

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной и
международной деятельности
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический
университет имени С. М. Кирова»,
кандидат с.-х. наук, доцент
А. А. Добровольский



«29» 08 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (ФГБОУ ВО «СПбГЛТУ им. С.М. Кирова») на диссертационную работу Федорова Владимира Сергеевича на тему «Переработка коры хвойных пород с использованием моноэтаноламина: получение дубильного экстракта и утилизация одубины», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины

Актуальность темы диссертационной работы

Лесозаготовительная промышленность и деревообрабатывающие предприятия используют биомассу дерева на 70-40%. При лесозаготовке 20-40% биомассы дерева в виде кроны дерева (древесная зелень), корней и пней остается в лесу. При переработке заготовленной древесины, в зависимости от вида деятельности предприятий, в товарный продукт переходит от 40 до 80% заготовленной биомассы дерева. В результате только около половины биомассы дерева используется в товарный продукт, остальная часть биомассы – отходы основных производств – в основном теряется, попутно создавая серьезные экологические проблемы. Отходы в виде коры составляют значительную часть таких потерь биомассы дерева.

Древесная кора, выполняя одну из основных функций, транспортируя по функциональной части флоэмы продукты фотосинтеза до корневой

системы, переносит биологически активные вещества для питания паренхимных тканей ствола (камбиальная зона, запасающие и эпителиальные клетки) и корней, способствуют росту и защите растений от патогенов. Наличие в коре таких веществ ставит её в число важных сырьевых источников для переработки с получением биологически активных веществ и продукции технического назначения. Многие научные группы в России и за рубежом работали над актуальной проблемой коры – отхода деревоперерабатывающих производств. Но проблема не решена и до сих пор является актуальной.

Научная новизна результатов исследования

Научная новизна результатов исследования приведена автором диссертационной работы в следующих разделах диссертации и автореферате: введение с.9-10 Диссертации; в разделе «Научная новизна» Автореферата с.5.

Впервые получен дубильный экстракт с высоким уровнем доброкачественности (более 60%) из коры сосны обыкновенной и лиственницы сибирской с использованием в качестве экстрагента водного раствора моноэтаноламина без применения стадий нейтрализации и ультрафильтрации, характерных для известного способа с использованием водно-щелочного экстрагента.

Получены регрессионные уравнения, описывающие влияние технологических параметров на выход экстрактивных веществ и флавоноидов, что позволило определить условия проведения процесса экстракции и повысить эффективность извлечения целевых компонентов.

Впервые показано, что полученный моноэтаноламинный экстракт дубильных веществ в жидкой фазе обладает высокой стабильностью при хранении (в течение 12 месяцев) и пригоден для применения в кожевенно-меховом и текстильном производствах, что позволит исключить из технологической линии стадии облагораживания и получения экстракта в твёрдой форме. Показана возможность использования проэкстрагированного остатка в качестве субстрата для получения белкового кормового продукта.

Научную новизну возможно было бы расширить за счет 2 и 3 абзаца раздела «Научная новизна» примерно в такой редакции:

1. На основании построенной математической модели выделения экстрактивных веществ и флавоноидов, диаграмм Парето установлены закономерности увеличения селективности выделения фенольных соединений из коры сосны обыкновенной и лиственницы сибирской

бинарным экстрагентом – водным 5% моноэтаноламином при модуле 14, температуре – 90-95⁰С и времени экстракции 5 часов.

2. Впервые с использованием спектральных методов анализа в экстракте, выделенном из коры хвойных пород деревьев бинарным экстрагентом, определены моноэтаноламинные производные мономерных фенольных соединений, фенольных олигомеров и фрагментов лигнина.

Тем более, что ранее в 70-х годах прошлого столетия, на семинарах кафедры «Химии древесины» Э.М. Чупкой и заведующим кафедрой В.М. Никитиным было озвучено, что при варке древесины на основе моноэтаноламина предположено разрушение связей «лигнин-гемицеллюлозы». Ваша работа, скорее всего, подтверждает эту вероятность и безусловно является научной новизной. Возможно даже, объясняет и повышение выхода фенольных соединений в экстракте.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Выявленные закономерности извлечения экстрактивных веществ из коры хвойных пород древесины – отходов деревообработки бинарным экстрагентом – 5% водным раствором моноэтаноламина, определено высокое содержания фенольных соединений в экстракте – основы дубящих свойств продукта, предложена и разработана технология производства дубильного экстракта. Проведенные испытания на действующем предприятии показали высокое качество дубления кожевенных изделий (овчины), окраски текстильных и меховых материалов. Результаты получения дубильных экстрактов и их испытаний, рекомендации по использованию приведены в главе 5 Диссертации с.128-132, в Автореферате – с.19-20; Акты испытаний в Приложении Г Диссертации с.179-185 и Приложение Д с.186.

Остаток после экстракционной переработки коры – одубина, направляется на биотехнологическую переработку с использованием базидомицетов. Описание процесса переработки послеэкстракционного остатка микробиологическим способом и рекомендации к использованию приведены в Диссертации с.132-133, Автореферат с.21. Акты испытаний полученного микробиологическим способом продукта для использования в рационах телят в качестве кормовой добавки – Диссертация, Приложение Е на с.187-198.

Исходя из результатов исследования и разработки технологии переработки коры хвойных пород деревьев – сосны обыкновенной и лиственницы сибирской, отходов деревообработки, автором

диссертационной работы В.С. Федоровым предложена химическая безотходная технология, использующая все компоненты коры, с получением импортозамещающего дубильного экстракта и на основе микробиологической технологии переработки неэкстрагируемого остатка – кормовой добавки в рацион телят, способствующего увеличению их живой массы на 12,5% по сравнению с контролем.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений,
выводов и рекомендаций, выносимых на защиту**

Представленные в диссертации Федоровым В.С. научные положения, выводы и заключение не вызывают сомнений. Диссертационная работа основана на глубокой проработке литературы по тематике, в работе применялись современные методы проведения исследований, многократное повторение опытов с использованием сертифицированного оборудования с последующей статистической обработкой данных. Цели и задачи, поставленные в диссертационной работе, полностью выполнены, выводы по диссертационной работе хорошо согласуются с полученными результатами исследований. В приложении имеются акты, подтверждающие успешно проведенные испытания. Результаты работы докладывались и обсуждались на научных конференциях различного уровня. Всего по теме диссертационного исследования автором опубликовано 26 печатных работ, включая 3 статьи в изданиях перечня ВАК, и 3 статьи в изданиях Scopus и WoS.

Оценка структуры и содержания диссертационной работы

Структура диссертационной работы Федорова Владимира Сергеевича построена по требованиям к научным отчетам и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 198 страницах, включая 25 рисунков и 26 таблиц. Библиографический список включает 288 наименований.

Во введении автором обоснованы актуальность темы, научная новизна, определены цель и задачи исследования, указаны основные положения, выносимые на защиту, приведены основные результаты, полученные при проведении исследований, разработки технологий и апробации опытных партий продукции в производстве.

В первой главе проведен аналитический обзор литературы, в котором рассмотрены существующие и ранее предложенные направления по

использованию коры; рассмотрены химический состав и состав соединений экстрактивных веществ коры основных хвойных пород России – ели, лиственницы, сосны и кедра. Особое внимание уделено получению и использованию дубильных веществ, а также микробиологической переработки лигноуглеводных компонентов, используемых в работе.

Во второй главе приведены основные методы и методики исследования – определение характеристик исходного сырья – коры сосны обыкновенной и лиственницы сибирской, приведено описание разработки условий процесса экстракции, определения суммы ароматических соединений, содержания суммы полифенолов. Для характеристики полученных экстрактов использовали инструментальные методы анализа – ИК- и ЯМР-спектроскопия, гель-фильтрация. Описаны методики получения опытных партий дубильных экстрактов и кормового продукта, твердофазное культивирование с использованием базидальных грибов рода *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel (штамм PP-3.2) и *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst (штамм G14-16A).

В третьей главе представлены результаты проведенных исследований и их обсуждение. Установлено, что содержание экстрактивных веществ в исследуемых объектах значительно – 20 % для коры лиственницы и 30% для коры сосны. В связи с этим кора сосны и лиственницы являются перспективным сырьем для получения БАВ. Математическая модель процесса экстракции МЭА коры сосны обыкновенной и лиственницы сибирской показывает, что максимальные показатели выхода экстрактивных веществ и доброкачественности достигаются при соблюдении следующих условий: размер частиц коры до 1 мм, концентрация МЭА – 5 %, гидромодуль – 14, температура 90-95 °С, продолжительность экстракции – 5 ч.

Представлены результаты исследования по значению pH, содержанию флавоноидов в зависимости от времени хранения МЭА-экстракта в жидкой форме. В процессе концентрирования автором установлено изменение доброкачественности экстрактов. Установлено, что оптимальный срок хранения – не более 12 месяцев. Автором показано, что отход после экстракции обладает хорошей адсорбционной активностью и может быть использован в качестве субстрата для микробиологической переработки – биоконверсии субстрата грибами белой гнили *Pleurotus pulmonarius* PP-3.2. Полученная кормовая добавка может быть использована в рационах для телят молочного возраста.

В четвертой главе описаны результаты испытания продуктов комплексной переработки коры хвойных. Для подтверждения практической значимости предлагаемых технологических решений и пригодности получаемых продуктов была наработана в разработанных режимах опытная партия МЭА-экстрактов и апробирована в производственных условиях ООО "МИП "ЭКОМ". Экстракты обеспечивали качественное дубление, способствуя улучшению прочностных характеристик кожи и повышению её устойчивости по сравнению с контролем. Показано также, что физико-механические и химические свойства мехового полуфабриката, полученного методом танинного дубления, соответствуют требованиям ГОСТ 4661-76 для хромового дубления, за исключением температуры сваривания, что подтверждает высокую технологическую пригодность МЭА-экстрактов для кожевенно-мехового производства.

В пятой главе даны рекомендации по промышленному использованию коры. Представлены блок-схема комплексной переработки коры и разработанная автором технологическая схема, рассчитаны технико-экономические показатели.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований автором сформулировано заключение по диссертационной работе.

По диссертационной работе имеются замечания

1. На с.56 п.2.1. автором сказано, что «Объектом исследования служила воздушно-сухая кора сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.)». В тексте диссертации не приведено, откуда были взяты образцы коры – отобраны автором лично, получены от предприятия или иной способ получения. Формулировка «воздушно-сухая кора» подразумевает, что влажность должна была бы составить в диапазоне от 15 до 20%, но на с. 72 экспериментальной части автором указана влажность коры сосны – 6,7 %; лиственницы – 6,5 %.
2. На с.72 приведена табл.3.1 с компонентным составом коры, однако в методической части не представлено, какими методиками пользовался автор для определения каждого показателя. Что автор подразумевает в таблице под негидролизуемым остатком? Вероятно, следовало бы написать «лигнин» для простоты понимания.
3. На с.81 табл.3.5 приведены данные по значению pH, содержанию флавоноидов в зависимости от времени хранения МЭА-экстракта в жидкой

форме. Содержание флавоноидов и величина рН уменьшаются при хранении выше 18 месяцев. С чем автор связывает эту зависимость? Проводился ли подобный эксперимент с сухим экстрактом? В сравнении со свежим экстрактом и экстрактом после 12 месяцев хранения, содержание флавоноидов увеличилось практически на 3,1% после хранения. Чем это можно объяснить?

4. На с.89 рис.3.5 представлены ИК-спектры концентрированных экстрактов коры сосны обыкновенной и лиственницы сибирской и их описание. Автор указывает на различия в интенсивности колебаний в некоторых областях, например, $3000-2800\text{ см}^{-1}$, $1000-1200\text{ см}^{-1}$. Но существенных различий между спектрами нет.

5. Не очень удачный термин «полифенолы» - не имеет однозначности. Введение с.6 «...важное значение имеют фенольные соединения, обладающие биологической активностью и дубящей способностью». И далее «... вещества фенольной природы, так называемые танины...». На следующей странице «МЭА ... обеспечивает выход целевых компонентов, прежде всего полифенольной природы...» и так далее. Часто не ясно, что полифенолы – это полимеры (олигомеры) или вообще соединение с несколькими гидроксилами в бензольном ядре.

6. Имеются некоторые неточности по тексту диссертации: название соединения с.22 Диссертации приведено написание «протокатехиновая», а правильно – протокатеховая; в списке литературы ссылка 35 фамилия одного из авторов приведена как А.Б. Бур., а правильно А.В. Буров. Приведено неправильная ссылка на название вуза – «лесохозяйственная академия», а должна быть «лесотехническая академия».

Указанные замечания не снижают значимость данной диссертационной работы и носят рекомендательный характер.

Заключение

Диссертация Федорова Владимира Сергеевича на тему «Переработка коры хвойных пород с использованием моноэтаноламина: получение дубильного экстракта и утилизация одубины» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения переработки коры сосны и лиственницы – отходов деревообрабатывающих производств с использованием нового для лесохимии бинарного экстрагента – водного раствора моноэтаноламина, с получением дубильного экстракта с высоким уровнем доброкачественности

и стабильности. Оптимальные параметры технологического процесса установлены методом математического моделирования. Апробация дубильного экстракта на ООО «МИП «ЭКОМ» показала его пригодность для выделки кож мехового полуфабриката. Красящие свойства определены на текстильных волокнах различного состава – хлопковых, полиамидных и шерстяных, для производства смесовых тканей.

Остаток после экстракции бинарным экстрагентом коры сосны использовали для разработки технологии получения кормовой добавки к рациону телят молочного периода выращивания. Исследованы влияния на переваримость питательных веществ, интенсивность роста, биохимический статус крови. Опытную партию кормового продукта изготавливали на основе одубины коры сосны методом биоконверсии базидомицетов. Изучение кормового продукта проведено в производственных условиях ООО «Аксел» Темниковского района Республики Мордовия. Комплексный подход, включающий использование разработанных экстрактов и биоконверсии проэкстрагированного остатка, способствует формированию экологически-безопасных производств увеличению использования биомассы дерева, получению импорто-замещающегося дубильного экстракта и эффективной кормовой добавки для животноводства.

Диссертационная работа Федорова В.С. отвечает критериям, установленным в п. 9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в текущей редакции), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Автор работы – Федоров Владимир Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Отзыв на диссертацию подготовлен на основании обсуждения его на заседании кафедры технологии лесохимических продуктов, химии древесины и биотехнологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (протокол заседания №8 от «25» августа 2025 года.

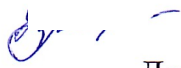
Отзыв подготовили:

заведующий кафедрой технологии

лесохимических продуктов, химии древесины и биотехнологии, доктор химических наук (05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки древесины; химия древесины), старший научный сотрудник

 Роцин
Виктор Иванович

доцент кафедры технологии лесохимических продуктов, химии древесины и биотехнологии, кандидат химических наук (05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины)

 Миксон
Дарья Сергеевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»,
194021, Санкт-Петербург, Институтский переулок, д. 5, литер У
Тел. +7(812) 217-92-95
E-mail: forestchem@mail.ru

