\%$.

Сравнительный анализ ИК-спектров (рисунок 2) покрытий толщиной 120 мкм, полученных из водных растворов как исходных полимеров, так и смеси, позволил установить, что при их совместном использовании интенсивность полос поглощения, отвечающих за водородные связи NaКМЦ



1 – на основе NaКМЦ + ПАА; 2 – на основе NaКМЦ; 3 – на основе ПАА (концентрация полимеров в растворах: NaКМЦ=5,0% и ПАА=0,3%)

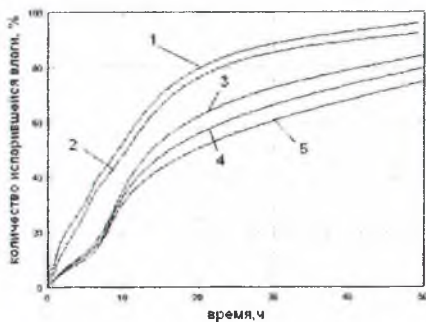
Рисунок 2 – ИК спектры полимерных покрытий

(3350-3400, 3455-3465, 3490 см^{-1}) и конформационно-чувствительные полосы ПАА (1335, 1360, 1425 и 1465 см^{-1}) увеличивается. Это свидетельствует о появлении в водной среде сложной структуры за счет образования дополнительных водородных связей между активными центрами макромолекул выбранных полимеров.

Введение ИПП в водные растворы полимеров приводит к образованию структурированных высокопластичных систем, что положительно сказывается на влагоудерживающей способности и прочности при разрыве формируемых на корневых системах сеянцев покрытий.

С целью увеличения влагоудерживающей способности составов были проведены исследования по влиянию природы выбранных наполнителей на данный параметр. Установлено, что введение в водный раствор NaKMЦ матричного полимера ПАА не приводит к увеличению влагоудерживающей способности. В то же время введение в ПС выбранных наполнителей способствует значительному снижению количества испарившейся влаги за аналогичный промежуток времени. Из рисунка 3 видно, что наибольшей влагоудерживающей способностью обладает ПС с торфяным наполнителем. Это обусловлено наличием в последнем большого количества пор и высокомолекулярных гуминовых веществ, содержащих иминные и амидные группы, которые, как известно, могут вступать во взаимодействие с ВП, образуя сложную структуру. В результате таких взаимодействий, а также адгезии ВП к ИПП, уменьшаются расстояния между ингредиентами, и увеличивается, тем самым, влагоудерживающая способность.

Установлено, что наибольшей влагоудерживающей способностью обладают ПС, содержащие совмещенные растворы полимеров ПАА и NaKMЦ и наполнитель в количестве 35-65%. В таком интервале концентраций наполнителя значения влагоудерживающей способности ПС находятся в доверительном интервале (наблюдаются колебания исследуемого параметра до 3%). По-видимому, при таких концентрациях ВП полностью связывают и покрывают наполнитель. Дальнейшее увеличение concentra-



Состав ПС в % : 1 – NaKMЦ [5], 2 – ПАА[0,3] + NaKMЦ [5], 3 – ПАА[0,3] + NaKMЦ [5] + сапрпель [5], 4 – ПАА[0,3] + NaKMЦ [5] + глина [5], 5 – ПАА[0,3] + NaKMЦ [5] + торф[5]

Рисунок 3 – Кинетика испарения влаги из разработанных составов (относительная влажность воздуха 85%)

ции наполнителей приводит к хрупкости образующихся из составов покрытий и появлению в них трещин. Это связано с тем, что при таких концентрациях не хватает макромолекул ВП для взаимодействия со всеми частицами ИПП, а водородные связи, возникающие между частицами наполнителей, не могут обеспечить высокопрочные и эластичные покрытия. Введение наполнителей в количестве ниже оптимальных значений способствует снижению влагоудерживающей способности, и уже через 20 часов с момента испытаний разность количества испарившейся влаги из составов с наполнителем и без превышает 20%.

Установлено, что в первые 10 часов с момента обработки модельных образцов разработанными составами величина относительной влажности воздуха не оказывает заметного влияния на влагоудерживающую способность. В последующем наблюдается резкая зависимость: относительная влажность окружающего воздуха – влагоудерживающая способность. Так, спустя 2 суток с момента обработки модельных образцов, разность количества испарившейся влаги при 85% и 98% относительной влажности окружающего воздуха, составляет более 30%.

Таблица - Зависимость влагоудерживающей способности разработанных составов от относительной влажности воздуха

Отн. влажность воздуха, %	Время от начала эксперимента, ч				
	3	10	20	35	42
45	75	66	15	13	2
85	93	72	47	38	32
98	95	76	64	57	48

Для получения гомогенных покрытий, а так же для предотвращения гель-блокирования важным является определение последовательности введения ингредиентов в ПС. Было установлено, что при приготовлении составов вначале необходимо растворить в водной среде целевые добавки и ПАА. После получения однородного раствора при перемешивании вводили NaКМЦ. После получения гомогенного геля вводили ИПП, которые для лучшего диспергирования в ПС предварительно выдерживались в водной среде 4 часа.

Четвертая глава посвящена изучению влияния природы, дисперсности и концентрации ИПП на эластичность и прочность при разрыве покрытий, образующихся из ПС. Также в главе приведена оптимизация концентрации ингредиентов по критериям: влагоудерживающая способность и прочность при разрыве, образующихся из разрабатываемых ПС покрытий. Введение ИПП позволяет не только повысить деформационно-прочностные характеристики покрытий, но и дополнительно обеспечить посадочный материал элементами питания и стимуляторами роста.

Дисперсность природных ингредиентов, используемых в разработанных составах, может существенно влиять на физико-механические свойства покрытий. В связи с тем, что сила тяжести крупной фракции (размером более 1 мм) ИПП больше адгезии между ними и ВП, покрытия из таких составов образуются хрупкие (разрушаются при закреплении в зажимах разрывной машины) и на гибких корневых системах одно- и двух-летнего посадочного материала растрескиваются. Это способствует увеличению скорости испарения влаги из зоны корневых систем, что снижает защитную способность. Мелкодисперсная фракция (менее 0,3 мм) ИПП требует дополнительных затрат при его дроблении. При обработке ПС с такой фракцией на корневых системах образуются покрытия с небольшим числом и размером пор, что затрудняет доступ кислорода к корневым системам растений и способствует угнетению роста посадочного материала. С учетом эластичности и прочности при разрыве покрытий установлено, что оптимальный размер частиц природного происхождения находится в интервале 0,3 – 0,8 мм.

На основе физических законов и экспериментов установлено, что скорость оседания оптимальной фракции ИПП составляет не более 0,7 м/ч. Поэтому при обработке крупных партий посадочного материала для получения на корневых системах растений однородных покрытий целесообразно его перемешать с интервалом не более 15-20 минут.

В настоящее время в Республике Беларусь широкое распространение получила автоматизированная посадка леса. В связи с этим важным условием эффективного использования ПС является высокая прочность при разрыве образующихся из них на корневых системах растений покрытий. Экспериментальные данные позволили установить, что максимальной прочностью при разрыве обладают покрытия, полученные из ПС, с концентрацией наполнителя в интервале 19-23%.

Для определения оптимальных концентраций ингредиентов в ПС была проведена оптимизация рецептуры по критериям: влагоудерживающая способность и прочность при разрыве образующихся из составов покрытий с использованием программного пакета «Statistica 8.0». Расчеты коэффициентов уравнения регрессии $Y=f(x, y, z)$ позволили получить следующие математические зависимости влияния x, y, z на изменения Y_1, Y_2 :

$$Y_1 = 34,1 \cdot x + 32,2 \cdot y + 36,5 \cdot z + 0,7 \cdot x \cdot y + 56,6 \cdot x \cdot z - 57,7 \cdot y \cdot z + 41,1 \cdot x \cdot y \cdot z$$

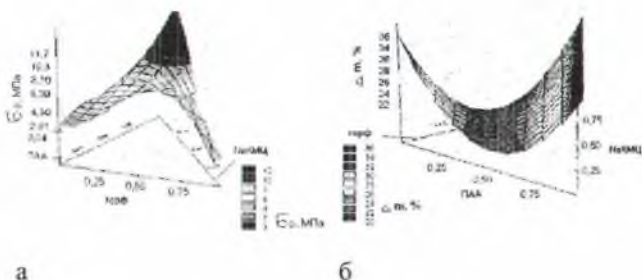
$$Y_2 = 1,4 \cdot x + 1,3 \cdot y + 0,3 \cdot z + 7,3 \cdot x \cdot y + 25,0 \cdot x \cdot z - 30,0 \cdot y \cdot z + 5,4 \cdot x \cdot y \cdot z$$

где Y_1 – количество испарившейся влаги спустя 8,5 часов с момента проведения эксперимента (относительная влажность воздуха 75%), %;

Y_2 – прочность при разрыве покрытий, МПа;

x, y, z – концентрации, соответственно, ПАА, NaKMЦ и ИПП (торф).

Полученные по математическим зависимостям поверхности отклика, представлены на рисунке 4. Они демонстрируют различные значения концентраций ингредиентов, способствующих проявлению максимальных свойств Y_1 и Y_2 . На основании применения коэффициентов значимости определены оптимальные концентрации ингредиентов в ПС: ПАА – 0,27 %, NaКМЦ – 5,00 %, торф – 34,00 % и остальное – вода.



а - зависимость прочности при разрыве покрытий;
 б - зависимость количества влаги, испарившейся за 8,5 часов с момента проведения эксперимента

Рисунок 4 – Свойства ПС в зависимости от концентраций ингредиентов

В связи с тем, что в Беларуси весь посадочный материал выращивается в базисных питомниках и его транспортировка до места посадки может занимать длительное время, то важным являлось изучение влияния климатических факторов на структуру и свойства покрытий. За основные показатели изменения физико-химических свойств были приняты прочность при разрыве, как основной характеристики защиты корневых систем растений от травмирования при механизированной посадке леса, и морфология поверхности покрытий. Установлено, что через 4 часа воздействий в камере искусственной погоды на покрытиях появляются видимые трещины, из-за которых прочность при разрыве снижается на 20-25%. Образцы, подвергнутые испытаниям в камере искусственной погоды свыше 6 часов, разрушались при закреплении в зажимных устройствах разрывной машины. Таким образом, ускоренные испытания на атмосферостойкость позволили установить, что покрытия способны выполнять свои защитные функции при воздействии в искусственных условиях климатических факторов не более 6 часов. Такое воздействие равносильно 2,5 месяцам экспозиции в естественных условиях климатической зоны Беларуси. В связи с тем, что транспортировка посадочного материала по территории страны и в близлежащие государства занимает не более одной недели, то разработанный состав можно использовать для обработки корневых систем растений в лесохозяйственном комплексе Беларуси и сопредельных государств.

Пятая глава посвящена изучению влияния целевых добавок на свойства разработанных составов и их изменение во времени. В настоящее время в нашей стране облесению подвергаются низкоплодородные земли,

что отрицательно сказывается на приживаемости и росте растений. В таких условиях растения нуждаются в обеспечении необходимыми элементами питания и стимуляторами роста. С учетом этих требований и были выбраны целевые добавки.

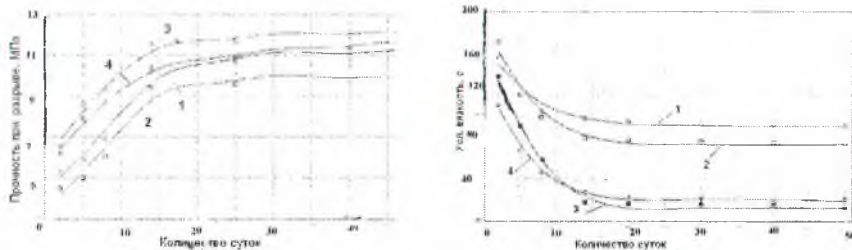
Из практики известно, что наличие в зоне корневых систем растений целевых добавок выше определенных значений приводит к замедлению развития растений, а это крайне нежелательно. Поэтому исследования влияния концентраций выбранных целевых добавок на свойства разработанных составов проведены с учетом агрономических требований.

В связи с тем, что ИПП оказывают структурирующее действие на ПС, то для изучения влияния концентраций целевых добавок на свойства составов ИПП не вводились.

Установлено, что введение в разработанные составы на основе NaKMЦ и ПАА + NaKMЦ хлорида калия до 0,05% способствует росту вязкости составов и прочности при разрыве образуемых из них покрытий. Это связано с тем, что хлорид калия является сильным электролитом и практически полностью диссоциирует на ионы, которые взаимодействуют с молекулами воды и образуют гидратированные ионы $[K(H_2O)_n]^+$, $[Cl(H_2O)_n]^-$. Такие ионы способствуют упорядочению гидратированной оболочки вокруг ВП. При дальнейшем увеличении концентрации хлорида калия вязкость снижается из-за проявления высаливающего эффекта. Аналогичная зависимость наблюдается и при введении мочевины (максимальная вязкость соответствует концентрации 0,07%). В увеличении вязкости вносит вклад образование дополнительных связей между молекулами мочевины и ВП. Дальнейшее увеличение концентрации мочевины (свыше 0,07%) приводит к появлению высаливающего эффекта. Образование дополнительных связей в ПС способствует увеличению прочности при разрыве получаемых из таких составов покрытий.

В связи с тем, что получение составов и обработка ими корневых систем растений может происходить в различные временные промежутки, то важно было установить закономерности изменения свойств составов с течением времени. Сравнительный анализ ПС с различными целевыми добавками концентрацией 0,05% и без них позволил установить, что вязкость всех составов равномерно снижается и стабилизируется лишь спустя 2 недели с момента приготовления (рисунок 5). За это время вязкость составов с целевыми добавками в зависимости от их природы снижается в 2 и более раза интенсивнее, чем вязкость составов без них. В то же время прочность при разрыве покрытий, получаемых из ПС с различными сроками выдержки, равномерно увеличивается и, так же как и вязкость, стабилизируется спустя 2 недели с момента приготовления составов.

Анализ ИК-спектров и морфологии поверхностей свидетельствуют об уменьшении количества меж- и внутримолекулярных водородных связей с увеличением времени выдержки.



Состав ПС: 1 – NaКМЦ+ПАА; 2 – NaКМЦ;

3 – NaКМЦ+ПАА + мочевины, 4 – NaКМЦ+ПАА + КСl

Рисунок 5 – Зависимость условной вязкости ПС и прочности при разрыве, получаемых покрытий, от времени выдержки

Реологические кривые составов с различной концентрацией целевых добавок свидетельствуют о неоднозначном воздействии последних на тиксотропные свойства составов. Наибольшими тиксотропными свойствами обладают составы с концентрацией хлорида калия $\approx 0,1\%$ (разность касательных напряжений между реологическими кривыми при градиенте сдвига $26,957 \text{ с}^{-1}$ в таких ПС в 3,3 раза больше, чем в водных растворах полимеров). На наш взгляд, это связано с упорядочением структуры за счет противоионов K^+ и Cl^- , которые электростатически воздействуют (притягивают или отталкивают) на активные центры макромолекул. Дальнейшее увеличение концентрации хлорида калия способствует разрушению заряженными противоионами сольватной оболочки вокруг ВП.

Мочевина, хоть и в меньшей степени, но тоже увеличивает тиксотропные свойства, а максимальное значение наблюдается при концентрации $\approx 0,1\%$. Незначительные изменения (в сравнении с хлоридом калия), по-видимому, связаны с морфологическими особенностями молекул мочевины.

Тиксотропные свойства составов с различными сроками выдержки практически не изменились, что, по-видимому, связано с конкурирующим действием нескольких факторов – образованием надмолекулярных структур NaКМЦ и деструкцией ПАА. Наличие в составе мочевины и хлорида калия является препятствующим фактором для обоих явлений.

Так как обработка корневых систем растений происходит в весенне-осенний периоды, когда температура окружающей среды (а, следовательно, и составов) может изменяться в значительном интервале, то важно изучить вязкость составов при различных температурах и концентрациях целевых добавок. Зависимости вязкости составов от концентрации целевых добавок при постоянной температуре были адекватно аппроксимированы степенным многочленом, а температурная зависимость вязкости составов при

постоянной концентрации ингредиентов - уравнением де Гусмана – Андраде.

Для мочевины и хлорида калия при $T=20^{\circ}\text{C}$ степенной многочлен имеет вид, соответственно:

$$\eta = -505,7 \cdot x^5 + 1758,6 \cdot x^4 - 2072,8 \cdot x^3 + 932,5 \cdot x^2 - 116,8 \cdot x + 190,0$$

$$\eta = 213,9 \cdot x^5 - 678,2 \cdot x^4 + 710,8 \cdot x^3 - 301,7 \cdot x^2 + 56,5 \cdot x + 190,0$$

При концентрации мочевины и хлорида калия 0,05 % уравнение де Гусмана-Андраде имеет вид, соответственно:

$$\eta = 0,103 \cdot e^{\frac{91,94}{T}}$$

$$\eta = 0,105 \cdot e^{\frac{91,94}{T}}$$

Полученные математические модели позволяют, применяя ЭВМ, определять оптимальные концентрации целевых добавок в конкретных погодных условиях без привлечения высококвалифицированных специалистов.

Шестая глава посвящена практической реализации результатов исследований. Для подтверждения возможности практического использования разработанных составов в лесхозах Гомельского производственного лесохозяйственного объединения Министерства лесного хозяйства Беларуси были проведены опытно-промышленные испытания. С целью объективности полученных результатов испытания были проведены совместно с сотрудниками ГНУ «Институт леса НАН Беларуси».

Проведенные испытания позволили установить, что повреждаемость корневых систем семян сосны после обработки разработанными составами снизилась до 4%, в то время как при обработке торфо-глинистой смесью – 13%, без обработки – 20%.

Для исследования влияния разработанных составов на рост и приживаемость семян сосны были заложены опыты с использованием однолетнего посадочного материала сосны. Высоту растений и текущий прирост за первый вегетационный период определяли путем линейного замера всех растений по вариантам опыта. Приживаемость лесных культур определяли путем учета всех растений.

Установлено, что количество погибшего посадочного материала по сравнению с контролем (обработка торфо-глинистой смесью) снизилось более чем в 2,5 раза, а годовой текущий прирост увеличился на 25%.

Для установления эффективности разработанного состава целесообразно сравнить его с известными аналогами, которые в настоящее время широко используются в лесокультурном производстве. Для объективного сравнительного анализа стоимость аналогов определяли из суммы стоимости входящих ингредиентов.

В качестве аналогов были выбраны составы на основе альгината натрия, NaКМЦ и гидрогель (основа – сшитый ПАА). Сравнительный анализ результатов свидетельствует, что при обработке разработанным составом количество неприжившегося посадочного материала снижается как минимум в 1,6 раза, а повреждаемость – в 1,5 раза.

В результате проведенных исследований установлено, что разработанный состав не уступает известным аналогам при меньшей его стоимости.

Рассчитанная экономическая эффективность от использования разработанных составов при посадке леса площадью в один гектар составила около Br 54 тыс. Расход концентрированного ПС на 1000 шт. однолетнего посадочного материала составляет 2,0–3,0 л.

При расчете экономической эффективности следует учитывать, что по оценкам экономистов уже в настоящее время экологические характеристики (кислородпроизводящая, почвозащитная, санитарно-гигиеническая, водоохранная, климатическая и т.п.) одного гектара леса в три раза и более превышают стоимость древесных ресурсов на корню. Таким образом, проведенные испытания позволили установить, что разработанный нами полимерный состав эффективен в лесокультурном производстве Республики Беларусь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработаны полимерные составы лесохозяйственного назначения на основе водорастворимых полимеров, характеризующиеся высокой влагоудерживающей и защитной (от механических повреждений захватывающими устройствами лесопосадочных машин) способностями [1, 2, 6, 10]. Составы содержат целевые добавки, которые способствуют лучшей приживаемости и росту семян сосны за счет обеспечения растений элементами питания [8, 9]. Оценена эффективность составов как на основе одного, так и двух водорастворимых полимеров. На примере ПАА и NaКМЦ установлено, что введение в водный раствор жесткоцепного полимера, имеющего щелочную среду, глобулярного полимера с амидными группами приводит к имидизации последних и увеличению глобулярных структур, что способствует в зависимости от концентраций водорастворимых полимеров к снижению эластичности образующихся покрытий до 12 раз. Максимальной эластичностью обладают покрытия, полученные из растворов на основе NaКМЦ или двух водорастворимых полимеров при соотношении не ниже NaКМЦ:ПАА=8,3:1 [3].

2. Осуществлен выбор водорастворимых полимеров и ингредиентов природного происхождения, необходимых при приготовлении составов для обработки корневых систем растений. Установлено, что ПАА и NaКМЦ оптимально подходят для приготовления составов, используемых при об-

работке корневых систем сеянцев сосны. В качестве ингредиента природного происхождения рекомендовано использовать торф фракцией 0,3–0,8 мм, который способствует образованию на корневых системах растений высокопрочных и эластичных покрытий с высокой влагоудерживающей способностью [2, 12]. С использованием программного пакета «Statistica 8.0» были рассчитаны коэффициенты уравнений регрессии и с их помощью установлена оптимальная концентрация ингредиентов: 0,27% – ПАА, 5,0 % - NaKMЦ и 34 % - ИПП (торф), остальное – вода [6].

3. На модельных образцах показано влияние климатических факторов (УФ-излучение, влажность окружающей среды) на структуру и прочность покрытий из разработанных составов. Установлено, что климатическое воздействие, эквивалентное 2,5 месяцев экспозиции в естественных условиях Беларуси, способствует образованию дефектов в структуре и снижению прочности при разрыве в 2–4 раза [11]. На основании проведенных экспериментов установлено, что при низкой относительной влажности воздуха (ниже 80 %) вокруг корневой системы сеянцев сосны необходимо создавать замкнутое пространство. В таких условиях концентрацию ИПП необходимо доводить до уровня 40-60% [2].

4. Оценено влияние концентраций выбранных целевых добавок и температуры составов на их вязкость и прочность при разрыве получаемых из них покрытий [4, 8]. Показано, что контролируемые параметры со временем изменяются и стабилизируются лишь спустя две недели с момента приготовления составов [7]. Установлено, что введение в составы целевых добавок концентрацией свыше 0,05% приводит к снижению вязкости, которая после стабилизации в 2-2,5 раза ниже, чем у составов без добавок [4]. С учетом характера физико-химических взаимодействий, происходящих в составах, разработаны математические модели, которые с требуемой точностью описывают зависимости «условная вязкость–температура» и «условная вязкость–концентрация целевой добавки» [5, 12].

5. В ходе выполнения работы разработаны и запатентованы составы на основе водорастворимых полимеров, отличающиеся между собой пленкообразующей способностью, которые могут найти применение как при ручной посадке леса, так и при механизированной [9, 10, 13-16]. Результаты научных исследований положены в основу цикла лекций, читаемого в ГУО «Республиканский учебный центр по подготовке, переподготовке и повышению кадров лесного хозяйства» [1].

6. Опытно-промышленные испытания разработанных составов, а также отработка технологий по их получению и обработки корневых систем сеянцев сосны успешно прошли испытания в лесхозах Министерства лесного хозяйства Беларуси. Экономический эффект от использования полимерных составов составил Вг 160 млн.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие

1. Копытков, В.Вас. Медленнодействующие удобрения и композиционные полимерные составы в лесном хозяйстве: учеб.-метод. пособие / В.Вас. Копытков, В.В. Копытков; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Минск, 2007. – 93 с.

Статьи в научных журналах

2. Копытков, В.В. Влияние наполнителей на влагоудерживающую способность композиционных полимерных составов / В.В. Копытков, Л.М. Гуринович // *Материалы. Технологии. Инструменты.* – 2006. – №1, (Т.11). – С. 74–77.

3. Копытков, В.В. Морфология и свойства покрытий, приготовленных из смеси водорастворимых полимеров / В.В. Копытков // *Материалы. Технологии. Инструменты.* – 2006. – №3, (Т.11). – С. 72–75.

4. Копытков, В.В. Влияние концентраций ингредиентов в составе для обработки корневых систем растений на его свойства / В.В. Копытков // *Вестник фонда фундаментальных исследований (раздел «Научные публикации»)* – 2006. – №4. – С. 114–122.

5. Копытков, В.В. Составы для обработки корневых систем растений и их вязкость / В.В. Копытков // *Вестник Тамбовского государственного технического университета.* – 2007. – №2Б, (Т. 13). – С. 605–611.

6. Копытков, В.В. Оптимизация рецептуры полимерного состава на основе водорастворимых полимеров и наполнителя с помощью симплекс-решетчатых планов / В.В. Копытков // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки.* – 2007. – №8. – С. 30–33.

7. Копытков, В.В. Метод контроля срока годности водных растворов полимеров / В. В. Копытков // *Пластические массы.* – 2007. – №8. – С. 32–34.

Статьи в сборниках научных трудов

8. Копытков, В.В. Влияние целевых добавок в полимерных пленочных покрытиях для обработки корневых систем растений / В.В. Копытков // *Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси.* – Гомель, 2005. – Вып. 63: Проблемы лесоведения и лесоводства (Институту леса НАН Беларуси – 75 лет). – С. 212–214.

9. Копытков, В.Вас. Технология выращивания посадочного материала с использованием микоризы и композиционных составов / В.Вас. Копытков, В.В. Трухоновец, Е.В. Жумигин, В.В. Копытков // *Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси.* – Гомель, 2005. – Вып. 63: Проблемы лесоведения и лесоводства (Институту леса НАН Беларуси – 75 лет). – С. 214–215.

10. Копытков, В.В. Исследование влияния композиционного полимерного состава для предпосадочной обработки корневых систем на рост и приживаемость сосновых культур / В.В. Копытков // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2005. – Вып. 64: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 126–132.

Материалы конференций

11. Корецкая, Л.С. Особенности использования композиционных материалов и целевых добавок для решения экологических проблем / Л.С. Корецкая, В.В. Копытков // Экология и личность: материалы республ. науч. конф. (15 декабря 2005) / УО «Гомель. гос. мед. ун-т»; редкол.: О. Г. Акушко [и др.]. – Гомель, 2006. – С. 141–145.

Тезисы докладов

12. Копытков, В.В. Влияние наполнителей на функциональные свойства составов лесохозяйственного назначения // В.В. Копытков, Е.В. Жумигин // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования: материалы 3 Гомел. рег. конф. молодых ученых, Гомель, 3-4 октября 2006 г. / ИММС НАН Беларуси. – Гомель, 2006. – С. 24 – 26.

Изобретения

13. Состав для обработки корней саженцев лесных культур: пат. 9918 Респ. Беларусь, МПК7 А 01 G 7/06 / В.Вас. Копытков., Л.С. Корецкая, В.В. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси». – № а 20050151; заявл. 15.02.05; опубл. 30.10.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 5. – С. 42.

14. Состав для защиты корневой системы растений от иссушения: пат. 9928 Респ. Беларусь, МПК7 А 01 G 7/06 / В.Вас. Копытков., Л.С. Корецкая, В.В. Копытков; заявители ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и ГНУ «ИММС НАН Беларуси». – № а 20050061; заявл. 21.01.05; опубл. 30.10.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 5. – С. 42.

15. Состав для сохранения влаги в зоне корневых систем посадочного материала: Заявка № а 20061329, МПК7 А 01 G / В.В. Копытков; заявитель ГНУ «ИММС НАН Беларуси». – заявл. 26.12.2006.

16. Состав для защиты корневой системы сеянцев: Заявка № а 20070249, МПК7 А 01 G / В.В. Копытков; заявитель ГНУ «ИММС НАН Беларуси». – заявл. 07.03.2007.

РЕЗЮМЕ

Копытков Владимир Владимирович

ПОЛИМЕРНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ

Ключевые слова: натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы, полиакриламид, ингредиент природного происхождения, целевая добавка, полимерный состав, свойства, оптимизация.

Объекты исследования: полимерные составы лесохозяйственного назначения с различной концентрацией ингредиентов, а также покрытия на их основе.

Предмет исследования: структура состава, свойства составов и покрытий на их основе.

Цель исследования: разработка эффективных полимерных составов для обработки корневых систем растений, способных длительное время удерживать влагу и образовывать покрытия, защищающие корневую систему от механических повреждений захватывающими устройствами при механизированной посадке леса.

Методика исследования и аппаратура: при исследовании физико-химических свойств составов и покрытий были использованы традиционные методы испытаний, в том числе ИК-спектроскопия, ускоренные климатические испытания, методы математического моделирования и прогнозирования с использованием ПЭВМ. Эксплуатационные характеристики составов оценивали путем натуральных испытаний.

Разработаны составы для обработки корневых систем растений, представляющие собой водный раствор полимеров с включением ингредиентов природного происхождения и целевых добавок. Исследован комплекс свойств составов, а также покрытий на их основе. Установлены оптимальные концентрации ингредиентов состава, обеспечивающие сохранение в течение длительного времени влаги в зоне корневых систем растений и образующие высокопрочные покрытия.

В 2006 и 2007 годах разработанные составы успешно прошли испытания в лесхозах Министерства лесного хозяйства Беларуси.

РЭЗЮМЭ

Капыткоў Уладзімір Уладзіміравіч

ПАЛІМЕРНЫЯ САСТАВЫ ДЛЯ АПРАЦОЎКІ КАРАНЁВЫХ СІСТЭМ СЕЯНЦАЎ САСНЫ

Ключавыя словы: натрыевая соль карбоксиметылцэлюлозы поліакрыламід, інгрэдыент прыроднага паходжання, мэтавая дабаўка, палімерны састаў, уласцівасці, аптымізацыя.

Аб'екты даследавання: палімерныя саставы лесагаспадарчага прызначэння з рознай канцэнтрацыяй інгрэдыентаў, а таксама пакрыцці на іх аснове.

Прадмет даследавання: структура саставу, уласцівасці саставаў і пакрыццяў на іх аснове.

Мэта даследавання: распрацоўка эфектыўных палімерных саставаў для апрацоўкі каранёвых сістэм раслін, здольных працягла час утрымліваць вільгаць і ўтвараць пакрыцці, якія ахоўваюць каранёвую сістэму ад механічных пашкоджанняў захопнымі прыстасаваннямі пры механізаванай пасадцы лесу.

Методыка даследавання і апаратура: пры даследаванні фізіка-хімічных уласцівасцяў саставаў і пакрыццяў былі выкарыстаны традыцыйныя метады выпрабаванняў, у тым ліку ІЧ-спектраскапія, паскораныя кліматычныя выпрабаванні, метады матэматычнага мадэлявання і прагназавання з выкарыстаннем ПЭВМ. Эксплуатацыйныя характарыстыкі саставаў ацэньвалі шляхам натуральных выпрабаванняў.

Распрацаваны саставы для апрацоўкі каранёвых сістэм раслін, якія ўяўляюць сабой водны раствор палімера і ўтрымліваюць інгрэдыенты прыроднага паходжання і мэтавыя дабаўкі. Даследаваны комплекс уласцівасцяў саставаў, а таксама пакрыццяў на іх аснове. Устаноўлены аптымальныя канцэнтрацыі інгрэдыентаў саставу, якія забяспечваюць захаванне на працягу доўгага часу вільгаці ў зоне каранёвых сістэм раслін і ўтварэнне высокатрывалых пакрыццяў.

У 2006 і 2007 гадах распрацаваныя саставы паспяхова прайшлі выпрабаванні у лясгасах Міністэрства лясной гаспадаркі Беларусі.

SUMMARY

Kopytkov Vladimir Vladimirovich

POLYMERIC COMPOSITIONS FOR TREATMENT OF ROOT SYSTEMS OF PINE SEEDLINGS

Key words: sodium carboxymethyl cellulose, polyacrylimide, natural ingredient, target addition, polymeric composition, properties, optimization.

Objects of investigation: polymeric compositions of forestry purpose with varied concentration of ingredients and coatings based on them.

Subject of investigation: the structure of compositions, proprieties of compositions and coatings based on them.

Aim of the work: to develop effective polymeric compositions for treatment of root systems of plants, capable of retaining moisture for long periods of time and forming coatings for protection of root systems from mechanical damage done by catching devices during mechanized afforestation.

Methods of research and instrumentation: while analyzing physico-chemical properties of compositions and coating traditional methods of testing were used, including infrared spectroscopy, accelerated environmental tests, mathematical modeling and forecasting methods with the application of computers. Service characteristics of the compositions were estimated by means of full-scale tests.

Compositions for treatment of root systems of plants have been developed, which present water solutions of polymers and include ingredients of natural origin and special additions. A complex of proprieties of the compositions as well as coatings based on them has been studied. Optimum concentrations of the ingredients of the composition have been determined to provide retention of moisture in the area of root systems for long periods of time and forming high-strength coatings.

The developed compositions have been successfully tested in 2006 and 2007 at forestly farms of Ministry of forest industry.

ВКОНН

Научное издание

КОПЫТКОВ Владимир Владимирович

**Полимерные составы для обработки корневых систем
сеянцев сосны**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 31.10.2007 г. Формат бумаги 60×84 1/16.
Бумага офсетная № 1. Гарнитура Таймс. Напечатано на ризографе.
Усл. печ. Л. 1,4. Тираж 60 экз. Зак. № 17-07.

ИММС НАНБ, 246050, г. Гомель, ул. Кирова 32А
Лицензия №02330/0133007 от 01.04.04