

проректор по научной и
международной деятельности
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический
университет имени С. М. Кирова»,
канд. с.-х., доцент

канд.
Александр Ал.
Дс



012-15

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 Илаловой Гузель Фандасовны на тему «Технология переработки древесных отходов в биополимеры и продукты на их основе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины

В прошлом, в настоящее время и, вероятно, в будущем перед Лесопромышленным комплексом важной и актуальной проблемой является комплексная и полная переработка биомассы дерева. При заготовке древесины от 20 до 40% биомассы дерева остается в лесу, при деревообработке еще дополнительно от 20 до 40% биомассы теряется в виде опилок, стружки, щепы, образцов древесины, которые могут быть вторичными древесными сырьевыми ресурсами для био- и химической переработки.

Представленная Гузель Фандасовной Илаловой, диссертационная работа направлена на разработку технологий химической переработки вторичных древесных сырьевых ресурсов с переводом основных структурных компонентов – углеводсодержащих высокомолекулярных полимеров в раствор мономеров и твердый остаток – гидролизный лигнин.

Гидролизат подвергается биоконверсии подобранными микроорганизмами с получением биополимеров – ксантана и

полигидроксibuтирата (ПГБ). Ксантан и ПГБ являются одними из наиболее перспективных биополимеров, но высокой стоимости и низкой возможностью крупнотоннажного производства. Предлагаемые автором технические решения позволяют использовать в качестве наполнителя биополимера ПГБ твердого остатка, что приводит к снижению себестоимости конечной продукции – биокompозита, и полного использования вторичного сырьевого ресурса.

Научная новизна результатов исследования

Работа содержит научно-обоснованные технические и технологические решения, ориентированные на получение биополимеров на основе отходов древесного сырья и применение в производстве биополимеров и продуктов на их основе.

1. Установлены закономерности процесса гидролиза сернистой кислотой в качестве катализатора высокомолекулярных углеводных структурных компонентов клеточной стенки (гемицеллюлоз и целлюлозы) с учетом распада моносахаридов древесины, образовавшихся в побочные продукты в зависимости от температуры и времени проведения процесса, определены константы скорости химических реакций соответственно.

2. Изучен состав углеводной части гидролизата и сопутствующих соединений ароматической природы – ингибиторов биоконверсии. Предложен и разработан эффективный вариант подготовки гидролизата к биоконверсии.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Разработана математическая модель процесса гидролиза древесного сырья сернистой кислотой, которая позволит определить влияние режимных параметров на выход редуцирующих веществ.

На основании выявленных закономерностей процесса гидролиза предложен и осуществлен вариант разработанной технологии с использованием сернистой кислоты в две стадии.

Разработан композитный состав из полученных ПГБ и целлолигнина с соотношением 60/40 мас.%, который обладает высокими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками для применения в сельскохозяйственной и лесной промышленности в производстве контейнеров для выращивания растений с закрытой корневой системой, поскольку обладает прочностью на растяжение и биоразлагаемостью.

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

Представленные в диссертации Илаловой Г.Ф. научные положения, выводы и заключение не вызывают сомнений. Диссертационная работа основана на глубокой проработке литературы по тематике, а приведенные результаты исследований по процессу гидролиза древесного сырья, методов очистки и нейтрализации гидролизатов, получения ксантана и ПГБ усиливают доказательную базу по применению отходов древесного сырья в получении биополимеров и продуктов на их основе.

Сходимость результатов экспериментальных исследований с теоретическими расчетами находится в пределах 11,5%, а также сопоставляется с результатами других авторов в данной области, что не оставляет сомнений в достоверности полученных данных.

В диссертационной работе применялись современные методы проведения исследований, опыты проводились на сертифицированном оборудовании.

Публикации и соответствие автореферата диссертационной работе

Автореферат отражает основное содержание и выводы по диссертационной работе.

По материалам диссертации опубликовано 18 научных трудов. Основные результаты диссертационной работы изложены в 6 статьях, рекомендуемых перечнем ВАК, 6 статьях, индексируемых в Scopus, и 1 патенте на изобретение РФ. Отдельные части диссертации докладывались на всероссийских и международных конференциях различного уровня.

Оценка структуры и содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Илаловой Гузель Фандасовны состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 162 страницах, включая 70 рисунков и 18 таблиц. Библиографический список включает 174 наименования

Во введении автором обоснованы актуальность темы, научная новизна, определены цель и задачи исследования, указаны основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен аналитический обзор существующих отходов древесного и сельскохозяйственного сырья. Исследованы биополимеры на основе растительного сырья и определены перспективные биополимеры для дальнейших разработок. Рассмотрены существующие методы переработки данного сырья в процессах получения биополимеров.

Во второй главе автором дается подробное описание физико-химической картины процесса гидролиза древесного сырья в сернистой кислоте, включая процесс пропитки древесных частиц кислотой, результаты по определению констант скорости химических реакций для гемицеллюлоз, целлюлоз и моносахаридов. Проведена проверка математической модели на адекватность. Представлены данные по исследованию продуктов гидролиза, которые были получены при разработанных технологических режимах.

В результате исследования двухступенчатого метода гидролиза древесного сырья установлена целесообразность его применения и рациональные режимные параметры процесса.

В третьей главе автором представлена технология получения биополимеров на основе гидролизатов древесного сырья. Исследования по предварительной подготовке кислотных гидролизатов производились различными методами, в результате чего определены рациональные методы очистки и нейтрализации ионнообменными смолами и активным углем для очищения гидролизатов от фенольных соединений. На основе результатов анализа исследовались процессы получения ксантана на штамме бактерий *Xanthomonas campestris* ВКПМ-6720 и полигидроксibuтирата культивированием штаммов бактерий *Cupriavidus necator* ВКПМ В-8619.

В четвертой главе проведены исследования композитов на основе полигидроксibuтирата и трех различных видов наполнителей: древесной муки, целлолигнина и смеси древесной муки и целлолигнина. Проанализированы характеристики исходного сырья, применяемого в композитных составах, произведена подготовка образцов для проведения экспериментов. Рассмотрены исследования композитных материалов с различным соотношением биополимера и наполнителей, в том числе по плотности, твердости, прочности при растяжении, ударной вязкости. Определены эксплуатационные свойства композитных составов, включая водопоглощение, стойкость к действию химических сред, биологическую стойкость и стойкость композитов к УФ-излучению. На основе результатов определено рациональное содержание целлолигнина в композитном материале для применения их в промышленности.

В пятой главе даны рекомендации по промышленному использованию композитных материалов на основе ПГБ и целлолигнина. Определены показатели текучести расплава композитов, исследовано воздействие пигментов на композиты и их адгезионные свойства, определены влажность и вязкость ксантановой камеди. В результате разработана технология производства биоконтейнера на композитном составе при соотношении ПГБ и целлолигнина 60/40 мас.%, а также предложено использование ксантана в

косметической промышленности. Представлен технико-экономический расчет эффективности предлагаемых решений по получению биополимеров и продуктов на их основе.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований автором сформулированы основные **выводы по диссертационной работе.**

В приложении представлены данные ИК-спектроскопии, патент на изобретение, акт внедрения и диплом победителя конкурса «Техностарт».

Рекомендации по использованию результатов

Предлагаемая технология получения биополимеров и продуктов на их основе может быть рекомендована лесохимическим предприятиям и деревообрабатывающим предприятиям, а также специалистам, работающим в области получения биополимеров.

В ходе прочтения диссертационной работы и автореферата возникли **некоторые вопросы и замечания:**

1. Диссертационная работа относится к научному отчету и по ГОСТ требует ряд разделов, в частности: методы и методики, используемые в работе – данная глава отсутствует в Диссертации. На наш взгляд, предпринятое диссертантом изложение методического раздела, разнесенного по отдельным главам 2-5 экспериментальной части – обоснованно. Тем не менее

- На с.50 диссертации указано, что в качестве исходного сырья для гидролиза использовали древесные опилки сосны обыкновенной фракцией до 2мм., а на с.54 «... мелкоизмельченное древесное сырье фракцией до 2 мм...», с.96 «... в качестве наполнителя ... лесопильные отходы сосновой древесины (...фракция 1-2 мм) и ниже «...смесь сосновой муки...». Древесные опилки, лесопильные отходы – подразумевает их получение механическим способом на предприятиях деревообработки. Мелкоизмельченное сырье – самостоятельное из получение. Фракция до 2 мм – выражение двусмысленное поскольку до 2 мм могут быть частицы большего размера и могут быть от 0,5 до 2-х мм. Размер частиц влияет на выход РВ при гидролизе, уменьшение размера – уменьшение выхода РВ. Нет данных по влажности и химическому составу структурных компонентов используемого сырья.

- в качестве гидролизующего агента использована 4% сернистая кислота. Не приведено как определяли концентрацию сернистой кислоты при её получении и каким образом рассчитывали до 4% концентрации для

гидролиза. Были ли попытки проведения аналогичных опытов с использованием соляной кислоты?

2. Для определения состава гидролизата (с.64-66) использовали ВЭЖХ, условия хроматографии и идентификации в тексте отсутствуют.

3. ИК-спектр пропускания древесных опилок и целлолигнина, рис.2.21 с.67, приложение А, с.157-159. Определить различия крайне трудно, возможно, снятие спектра поглощения дало бы больше информации.

4. Таблица 3.2 – Содержание моносахаридов в гидролизатах и таблица 3.3. – Содержание фенольного вещества на с.81. Содержание дано в г/мл. Вероятно, опечатка, нужно мг/мл.

5. Таблица 3.3 с.81 первая колонка – дегидрокверцетин, вероятно ошибка, поскольку должно быть «дигидрокверцетин».

6. В тексте диссертации часто встречаются термины «отходы деревообработки», «отходы растительного сырья» и т.д. Согласно Федеральному закону от 14 июля 2022г. №268-ФЗ такие отходы правильно именовать «вторичные ресурсы».

Вышеуказанные замечания не снижают ценность и значимость данной диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Илаловой Гузель Фандасовны на тему «Технология переработки древесных отходов в биополимеры и продукты на их основе» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения по использованию отходов деревообрабатывающих производств с получением гидролизатов, полученных в процессе гидролиза древесных отходов 4 мас.% сернистой кислотой, применяемых в качестве питательной среды при культивировании бактерий в биополимеры, а именно, ПГБ и ксантана. Применение целлолигнина в качестве наполнителя в композитных составах на основе ПГБ для производства биоконтейнеров для выращивания растений с закрытой корневой системой. Предложенные биополимеры представляют несомненный интерес и могут быть использованы в качестве альтернативных полимеров.

Диссертационная работа Илаловой Г.Ф. 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 Илалова Гузель Фандасовна 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 ее на заседании кафедры технологий лесохимических продуктов, химии древесины и биотехнологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (протокол заседания №4 от «26» ноября 2024 года).

Отзыв подготовили:

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

Рощин
Виктор Иванович

доцент кафедры технологий 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

Вход. № 05-8238
« 02 » 12 2024 г.
подпись

