

В Диссертационный совет 24.2.403.03
при Федеральном государственном
бюджетном образовательном учреждении
высшего образования
«Сибирский государственный
университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева»

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. профессора Дубового Владимира Климентьевича на диссертацию Слизиковой Елены Александровны «Совершенствование способа получения микрокристаллической целлюлозы из отходов растительного происхождения», 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.

Актуальность исследования обусловлена одной из проблем производства микрокристаллической целлюлозы – низким качеством конечного продукта. Это связано с тем, что в России практически отсутствует производство целлюлозы для химической переработки, и в качестве сырья используется целлюлоза общего назначения, не отвечающая строгим требованиям по содержанию α -целлюлозы и зольности, что сказывается на свойствах конечного продукта. Дополнительным сдерживающим фактором выступает высокая себестоимость традиционных видов сырья – хлопка и древесины хвойных пород, что ограничивает развитие отрасли.

В этих условиях особую значимость приобретает поиск альтернативных источников сырья. Сельскохозяйственные отходы растительного происхождения представляют собой перспективный, экологически обоснованный и экономически выгодный ресурс, рациональное использование которого позволяет одновременно решить задачу утилизации и снизить нагрузку на окружающую среду. Однако их применение требует совершенствования технологии переработки с учётом неоднородности химического состава и морфологического строения.

Одним из направлений повышения качества МКЦ является включение стадии предгидролизного размола волокнистой массы. Этот процесс позволяет увеличить удельную поверхность волокон, развить их фибрилляцию, повысить водоудерживающую способность и обеспечить более эффективный контакт целлюлозы с кислотой. В связи с этим проведение исследований, направленных на совершенствование способа получения МКЦ из отходов растительного происхождения с использованием предгидролизного размола, является актуальной научной и практической задачей, решение которой позволит снизить себестоимость продукции, повысить её качество и обеспечить технологическую независимость отечественных производителей.

Научная новизна исследований и полученных результатов диссертационной работы Слизиковой Е.А. заключается в том, что разработан и

теоретически обоснован способ получения МКЦ из отходов растительного происхождения с предгидролизным размолотом волокнистой массы на полупромышленной дисковой мельнице, разработаны математические модели, которые позволяют оценить влияние технологических режимов проведения кислотного гидролиза целлюлозы: концентрации кислоты, степени помола волокнистой массы, температуры и продолжительности гидролиза на степень полимеризации и степень кристалличности МКЦ.

Установлена зависимость влияния структурно-морфологических свойств волокнистой массы из отходов растительного происхождения на качественные характеристики МКЦ (степень полимеризации, степень кристалличности, насыпную плотность, фракционный состав) и определены оптимальные режимы проведения кислотного гидролиза с предварительным размолотом волокнистой массы, обеспечивающие экономическую эффективность производства МКЦ из отходов растительного происхождения. Методом рентгенодифрактометрии установлено, что МКЦ, полученная новым способом, соответствует структурным параметрам МКЦ, производимой по стандартным технологиям.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Выносимые на защиту научные положения обоснованы и полностью раскрыты в диссертации и публикациях автора. Основные положения диссертационной работы изложены в 17 публикациях, из них 2 – в изданиях перечня ВАК, 3 – в журналах, индексируемых базой Scopus, и 3 патента Российской Федерации на изобретение. Обоснованность и достоверность выводов и результатов данной работы базируется на использовании современных методов исследования, обширного объема экспериментальных данных, полученных с использованием современного лабораторного оборудования, а также их математической и статистической обработке. Научные утверждения и выводы, касающиеся количественной и качественной оценки результатов получения МКЦ с предгидролизным размолотом волокнистой массы, подкреплены фактическими данными.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы.

Теоретическая значимость представленной работы определяется разработкой комплексной методологической базы для проведения экспериментальных исследований и упорядочением принципов планирования эксперимента. Систематизация этих принципов позволяет стандартизировать подходы к организации научной работы, обеспечивает воспроизводимость результатов, что, в свою очередь, способствует повышению достоверности и надёжности полученных экспериментальных данных.

В ходе исследования были выявлены корреляционные зависимости между технологическими параметрами гидролиза и основными характеристиками микрокристаллической целлюлозы. Для количественной оценки влияния процесса гидролиза были построены математические модели на основе регрессионного анализа, что позволило более точно описывать и контролировать ход технологического процесса.

При расчете уравнений регрессии были определены значимые коэффициенты и исключены статистически незначимые. Определен характер изменения

поверхностей откликов степени полимеризации и степени кристалличности МКЦ независимо от вида сырья и режимов гидролиза.

В работе представлены результаты и даны рекомендации по получению микрокристаллической целлюлозы из отходов растительного происхождения с применением предгидролизного размола волокнистой массы, позволяющие повысить качество готового продукта, снизить расход химических реагентов на стадии кислотного гидролиза, а также снизить экологическую нагрузку за счёт переработки крупнотоннажных сельскохозяйственных отходов.

Разработан и запатентован способ получения МКЦ, гидрогеля на её основе, а также рецептуры теста для кексов с добавлением МКЦ. Результаты работы апробированы в производственных условиях (ООО «Сибирский вкус», г. Абакан) и используются в учебном процессе СибГУ им. М.Ф. Решетнева при подготовке студентов по направлениям, связанным с целлюлозно-бумажным и фармацевтическим производством.

Личный вклад соискателя.

Личное участие автора не вызывает сомнений и заключается в сборе и анализе литературных данных, планировании и проведении экспериментов, обработке полученных результатов, формулировании выводов, подготовке публикаций и оформлении патентов.

Оценка структуры и содержания диссертационной работы.

Диссертация изложена на 170 страницах машинописного текста, включая 24 рисунка и 16 таблиц, состоит введения, четырех глав, выводов, списка использованных источников, включающего 175 ссылок на отечественные и зарубежные источники и 10 приложений. В приложениях приведены результаты экспериментальных исследований и акты апробации.

Введение. Автором обоснована актуальность темы, сформулированы научная новизна, цель и задачи исследования, указаны основные положения, выносимые на защиту, изложены методики, степень достоверности экспериментальных исследований и их апробация.

Первая глава представляет собой аналитический обзор литературы по морфологическим особенностям отходов растительного происхождения (солома пшеницы, хлопковый линт, листья ананаса, костра технической конопли). Рассмотрены существующие способы получения МКЦ, включая кислотный гидролиз, а также влияние процесса размола на свойства волокнистых полуфабрикатов. Проанализированы области применения МКЦ в различных отраслях промышленности. Автором сделан вывод о недостаточной изученности влияния предгидролизного размола на качество МКЦ из отходов растительного происхождения.

Во второй главе приведена характеристика объектов исследования (целлюлозы из соломы пшеницы, хлопкового линта, листьев ананаса), основные методы и методики исследования: сульфатная варка, отбелка по ЕСF- технологии, кислотный гидролиз соляной кислотой, определение качественных характеристик (степень полимеризации, степень кристалличности, белизна, насыпная плотность, фракционный состав, набухаемость). Представлена методика предгидролизного размола на полупромышленной дисковой мельнице с прямолинейной восьмисекторной гарнитурой (угол наклона ножей 22,5°). Описан процесс

получения гидрогелей в системе ДМАА/LiCl. Приведен план многофакторного эксперимента (план Бокса) с использованием программы STATGRAPHICS® Centurion для четырёх переменных факторов (продолжительность гидролиза, степень помола, температура, концентрация кислоты) с двумя выходными параметрами (степень полимеризации и степень кристалличности).

В третьей главе представлены и проанализированы результаты экспериментальных исследований. Установлены режимы сульфатной варки и отбелки целлюлозы из отходов растительного происхождения, обеспечивающие содержание альфа-целлюлозы не менее 92 % и зольности менее 0,1 %. Выявлено, что размол волокнистой массы перед кислотным гидролизом приводит к снижению степени полимеризации МКЦ в 2,6–3,7 раза, повышению степени кристалличности в 1,2 раза, увеличению набухаемости в 2–3 раза и насыпной плотности в 1,3–1,6 раза в зависимости от вида сырья. На основе регрессионного анализа получены математические модели, позволяющие прогнозировать степень полимеризации и степень кристалличности МКЦ. Установлено, что наибольшее влияние на выходные параметры оказывает степень помола волокнистой массы (X_2). Определены оптимальные режимы гидролиза: для соломы пшеницы – 50 мин, 50 °ШР, 80 °С, 43,75 кг/м³; для хлопкового линта – 30 мин, 50 °ШР, 80 °С, 43,75 кг/м³. Экспериментально подтверждена возможность получения гидрогелей из МКЦ в системе ДМАА/LiCl. Введение от 3 до 5 масс. % (от массы композита) гидрогеля в бумажную массу повышает физико-механические характеристики готовых отливок. Апробировано применение МКЦ в пищевой промышленности.

В четвертой главе выполнена оценка экономической эффективности получения МКЦ из соломы пшеницы в сравнении с деловой лиственничной древесиной. Проведён расчёт материальных затрат на производство 1 т МКЦ (таблицы 4.1, 4.2). При замене древесины на солому пшеницы общая экономия составляет 55 054 руб. на 1 т готовой продукции за счёт снижения затрат на сырьё, химикаты и энергоресурсы.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы, подтверждающие достижение цели и решение поставленных задач. Подчёркнута научная и практическая значимость разработанного способа получения МКЦ с предгидролизным размолем, его экономическая целесообразность и перспективы внедрения в промышленность.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям положения о присуждении учёных степеней

Автореферат и диссертация соответствуют требованиям Положения о присуждении учёных степеней. Тематика соответствует специальности 4.3.4. - «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства». Область исследований в диссертации соответствует п. 4. Технология и продукция в производствах: лесохозяйственном, лесозаготовительном, лесопильном, деревообрабатывающем, целлюлозно-бумажном, лесохимическом и сопутствующих им производствах.

Вопросы и замечания.

1. Отходы растительного происхождения (солома пшеницы, листья ананаса, хлопковый линт) имеют переменный химический состав в зависимости от

агротехнических и климатических факторов. Учитывая высокую вариативности показателей зольности, содержания пентозанов, лигнина и других компонентов, проводились ли исследования по контролю компонентного состава для каждой партии? Каким образом переменный компонентный состав влияет на оптимальные параметры гидролиза?

2. В диссертации на Рисунке 3.2, показана зависимость степени помола от продолжительности размола. Однако для хлопкового линта при 85 °ШР время достигает 64 мин. Почему для других видов сырья размол заканчивается при 15-35 мин? Не приведены данные о том, что менялась ли при этом частота вращения ротора или межножевой зазор (указано 1500 об/мин и 0,05 мм). Было ли постоянство условий?

3. В автореферате на стр. 10 в Таблице 2 для концентрации кислоты использована размерность кг/м³, а не массовые проценты. Это затрудняет восприятие, так как в промышленности чаще используют % или нормальность. Желательно привести пересчёт.

4. Для российской целлюлозно-бумажной промышленности использование листьев ананаса в качестве сырья не имеет практической перспективы из-за отсутствия сырьевой базы. Чем обосновано включение этого вида отходов в исследование?

5. Почему при размоле волокнистой массы использовалась именно традиционная восьмисекторная гарнитура прямолинейной формы ножей с углом наклона к радиусу 22,5°?

6. На стр. 108 диссертации подрисовочная надпись представлена в цифровом обозначении, когда по тексту указаны буквы.

7. В автореферате и диссертации в разделе теоретическая и практическая значимость работы отсутствует слово «теоретическая». Почему указано только слово «практическая», при этом признаки теоретической значимости работы присутствуют?

8. Почему представлено сравнение компонентного состава растительного сырья с древесиной лиственницы? С каким сортом лиственницы соискатель сравнивает компонентный состав растительного сырья?

9. В диссертации имеются опечатки, например, стр. 28 «воздушно-сухой целлюлозного массой» и другие.

Все указанные замечания и пожелания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки представленной к защите работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Слизиковой Е.А. является законченной научно-квалификационной работой, обладает научной новизной и содержит научно обоснованные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития отрасли, знаний о совершенствовании способа получения микрокристаллической целлюлозы из отходов растительного происхождения за счет включения в технологический процесс стадию предгидролизного размола волокнистой массы.

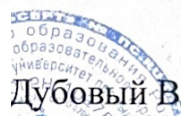
Представленная к защите работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842 ред. от 16.10.2024, а ее

автор, Слизикова Елена Александровна, 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 технических наук (специальность 05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины), профессор, профессор кафедры технологии бумаги и картона, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

198095, г. Санкт-Петербург,
ул. Ивана Черных, дом 4
тел. 8 (921) 999-36-56
e-mail: dubovy2004@mail.ru



Дубовый Владимир Климентьевич