

ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора технических наук, доцента
Кравченко Сергея Николаевича на диссертационную работу
Исмаилова Ленара Юнусовича на тему «Повышение эффективности
процесса экстракции неплодовых частей облепихи посредством
предварительного замораживания», 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 выполненной работы

Проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области разработки ресурсосберегающих технологий переработки всей биомассы растительного сырья, в том числе древесины, является важнейшим фактором реализации концепции государственной политики в области рационального природопользования. Одним из направлений практической реализации данных исследований является разработка экстракционных технологий извлечения биологически активных веществ из отходов лекарственно-технического сырья.

Облепиха является растением с универсальными свойствами, которое имеет в своем составе множество ценных компонентов. Данную культуру ценят за ягоды, однако известно, что неплодовые части облепихи, такие как кора, листья, побеги и древесная часть, богаты биологически активными веществами. Так, листья облепихи имеют ранозаживляющие свойства, а кора, древесная часть и побеги облепихи содержат биологически активные вещества, которые отвечают за противовоспалительную активность. Однако во многих случаях неплодовая часть облепихи рассматривается в качестве отходов после сбора плодов или плановой обрезки молодых растений. В связи с этим вопросы комплексного использования всей биомассы облепихи и поиск рациональных способов извлечения ценных компонентов из ее неплодовой части являются актуальными.

Поставленная в диссертационной работе Исмаилова Л.Ю. цель и комплекс связанных с ней задач и исследований позволяет задействовать малоиспользуемое растительное сырье и в дальнейшем получать биологически активные вещества для поддержания здоровья населения, которые будут иметь достаточно высокий спрос в Республике Татарстан и России.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа Исмаилова Ленара Юнусовича на тему «Повышение эффективности процесса экстракции неплодовых частей облепихи посредством предварительного замораживания» изложена на 186 листах

машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Библиографический список включает 241 наименование цитируемых работ российских и зарубежных авторов. Диссертационная работа проиллюстрирована 54 рисунками и 14 таблицами.

Содержание диссертации соответствует в полной мере теме и раскрывает ее на должном теоретико-методологическом уровне, отвечающем уровню кандидатских диссертаций.

Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования, формулируются цель и основные задачи работы, описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач, характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация.

В первой главе диссертационной работы представлен анализ современного состояния вопроса извлечения биологически активных веществ из неплодовых частей облепихи на основе исследований российских и зарубежных ученых. В частности, достаточно подробно проанализированы существующие исследования в области терапевтической ценности биологически активных веществ облепихи и существующих способов их извлечения. Также в обзоре научных исследований рассмотрены инструменты повышения эффективности экстракционных процессов, что предопределило формулирование цели и постановку задач диссертационного исследования.

Во второй главе автором рассмотрена физическая картина процесса экстракции растительного сырья с предварительным замораживанием и представлена математическая модель процесса. Важно отметить, что предложенная Исмаиловым Л.Ю. математическая модель представлена в виде взаимосвязанного математического описания стадий замораживания, пропитки и оттаивания, а также экстракции.

Результаты математического моделирования и экспериментальных исследований процесса экстракции неплодовых частей облепихи с предварительным замораживанием представлены в третьей главе. Эта глава заслуживает особого внимания, поскольку представляет собой глубокий и всесторонний анализ всех полученных в ходе исследования результатов физического и математического моделирования. На основании современных методик и оборудования автором исследованы все неплодовые части облепихи как объекты экстракции, определены их физические характеристики, а именно значения истинной и средней плотности, коэффициента пористости. С целью изучения закономерностей внутреннего массопереноса посредством

молекулярной диффузии целевых компонентов, соискателем исследовано изменение коэффициента диффузии экстрактивных веществ через стенку поры и коэффициента стесненной диффузии для отдельных неплодовых частей облепихи в зависимости от температуры процесса и вида экстрагента. В настоящее время достоверные данные об указанных показателях отсутствуют в справочных источниках. Полученные значения физических показателей неплодовых частей облепихи определены впервые и могут быть использованы в технологических расчетах экстракции, что является подтверждением прикладного значения диссертационной работы. Посредством математического и физического моделирования проведена оценка характера протекания соответствующих процессов, определена продолжительность отдельных стадий и общее время предлагаемого способа экстрагирования при использовании в качестве растворителей дистиллированной воды и 40%-го водного раствора этанола.

В четвертой главе диссертационной работы современными методами химического анализа идентифицирован элементный состав экстрактов из листьев, коры, побегов и древесной части облепихи в зависимости от температуры процесса и вида экстрагента. На основе проведенных исследований и полученных результатов разработана технология экстракции неплодовых частей облепихи с предварительным замораживанием исходного сырья, согласно которой путем регулирования температурных режимов и выбора экстрагента возможно получать целевые компоненты в зависимости от потребностей заказчика. Соискателем разработана пилотная установка по переработке плодоносящих веток облепихи на основе принципа теплового насоса, позволяющего перераспределять тепловую энергию потоков.

В заключении работы по итогам проведенных теоретических и экспериментальных исследований Исмаиловым Л.Ю. сформулированы основные выводы, отмечена реализация поставленных целей и задач.

В соответствии с целью в диссертационной работе поставлены и успешно решены задачи как теоретического, так и прикладного характера, пункты научной новизны обоснованы. В целом диссертация представляет собой заверченный научный труд и вносит несомненный вклад в решение вопросов повышения эффективности процессов экстракции растительного сырья.

Степень разработанности темы исследования

На сегодняшний день облепиха, как источник ценных компонентов, широко изучена с точки зрения переработки ягод. Однако существующие исследования в

области извлечения биологически активных веществ из ее неплодовых частей, а именно из листьев, коры, побегов и древесной части требуют проработки и более эффективных решений. Несмотря на высокую биологическую ценность неплодовых частей облепихи, их широкая массовая переработка не налажена. Изучение возможности промышленной переработки неплодовых частей облепихи сегодня ведется только на уровне полевых и лабораторных исследований и экспериментов. В связи с этим диссертационная работа Исмаилова Л.Ю. актуальна и вносит существенный вклад в развитие экстракционных технологий переработки неплодовых частей облепихи.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Автор диссертации представил научные достижения и выводы, которые являются достоверными и обладают научной новизной. В своей работе автор разработал новый способ экстракции неплодовых частей облепихи с использованием предварительного замораживания исходного сырья. Этот способ основан на механическом разрыве внутренней структуры материала с помощью кристаллов льда, что позволяет увеличить выход экстрактивных веществ.

Одним из значимых вкладов автора является определение физических и массопроводных характеристик отдельных неплодовых частей облепихи. Такие характеристики, как истинная и средняя плотность, коэффициент пористости, а также коэффициенты диффузии веществ через стенки пор и стесненной диффузии, имеют важное значение для оценки массообменных процессов при экстракции.

Особый научный интерес представляет разработанная математическая модель процесса экстракции растительного сырья с предварительным замораживанием. Эта модель учитывает молекулярную диффузию экстрактивных веществ через пористую клеточную оболочку и последующую стесненную диффузию по капиллярам к поверхности, а затем в экстрагент. Такой подход позволяет более точно предсказывать процессы экстракции и оптимизировать режимные параметры. Автором также определены рациональные режимные параметры процесса экстракции неплодовых частей облепихи, которые способствуют увеличению выхода биологически активных веществ. Эти параметры могут быть использованы в практике производства для повышения эффективности и качества получаемых экстрактов.

В целом результаты работы Исмаилова Л.Ю. являются новаторскими и вносят существенный вклад в развитие теории и практики экстракционных технологий. Его исследования открывают новые возможности для повышения

эффективности процессов извлечения ценных компонентов и дают возможность применять данный метод экстракции для различного сырья растительного происхождения.

Степень обоснованности, достоверности и апробация результатов

Научные положения диссертационной работы Исмаилова Л.Ю. соответствуют основной цели и задачам исследования, формированию теоретических и методических положений по разработке и реализации способа экстракции неплодовых частей облепихи с предварительным замораживанием.

Основные положения и выводы являются обоснованными результатами проведенного собственного исследования и согласуются с основными положениями теории тепломассообменных процессов и диффузионных явлений в процессах экстракции растительных материалов.

Обоснованность и достоверность полученных результатов обусловлена применением в диссертационном исследовании методов математического моделирования и подтверждена результатами статистической обработки большого объема данных, математический анализ которых выполнен корректно с помощью современных статистических методов.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 14 публикациях, в том числе в четырех статьях в рецензируемых научных изданиях, включенных в Перечень ВАК, в трех статьях в изданиях, входящих в реферативную базу Scopus и в 6 трудах в прочих изданиях. Получен 1 патент в области измерения объемов тел и 1 решение о выдаче патента в области предлагаемого способа экстракции.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что степень достоверности положений диссертации отвечает всем предъявляемым требованиям.

Теоретическая и практическая значимость работы

Диссертационное исследование, посвященное экстракции неплодовых частей облепихи с предварительным замораживанием, имеет как теоретическую, так и практическую значимость.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке математической модели экстракции, представленной в виде взаимосвязанного математического описания стадий замораживания, пропитки, оттаивания, экстракции. Модель позволяет рассчитать параметры экстракции и спрогнозировать ее эффективность. Кроме того, полученные данные по изменению физических показателей отдельных неплодовых частей облепихи

позволяют с новых позиций изучить кинетику тепломассопереноса при исследовании процессов экстракции растительных материалов.

Практическая значимость исследования заключается в разработке технологии экстракции, позволяющей получать водные, водно-спиртовые и сухие экстракты с высокими количественными и качественными показателями таких компонентов, как инозитол и 3-О-метил-D-глюкоза. Автором было установлено, что внедрение стадии предварительного замораживания сырья в процесс экстракции позволяет существенно повысить эффективность извлечения целевых компонентов. Полученные результаты могут быть использованы для разработки новых технологий экстракции, повышения эффективности извлечения биологически активных веществ из растительного сырья и создания новых функциональных продуктов для здоровья и красоты.

Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа и автореферат соответствуют паспорту специальности научных работников 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины, а именно: п. 2 «Химия, физико-химия и биохимия основных компонентов биомассы дерева и иных одревесневших частей растений, композиты, продукты лесохимической переработки», п. 4 «Технология и продукция в производствах: лесохозяйственном, лесозаготовительном, лесопильном, деревообрабатывающем, целлюлозно-бумажном, лесохимическом и сопутствующих им производствах».

Вопросы и замечания по диссертационной работе

Наряду с положительными моментами следует отметить некоторые недостатки, обнаруженные в диссертационной работе:

1. Из текста диссертации не ясно, почему температура процесса экстракции оказывает разное влияние на выход 3-О-метил-D-глюкозы из неплодовых частей облепихи. Так, например, при водно-спиртовой экстракции побегов облепихи (рисунок 4.4б) повышение температуры положительно влияет на выход 3-О-метил-D-глюкозы, а при водно-спиртовой экстракции древесной части облепихи (рисунок 4.4г) повышение температуры снижает выход 3-О-метил-D-глюкозы. Неоднозначная ситуация также наблюдается при водной экстракции (рисунок 4.4). При этом исследования влияния растворителя и температуры на выход экстрактивных веществ из неплодовых частей облепихи (рисунок 3.13) показывают, что повышение температуры процесса не оказывает отрицательного

влияния, либо приводит к повышению выхода экстрактивных веществ.

2. Проведенные диссертантом исследования процесса экстракции предварительно измельченных и не замороженных неплодовых частей облепихи (рисунок 3.13) показывают сопоставимые результаты с изучением процесса экстракции не измельченных и предварительно замороженных неплодовых частей облепихи (рисунок 3.21), что вызывает сомнения в целесообразности предварительного замораживания данного сырья с экономической точки зрения.

3. В диссертации следовало привести химический состав исходного сырья (листьев, коры, побегов и древесной части облепихи) для понимания – каким образом в них распределены растворимые вещества и общей полноты оценки эффективности предлагаемого способа экстракции, что повысило бы ценность работы.

4. В разделе 4.4.2 при описании работы пилотной экстракционной установки для переработки плодоносящих веток облепихи на основе принципа теплового насоса (рисунок 4.10) не совсем ясно, каким образом измельчаются до фракции 3 мм ветки из бункера 9, побеги, листья, ножки плодов 17 перед подачей в экстракционную камеру 18 для извлечения ценных компонентов. Так же отсутствуют численные значения размеров отверстий в ложном дне 13 и 14.

5. Почему для определения максимального содержания экстрактивных веществ в неплодовых частях облепихи (раздел 3.1.4) в качестве растворителя использовались только вода и 40%-ый водный раствор этанола и не применялись 20 и 60%-ые водные растворы этанола, которые использовались в других исследованиях работы?

6. В работе следовало бы использовать методы математического планирования эксперимента для решения поставленных задач, что в большей степени соответствовало бы современному уровню развития науки.

Однако указанные замечания носят в большей степени рекомендательный и дискуссионный характер и не снижают общей положительной оценки.

Заключение

Диссертационная работа Исмаилова Ленара Юнусовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложено новое научно-обоснованное решение задачи по вовлечению древесных отходов, а именно неплодовых частей облепихи, в производственный процесс получения биологически активных компонентов путем классической экстракции предварительно замороженного сырья. Это вносит существенный вклад в экономику и развитие отечественной деревоперерабатывающей и лесохимической промышленности. Представленная работа имеет новизну и является важным

вкладом в развитие соответствующей научной области, соответствует требованиям ВАК и имеет практическую значимость. Автореферат по структуре и по изложению полученных результатов соответствует диссертации.

Таким образом, диссертационная работа Исмаилова Ленера Юнусовича на тему «Повышение эффективности процесса экстракции неплодовых частей облепихи посредством предварительного замораживания» соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в текущей редакции), предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор 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 (05.18.15 Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания, 05.18.12 Процессы и аппараты пищевых производств), доцент, профессор кафедры агроинженерии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»

Кравченко
Сергей
Николаевич

«09» ноября 2023 г.

650056, г. Кемерово, ул. Марковцева, д. 5,
тел.: +7(3842)73-51-17,
e-mail: tmm@ksai.ru.

Подпись заверяю

Проректор по образовательной деятельности
ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА



И.Г. Кулинчик