

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сабировой Людмилы Юрьевны  
**«Термодинамические свойства систем в процессе сверхкритического флюидного  
экстракционного извлечения биологически активных компонентов»,**  
представленной на соискание учёной степени кандидата химических наук  
по специальности «1.4.4. – Физическая химия».

Сверхкритические флюидные экстракционные (СКФЭ) технологии, особенно с использованием сверхкритического CO<sub>2</sub> (СК-CO<sub>2</sub>), приобретают всё более важное практическое значение и масштабно применяются в переработке сырья различного биологического происхождения (растительного, животного и проч.). В первую очередь СКФЭ-технологии оказываются высоковостребованными для извлечения важных биологически активных веществ из нативной растительной матрицы. Расширение области применимости таких технологий связано с возможностью широкого варьирования сольватирующих и экстрагирующих свойств основного экстрагента СК-CO<sub>2</sub>, используя для этого различные модифицирующие добавки – спирты, ацетон и др. Однако такие эмпирические исследования сильно тормозятся отсутствием необходимых данных по термодинамическим, теплофизическим и термохимическим свойствам индивидуальных химических компонентов, участвующих в процессе экстракции. Именно эти характеристики и свойства веществ и их смесей помогают моделировать реальные многокомпонентные процессы, *априори* определять их реализуемость, предсказывать и рассчитывать наиболее оптимальные реакционные условия и прочие другие важные параметры.

Одно из прикладных направлений исследования соискателя было связано с изучением процессов CO<sub>2</sub>-экстракции чаги *Inonotus obliquus* – древесного берёзового гриба, экстрактивные вещества которого обладают редким сочетанием ценных биологических свойств. В ходе исследования отрабатывались реакционные условия, способствующие извлечению групп биологически активных компонентов чаги, и оптимизировались соответствующие параметры, отвечающие за это. С учётом специфики такого исследования, **цель работы**, сформулированная как *«установление оптимальных термодинамических характеристик систем и их теплофизических свойств в процессе сверхкритического флюидного экстракционного извлечения некоторых биологически активных компонентов»*, видится совершенно **обоснованной** с научной точки зрения, а, ввиду важности термодинамических и теплофизических характеристик индивидуальных веществ и их смесей при изучении растворимости и фазовых равновесий, понятна и очевидна **актуальность** данной работы. Несмотря на первое ощущение, что **цель работы** сформулирована несколько широко и абстрактно, **пять задач исследования** конкретизируют в должной мере главную суть диссертационной работы.

Структура представленного автореферата является стандартной, все основные и необходимые разделы здесь присутствуют. Фактическое наполнение экспериментальным материалом и пояснениями каждого из пунктов является вполне достаточным для понимания сути и объёма выполненного исследования, а также для ознакомления с наиболее значимыми результатами, полученными соискателем. **Личный вклад** соискателя также нашёл отражение в автореферате. Основные результаты, полученные соискателем, ранее были опубликованы в восьми статьях, вышедших в рецензируемых журналах, входящих в перечень

рекомендуемых ВАК Минобрнауки России. Кроме того, работа прошла необходимую профессиональную апробацию, будучи представленной в виде устных докладов на девяти научных конференциях разного уровня.

Опираясь на материалы автореферата, к наиболее значимым результатам соискателя следует отнести определение равновесных свойств смеси «трикозан–CO<sub>2</sub>» и диаграммы фазового равновесия жидкость–пар этой системы. Кроме того, интересными смотрятся результаты по расчётным значениям парциального молярного объёма, энтальпии и изобарной теплоёмкости растворённого *n*-трикозана в зависимости от плотности СК-CO<sub>2</sub>.

Вместе с тем, работа содержит некоторые спорные, по моему мнению, утверждения и обобщения, на которые хотелось бы обратить внимание соискателя, а именно:

- 1) Стр. 9, текст «...*позволяет наиболее полно экстрагировать полярные соединения, к которым относится и n-трикозан как представитель n-алканов*». С точки зрения органической химии, *n*-алканы (и *n*-трикозан, в частности) никогда не рассматриваются как полярные соединения. Наоборот, они рассматриваются исключительно как **неполярные вещества**. Если соискатель при обсуждении «*полярности*» органических веществ апеллирует к понятию «*дипольный момент*», то неплохо бы вспомнить, что значения дипольного момента *n*-алканов **близки к нулю**, и поэтому, в используемой самим же соискателем «*шкале полярности*» *n*-трикозан ну никак не может относиться к полярным соединениям!
- 2) Стр. 9, «*при использовании в качестве экстрагента полярного соразтворителя, растворимость n-трикозана возрастает тем сильнее, чем выше полярность соразтворителя*». Продолжая дискуссию (см. замечание №1), последовательность использованных соразтворителей, которую приводит соискатель согласно выбранной им «*шкале полярности*», основанной на величине дипольного момента молекул, никак не соответствует понятию «*полярности растворителей*», общепринятой среди химиков, в которой **ацетон** никогда не рассматривается как более полярный растворитель, чем **этанол**. Более того, если следовать этой же логике, то полярность воды (дипольный момент равен 1.87 D) окажется ниже «полярности» ацетона и этанола, что вообще выглядит как нонсенс для химиков.
- 3) Несколько нелогичными и фрагментарными смотрятся представленные в автореферате результаты по СКФ-экстракции берёзового гриба чага. Читателю ничего не сообщается об основных представителях экстрактивных веществ. Дается только общая информация о трёх группах таких веществ – фенольные соединения, флавоноиды и тритерпены (см. **Таблицу 1**, стр. 14). На стр. 7 автореферата ранее говорилось про *n*-трикозан, что он «*входит в восковую часть биологически активных соединений*». Означает ли отсутствие в Таблице 1 упоминаний о *n*-трикозанае и других компонентов воска указанием на тот факт, что в выбранных условиях экстракции эти вещества вообще не экстрагируются? Если действительно «*не экстрагируются*», тогда каким образом исследование СКФ-экстракции чаги связано с основной частью представленного исследования, а именно – с изучением свойств смеси «трикозан–CO<sub>2</sub>»?

Несмотря на то, что смысловое содержание автореферата не лишено некоторых противоречивых или спорных утверждений, всё же высказанные выше вопросы и замечания не затрагивают существа работы и важности полученных научных результатов. В целом, сформулированные задачи исследования были решены, цель работы достигнута. Соискатель продемонстрировал необходимую квалификацию и научную зрелость в полном соответствии

с требованиями для научно-квалификационных работ. Представленный материал соискателя прошёл необходимые стадии профессионального рецензирования и апробации, подтверждая научный уровень полученных результатов.

Таким образом, по актуальности избранной темы, обоснованности научных положений, выносимых на защиту, важности полученных результатов, их достоверности, новизне и практической значимости диссертационная работа **соответствует всем требованиям ВАК**, в частности – соответствует **требованиям пункта 9** Положения о порядке присуждения учёных степеней (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013), а её автор, Сабирова Людмила Юрьевна, **заслуживает присуждения** искомой учёной степени кандидата химических наук по специальности «1.4.4. – Физическая химия».

Чибириев Андрей Михайлович,  
кандидат химических наук, доцент,  
старший научный сотрудник Федерального  
исследовательского центра «Институт катализа  
им. Г.К. Борескова Сибирского отделения  
Российской академии наук» (ИК СО РАН)  
630090, г. Новосибирск, пр-кт акад. Лаврентьева, д.5,  
chibirv@catalysis.ru; раб.тел.: 8(383)326-97-30

/А.М. Чибириев/

**«Даю согласие на обработку персональных данных для включения их в аттестационное дело соискателя».**

16 апреля 2025 года

**«Подпись с.н.с. ИК СО РАН Чибириева Андрея Михайловича заверяю»**

Учёный секретарь ИК СО РАН, к.х.н.

 /Ю.В. Дубинин/

16 апреля 2025 года



Вход. № 05-8405  
« 12 » 05 / 2025 г.  
подпись 