

ОТЗЫВ

официального оппонента **Рощина Виктора Ивановича**, доктора химических наук, старшего научного сотрудника, профессора кафедры технологии химической переработки биомассы дерева ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» на диссертационную работу **Фахрутдиновой Лейсан Рамилевны** на тему «Технология и аппаратурное оформление процесса извлечения бетулина из коры берёзы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Актуальность выбранной темы.

Бетулин как природное вещество, выделяемое из коры березы, известен около трехсот лет. Все эти годы в большей или меньшей степени привлекает внимание исследователей. В последние 20-30 лет особенно возрос интерес к бетулину в связи с выявленными его и различных на его основе производных биологических свойствах: противоопухолевые, противовоспалительные, антиоксидантные, антимикробные и другие. Все чаще встречаются в торговой сети препараты, содержащие бетулин – различные виды кремов для наружного применения, порошки и капсулы в качестве БАДов для внутреннего приема; в медицинских изделиях, а также в пищевой промышленности. Раскрытие возможности использования бетулина, высокая химическая стабильность при его технологическом выделении, сохранности в получаемых продуктах, кажущая легкость выделения его из коры березы и неудовлетворенность в настоящее время потенциальных покупателей бетулина на рынке продаж вызывает осознание недостаточной теоретической базы для разработки экологичной и безотходной технологии бетулина из бересты.

Основное содержание бетулина до 40% от массы находится в корке коры березы – бересте. Основные сырьевые источники бересты – ЦБК, предприятия по производству фанеры, деревообрабатывающие производства. Целлюлозно-бумажная промышленность окаривают древесину естественной влажности как сухим, так и мокрым способом. В деревообрабатывающей промышленности отходы, содержащие березовую кору, отделяются в виде обрезков, кусков древесины. Процессы отделения коры от древесной части, сепарация коры на части, отделение бересты от луба, и последующее измельчение бересты до кондиционных размеров для экстракции бетулина изучены недостаточно. Особенности строения структурных компонентов бересты, состоящих из суберина, бетулина и других тритерпеноидов, полифенольных компонентов проявляют устойчивость к микроорганизмам, механическим и химическим воздействиям (берестяные грамоты, лапти и т.д.).

Представленные и решенные в диссертационной работе целевые задачи по разработке технологии и аппаратного оформления коры березы – вторичных отходов деревообрабатывающих производств, являются актуальными для увеличения степени использования биомассы дерева, снижения импорта востребованного продукта – бетулина – для различных отраслей промышленности и товаров народного потребления. Косвенным подтверждением востребованности разрабатываемой технологии бетулина являются и выполнение работ в рамках проектов «Техно-Старт» и «Умник».

Общая характеристика работы.

Диссертационная работа Фахрутдиновой Л.Р. содержит необходимые разделы, отражающие суть проведенного исследования. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической и экспериментальной частей, обсуждений полученных результатов исследований и главе по возможности организации комплексной переработки коры березы в промышленных масштабах на основании полученных результатов экспериментальных исследований; заключения по работе и списка используемой литературы из

123 наименований, приложения, включающего Акт о принятии к внедрению технологии извлечения бетулина из коры березы с утверждением Генерального директора АО «Ласкрафт», двух патентов на изобретение «Способ получения бетулина» и «Способ переработки березовой коры».

Материал диссертации изложен на 131 странице машинописного текста, включает 55 рисунков и 6 таблиц.

Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

1. В результате экспериментальной работы разработаны научные основы процессов извлечения бетулина из коры – вторичного сырья переработки древесины березы с получением биологически активного вещества березы.

2. Определены зависимость коэффициента массопроводности бересты от температуры толуола, выбранного в качестве экстрагента бетулина.

3. Разработана математическая модель процесса экстракции бетулина из бересты березы с использованием в качестве экстрагента толуола.

Таким образом, научная новизна сформулированных положений очевидна, что подтверждено патентами Российской Федерации.

Практическая значимость диссертационной работы.

1. Береста содержит основной искомый компонент – бетулин, в отличие от луба березовой коры в котором высокое содержание лупеола, и который является одним из основных компонентов сопутствующих бетулину. Проведенные исследования и выявленные зависимости: водо- и влагопоглощения от температуры и времени нахождения в измельчителе; плотности бересты и луба от влажности исходной коры позволили предложить и разработать методику основных параметров процессов сепарации качественной бересты от луба при использовании определенных видов оборудования.

2. Определены зависимости времени пропитки и нагрева до заданной температуры экстракции в зависимости от модуля экстрагента и мощности нагревательного элемента.

3. Разработана технология и предложено оборудование переработки коры березы с получением бетулина 50кг/сутки.

Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения, выводов и заключений соискателя, представленных в диссертации. Достоверность полученных результатов исследований и обоснованность научных положений обеспечивается использованием современных химических теоретических представлений экстракционной переработки древесного сырья при интерпретации экспериментальных результатов. Теоретические положения работы базируются на анализе современной отечественной и зарубежной литературы. Экспериментальные исследования выполнены с применением современных общепринятых методик. Разработанные математические модели адекватно описывают основные процессы экстракционной технологии: процессы прогрева и пропитки частиц сырья экстрагентом; процесс извлечения бетулина из бересты. Полученные результаты эксперимента адекватны расчетным. Статистическая обработка результатов проведена в соответствии с общепринятыми методами, трехкратное повторение экспериментов минимизирует влияние случайных ошибок. Выводы приведенные в разделе «Заключение» логически вытекают из полученных результатов моделирования эксперимента.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта. Теоретическая значимость работы заключается в развитии научных основ экстракции биологически активных веществ из растительного сырья. Полученные данные о кинетике влагопоглощения, плотности луба и бересты, коэффициенты массопроводности вносят вклад в теорию тепло- и массопереноса в капиллярно-пористых материалах. Разработанная математическая модель может служить основой для оптимизации и

масштабирования не только процесса экстракции бетулина, но и аналогичных процессов переработки растительного сырья. Практическая значимость работы чрезвычайно высока. Разработанная технология и инженерные методики расчёта позволяют организовать промышленное производство бетулина на малых и средних предприятиях лесопромышленного комплекса. Ожидаемое внедрение результатов на АО «Ласкрафт» (г. Казань) и использование материалов в учебном процессе ФГБОУ ВО «КНИТУ» подтверждает практическую востребованность работы. Реализация технологии позволит решить проблему утилизации отходов, создать новый высоковостребованный продукт, снизить зависимость от импорта и получить значительный экономический эффект.

Соответствие автореферата диссертации. Автореферат диссертации адекватно и полно отражает основное содержание диссертационной работы. Все основные положения, выносимые на защиту, научная новизна, выводы и рекомендации, представленные в диссертации, нашли свое отражение в автореферате. Объем и структура автореферата соответствуют требованиям «Положения о присуждении ученых степеней».

Соответствие диссертации, как научно-квалификационной работы, требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней». Диссертационная работа Фахрутдиновой Л.Р. соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

В представленном исследовании разработаны и научно обоснованы новая технология и аппаратное оформление процесса извлечения бетулина, направленные на решение важной прикладной задачи импортозамещения и рационального использования отходов лесопереработки, что имеет существенное значение для развития лесопромышленного комплекса.

Несмотря на высокий уровень работы, можно высказать ряд замечаний и вопросов:

1. В работе практически не затрагиваются вопросы экологической безопасности, кроме общего тезиса о "замкнутом цикле". Не рассмотрены проблемы, связанные с улавливанием паров толуола при загрузке/выгрузке, обезвреживанием возможных сточных вод, содержащих следы органики, и утилизацией отработанного рафината, который может быть загрязнен толуолом. Для промышленного внедрения необходима разработка раздела экологической безопасности.

2. В диссертации и автореферате отсутствуют данные по качественной характеристике получаемого продукта – бетулина. Температура плавления, газожидкостная хроматография. Эти данные будут необходимы для технических условий на продукт.

3. При масштабировании пилотной установки слой загруженной бересты будет значительным. При размере 1-2 мм загружаемой бересты в экстракторе возможно её уплотнение. Это грозит снижением массопроводности растворителя сквозь уплотненный слой бересты и образованием в нем непроэкстрагированных частей. Начнет работать истина «...жидкость дырочку найдет». Наблюдали ли Вы такое явление в эксперименте?

4. Можно ли предложенную установку использовать для экстракции других веществ из растительного сырья, или она предназначена только для бетулина?

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

Заключение

Диссертационная работа Фахрутдиновой Лейсан Рамилевны представляет собой завершенное научное исследование, в котором решена важная задача по созданию технологии получения бетулина из отходов древесины березы.

Особого внимания заслуживает практическая направленность работы. Разработанная технология защищена двумя патентами на изобретение, принята к внедрению на предприятии АО "Ласкрафт" (г.Казань) и используется в учебном процессе ФГБОУ ВО КНИТУ «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Автором опубликовано 17 научных работ, в том числе 5 статей в журналах из перечня ВАК и 1 статья в издании, индексируемом в базе Scopus. Полученные гранты «УМНИК» и «Техностарт» свидетельствуют о признании научно-технического потенциала разработки.

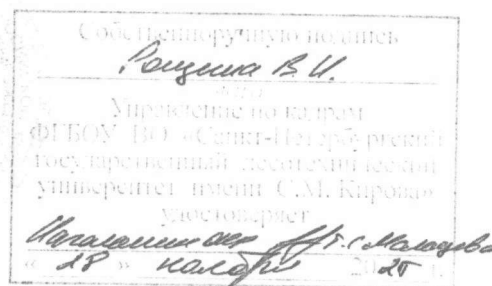
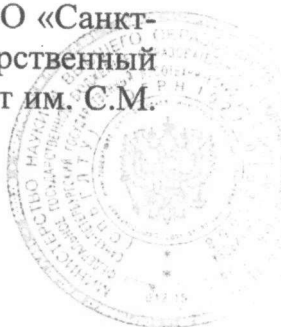
Структура работы логична, материал изложен последовательно, теоретические положения подтверждены экспериментальными данными и математическим моделированием. Выявленные замечания носят частный характер и не снижают общей высокой оценки исследования.

Диссертация «Технология и аппаратное оформление процесса извлечения бетулина из коры берёзы» соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в текущей редакции), а её автор Фахрутдинова Лейсан Рамилевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. "Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины".

Официальный оппонент: доктор химических наук (05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки древесины; химия древесины), старший научный сотрудник, профессор кафедры «Технологии химической переработки биомассы дерева» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова»
Рощин Виктор Иванович

 Рощин В.И.

«28» ноября 2025 г.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова», 194021, г. Санкт-Петербург, Институтский переулок, д. 5, литер У; телефон: 89818077214, e-mail: forestchem@mail.ru.

Вход. № 05-8684
« 03 » 12 2025 г.
подпись 