

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной и инновационной деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

д.б.н., профессор Корнеева О.С.





назорова 2022 г.

Отзыв ведущей организации

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

на диссертацию Артемьева Артема Ильича

«Сверхкритическая экстракция биологически активных веществ из аралии, женьшеня и мультифитоадаптогена», научная специальность 2.6.13.Процессы и аппараты химических технологий (технические науки).

Актуальность

Развитие малотоннажной химии и применение инновационных технологий при создании уникальных химических соединений является приоритетным направлением в промышленности Российской Федерации. Применение «зеленых» технологий, таких как сверхкритическая экстракция, в промышленности позволяет получать особо чистые продукты без использования дорогостоящих органических растворителей. Применение сверхкритической экстракции при извлечении биологически активных веществ позволяет сохранить качество конечного продукта и увеличить выход целевых компонентов, которые могут использоваться в химии и фармацевтике.

В диссертационной работе Артемьева А.И. исследован процесс сверхкритической экстракции биологически активных веществ из

растительного сырья. Автором показаны подходы, позволяющие интенсифицировать процесс извлечения биологически активных веществ.

Результаты исследований, полученных в ходе диссертационной работы Артемьева А.И. являются актуальными, перспективными и могут быть использованы для развития малотоннажной и фармацевтической химии.

Основное содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 134 наименований. Общий объем составляет 123 страницы печатного текста, включая 19 таблиц и 66 рисунков.

Во введении представлены цели и задачи исследования. Обоснована актуальность темы исследования, дана научная новизна, отражена теоретическая и практическая значимость. Представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дан подробный литературный обзор методов экстрагирования биологически активных веществ из растительного сырья. Представлены преимущества использования процесса сверхкритической экстракции. Подробно рассмотрена кинетика процесса сверхкритической экстракции биологически активных веществ из растительного сырья. Приведен обзор существующих установок для проведения процесса сверхкритической экстракции. Рассмотрены различные методы интенсификации процесса сверхкритической экстракции.

На основании литературного обзора сформулированы задачи диссертационной работы.

Во второй главе представлено описание исследуемого растительного сырья и обоснование его выбора. Даны стандартизированные методики для анализа полученных экстрактов из растительного сырья. Представлено и описано технологическое лабораторное оборудование для проведения процесса сверхкритической и жидкостной экстракции биологически активных веществ из растительного сырья.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований сверхкритической и жидкостной экстракции биологически активных веществ из растительного сырья. Проведен сравнительный анализ экстрактов, полученных жидкостной и сверхкритической экстракцией. Исследовано влияние состава трёхкомпонентной системы «этанол – вода – диоксид углерода» на выход аралозидов из аралии. Рассмотрена интенсификация процесса сверхкритической экстракции на лабораторных установках с использованием следующих методов: оптимизация режимно-технологических параметров (температуры и давления) и наложение полей

(ультразвукового воздействия). Данные методы в дальнейшем могут быть использованы на промышленном масштабе.

В четвертой главе представлена модель технологической схемы, разработанная в пакете программ ChemCad, для проведения процесса сверхкритической экстракции гинзенозидов из женьшеня. Модель позволяет рассчитывать энергетические затраты на теплообменные процессы и необходимую мощность оборудования. На основании полученных результатов проведен расчет схемы пилотной установки для проведения процесса сверхкритической экстракции с возможностью рецикла и рекуперации диоксида углерода.

Заключение содержит основные результаты диссертационной работы и выводы.

Научная новизна исследования и полученных результатов

1. Изучено влияние состава трёхкомпонентной системы «этанол – вода – диоксид углерода» на выход аралозидов из аралии.
2. Исследовано влияние ультразвуковых колебаний, что позволило интенсифицировать массоперенос процесса сверхкритической экстракции.
3. В пакете программ ChemCad разработана технологическая схема лабораторной установки процесса сверхкритической экстракции, которая использовалась для расчета материальных и тепловых потоков процесса извлечения гинзенозидов из женьшеня.
4. Проведено масштабирование процесса сверхкритической экстракции гинзенозидов из женьшеня с помощью пакета программ ChemCad. Результаты масштабирования легли в основу технологической схемы пилотной установки сверхкритической экстракции с возможностью рекуперации и рецикла диоксида углерода.

Практическая значимость полученных автором результатов

1. Подробно изучен процесс сверхкритической экстракции биологически активных веществ из растительного сырья.
2. Разработана методика определения целевых компонентов в полученных экстрактах с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией. Обосновано применение сверхкритической экстракции для получения биологически активных веществ из женьшеня и аралии.
3. С помощью пакета программ ChemCad проведен расчет мощности необходимого оборудования для проведения процесса сверхкритической экстракции гинзенозидов из женьшеня.

Степень обоснованности и достоверность научных положений и выводов

Достоверность результатов и обоснованность выводов диссертационной работы Артемьева А.И. подтверждены использованием стандартизированных методик и универсальных аналитических методов, а также воспроизводимостью экспериментальных данных.

Полученные основные результаты работы не противоречат данным современной научно-технической литературы. По основным результатам работы опубликованы в 10 печатных работах, из них 2 в журналах, индексируемых в международных базах данных.

Рекомендации к практическому использованию результатов

Разработан оригинальный процесс сверхкритической экстракции, который может быть использован российскими фармацевтическими предприятиями.

Данные теоретические и экспериментальные исследования могут внести вклад в развитие сверхкритических технологий и быть использованы в дальнейших изучениях процесса сверхкритической экстракции биологически активных веществ из растительного сырья.

Практические и теоретические исследования в диссертационной работе могут быть использованы в качестве учебного материала для высших учебных заведений при обучении студентов по направлениям «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», «Химическая технология», «Современные процессы и аппараты».

Замечания по работе

1. В диссертации дан подробный и грамотный литературный обзор, в котором отображены механизм процесса сверхкритической экстракции, область применения сверхкритической экстракции, обзор существующего оборудования для проведения процесса сверхкритической экстракции. Вместе с этим, в работе хотелось бы видеть сводную таблицу по представленному на рынке оборудованию сверхкритической экстракции и их производителям.

2. В третьей главе диссертации не представлен алгоритм расчета состава трехкомпонентной смеси «этанол – вода – диоксид углерода». На стр. 70: «Данные составы определялись с помощью уравнений, представленных в главе 1.5.». Какие конкретно уравнения использовались для расчета?

3. Каким образом производится учет явлений тепло- и массопереноса процесса сверхкритической экстракции при расчете

материальных и тепловых потоков с помощью модели, разработанной в пакете программ ChemCad? Кроме того, по представленной модели подразумевается, что процесс сверхкритической экстракции является непрерывным, а из экспериментальных исследований понятно, что данный процесс является периодическим.

4. На технологической схеме пилотной установки сверхкритической экстракции для рекуперации диоксида углерода используется адсорбционная колонна. Какой адсорбент необходимо использовать для очистки диоксида углерода? Адсорбент после использования подлежит восстановлению, если подлежит, то каким образом? Проводился ли анализ на остаточное содержание примесей после адсорбционной колонны? Есть ли лимитирующее значение по содержанию примесей в диоксиде углерода?

5. В диссертации указано об интенсификации процесса сверхкритической экстракции за счет ультразвукового воздействия. Каковы перспективы использования такого метода интенсификации на пилотном и промышленном масштабах?

6. В диссертации подробно не отображено, почему в качестве исследуемого сырья используется аралия и женьшень, не представлены предполагаемые преимущества по сравнению с другим растительным сырьем, например, бессмертник песчаный, лопух.

7. Следует отметить минимальное количество неточностей и опечаток, допущенных при оформлении таблиц, рисунков и списка литературы.

Указанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации. Работа представляет собой самостоятельное завершённое исследование. Основные результаты отражены в публикациях соискателя, автореферат полностью соответствует тексту диссертации.

Общая характеристика работы и соответствие диссертации, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Работа соответствует паспорту специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий по своей теме, содержанию и методам исследования. **По направлению исследования:** «теория подобия, моделирование и масштабирование химико-технологических процессов и аппаратов, машин и агрегатов», «методы и способы интенсификации химико-технологических процессов, в том числе с помощью физико-химических воздействий на перерабатываемые материалы», «методы изучения, совершенствования и создания ресурсо- и энергосберегающих процессов и

аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности, обеспечивающие минимизацию отходов, газовых выбросов и сточных вод, в том числе разработка химико-технологических процессов переработки отходов».

Заключение

Диссертационная работа Артемьева А.И. на тему «Сверхкритическая экстракция биологически активных веществ из аралии, женьшеня и мультифитоадаптогена» полностью соответствует пунктам «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева». Диссертация является научно-квалифицированной работой, в которой изложены решения научно-технических задач по развитию инновационных способов получения растительных экстрактов с применением сверхкритических технологий.

Автор работы Артемьев Артем Ильич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.13.Процессы и аппараты химических технологий.

Диссертация и отзыв обсуждены и утверждены на заседании кафедры информационных и управляющих систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». (Протокол № 4 от 11 ноября 2022 г.)

Зав. кафедрой
информационных и управляющих систем
ФГБОУ ВО «ВГУИТ»
д. т. н., профессор

Игорь Анатольевич Хаустов

Профессор кафедры
информационных и управляющих систем
ФГБОУ ВО «ВГУИТ»
д. т. н., профессор

Сергей Германович Тихомиров

Наименование организации в соответствии с уставом: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Адрес: 394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19

Телефон – (8473)255-42-67

Факс – (8473)255-42-67

Адрес электронной почты – post@vsuet.ru

Веб-сайт – <https://vsuet.ru>

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
Подпись: Хаустова И.А. ЗАВЕРЯЮ
Начальник управления кадров

Хаустов Игорь Анатольевич
Тихомиров Сергей Германович

