

**В диссертационный совет 6D.КОА-080 при
Институте химии им. В.И. Никитина НАНТ
734063, Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни 299/2**

ОТЗЫВ официального оппонента

**на диссертационное исследование Ализода Шахнозобону Раджабек на
тему: «Микро- и наноэмульсия на основе эфирного масла лаванды,
стабилизированные биополимерами», представленной на соискание
учёной степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности
6D060600 – Химия (6D060606 – Высокомолекулярные соединения).
- город Душанбе, 2025 г, 8 стр.**

**1. Соответствие темы диссертации паспорту научной
специальности.**

Диссертация Ализода Шахнозобону Раджабек на тему: «Микро- и наноэмульсия на основе эфирного масла лаванды, стабилизированные биополимерами», представленной на соискание учёной степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060606 – Высокомолекулярные соединения) соответствует следующим пунктам Паспорта номенклатуры специальностей в области химических наук Высшей Аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан по специальности 6D060600 – Химия (6D060606 – Высокомолекулярные соединения):

п.5.Исследование молекулярной и надмолекулярной структуры биополимеров. Выявление специфических факторов, обуславливающих их самоорганизацию.

п.7.Физические состояния и фазовые переходы в высокомолекулярных соединениях. Реология полимеров и композитов;

п.9.Целенаправленная разработка полимерных материалов с новыми функциями и интеллектуальных структур с их применением, обладающих характеристиками, определяющими области их использования в заинтересованных отраслях науки и техники.

2.Актуальность темы исследования.

Актуальность темы исследования связана с тем, что эфирное масло лаванды обладает ценными биологическими свойствами, но быстро утрачивает стабильность под воздействием внешних факторов.

Предложенный автором способ инкапсулирование эфирных масел в форме микро- и наноэмульсий на основе биополимеров позволяет надежно защитить масло, повысить его биодоступность и сохранить активность, что

открывает новые возможности для его использования в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности

Исследование выполнено в рамках выполнения научно-исследовательской работы ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана» по теме: «Создание носителей лекарственных веществ и пищевых ингредиентов на основе биополимеров» (гос. регистрационный номер ГР 0116ТJ00543).

3. Степень научной новизны результатов диссертации и положения, выносимые на защиту

Научная новизна работы заключается в следующем:

В рамках исследования были определены оптимальные условия получения эфирного масла лаванды методом гидродистилляции. Впервые проведён сравнительный анализ его химического состава для образцов, собранных на двух опытных площадках, что позволило наглядно оценить влияние места произрастания на качество масла. На основе полученных результатов разработан подход к формированию наноэмульсий, в которых эфирное масло стабилизируется двухслойным покрытием из лактоглобулина и пектина. Такой метод обеспечил получение частиц малого размера с высокой устойчивостью, чему способствовало и применение ультразвуковой обработки.

Диссертантом были определены размеры микрочастиц и рассчитан их средневзвешенный по объёму диаметр. Также удалось установить условия, при которых возможно целенаправленно регулировать размеры частиц за счёт изменения рН и соотношения биополимеров. Полученные микрочастицы с инкапсулированным эфирным маслом продемонстрировали выраженные антиоксидантные и бактерицидные свойства, что подтверждает перспективность разработанной системы.

4. Степень изученности научной темы.

В настоящее время растёт интерес к разработке методов, позволяющих обеспечить долговременную стабильность эфирных масел в различных условиях. Для этой цели применяют разнообразные технологии инкапсуляции, включая эмульгирование, формирование липосом, распылительную сушку, образование комплексов включения, коацервацию и электропрядение. В данной работе автор предлагает собственный, принципиально новый подход: стабилизацию эфирного масла путём его инкапсулирования в микро- и нанокапсулы с использованием двухслойного биополимерного покрытия. Этот метод является оригинальным решением и

открывает новые возможности для повышения устойчивости и сохранения функциональных свойств эфирных масел.

5. Объем и структура диссертации.

Диссертационная работа представлена в виде рукописи объемом 164 страницы и состоит из введения, трёх основных разделов, в которые входят обзор научной литературы, описание использованных методик и проведения экспериментов, а также анализ, интерпретация полученных результатов, выводы и практические рекомендации. Основное содержание занимает 141 страницу. Материал иллюстрирован 29 рисунками и 44 таблицами. Список использованной литературы включает 145 наименований источников.

Введение включает в себя обоснование актуальности выбранной темы, постановку цели и задач исследования, а также изложение научной новизны, научно-практической значимости и ключевых положений, подлежащих защите.

В первой главе «Литературный обзор», содержит систематический анализ доступных литературных источников по теме диссертации. Этот анализ послужил фундаментом для определения цели и постановки основных задач исследования

В частности, в литературном обзоре охвачены основные сведения о составе, свойствах и применении эфирного масла лаванды. Исследования показывают, что масло обладает стабильным химическим профилем, богатым линалоолом и линалилацетатом, а данные ИК-спектроскопии подтверждают его качество и чистоту. Большое внимание уделено современным технологиям инкапсуляции, позволяющим получать устойчивые микро- и наноэмульсии с равномерным распределением капель и высокой стабильностью.

Таким образом, совокупность рассмотренных исследований демонстрирует высокие перспективы использования эфирного масла лаванды и технологий его инкапсуляции в различных отраслях.

Во второй главе «Материалы и методы исследования» подробно рассматриваются методы подготовки и исследования эмульсионных систем на основе эфирного масла лаванды.

Описаны методы характеристики исходных компонентов — лактоглобулин из молочной сыворотки и яблочный пектин.

Также подробно описаны методы выделения эфирного масла лаванды — гидродистилляция, экстракция паром и гидродиффузионная экстракция — и его физико-химические характеристики. Химический состав масла изучается с помощью газовой хроматографии с масс-спектрометрией, а ИК-

Фурье-спектроскопия позволяет подтвердить наличие ключевых функциональных групп.

Особое внимание уделено методам формирования эмульсий «масло в воде», стабилизированных комплексом белка и пектина, и влиянию ультразвуковой обработки на стабильность и равномерность распределения капель.

В третьей главе «Обсуждение результатов» подробно рассматриваются этапы получения и изучения эфирного масла лаванды, выращенной на экспериментальных участках, а также формирование и исследование стабильности эмульсий на его основе. Третья глава, является фундаментальной, результаты исследований подробно обсуждены и сделаны обоснованные выводы.

Проводятся измерения физико-химических параметров, включая плотность, показатель преломления, вязкость, размер капель и дзета-потенциал, что важно для оценки коллоидных свойств будущих эмульсий. ИК-спектры масла, полученного с двух разных участков, показывают схожесть функциональных групп при небольших различиях, обусловленных условиями выращивания, а химический состав подтверждает наличие основных компонентов, таких как линалоол и линалилацетат.

В частности, большое внимание уделено формированию эмульсий «масло в воде», стабилизированных биополимерами. В ходе работы изучалось, как вид пектина влияет на стабильность и размер микрочастиц: пектин с разной степенью этерификации и молекулярной массой формирует эмульсии с различной структурой и дисперсностью. Важным фактором является ультразвуковая обработка: увеличение амплитуды позволяет уменьшить размер капель и повысить устойчивость эмульсии, обеспечивая более стабильное распределение эфирного масла в водной фазе.

Глава также посвящена биологической активности полученных систем. Исследование антиоксидантной активности методом поглощения свободных радикалов показало, что инкапсуляция масла в биополимерные микрочастицы не только сохраняет его активность, но и в ряде случаев улучшает способность нейтрализовать свободные радикалы за счет замедленного высвобождения компонентов. **Бактерицидные свойства** эмульсионных микрочастиц подтвердили их эффективность против различных микроорганизмов, что делает такие системы перспективными для применения в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности.

В целом, третья глава демонстрирует комплексный подход: от выделения и анализа эфирного масла до формирования функциональных эмульсий с регулируемыми физико-химическими свойствами,

стабильностью и выраженной биологической активностью, что открывает возможности для их практического применения.

Заключение. В целом, исследование показало, что условия выращивания влияют на состав и свойства масла, а инкапсуляция позволяет создавать стабильные эмульсии с улучшенными биологическими характеристиками.

Исследование показало, что эфирное масло лаванды из разных участков отличается выходом и составом: 1,25% с ИБФГР НАНТ и 0,86% с ИПЗ НАНТ, с характерным химическим профилем терпенов и сложных эфиров. Масло с ИБФГР содержало 64 компонента, с ИПЗ — 139, включая линалоол, линалилацетат и терпеноиды.

Для сохранения свойств масла разработаны эмульсионные микро- и нанокапсулы на основе комплекса лактоглобулина и пектина. Оптимальные условия (рН 6,8, LgsC/P 3:1) и ультразвуковая обработка обеспечивают стабильные частицы 500 нм–4,6 мкм. Эмульсии проявляют антиоксидантную активность, а наноэмульсии — выраженную антимикробную активность, особенно против *Streptococcus*, *Proteus vulgaris* и *E. coli*.

Таким образом, условия выращивания влияют на состав масла, а инкапсуляция позволяет создавать стабильные и биологически активные эмульсии.

6. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость диссертации.

Научная значимость диссертационного исследования заключается в создании микро- и нанокапсул из лактоглобулина молочной сыворотки и пектина для инкапсуляции масла, позволяющий повысить стабильность его активных компонентов, сохранить их антиоксидантные и антимикробные свойства, а также управлять размером частиц. Эти достижения открывают путь к созданию функциональных эмульсионных систем, востребованных в фармацевтике, косметологии и пищевой промышленности, демонстрируя как прикладную, так и фундаментальную значимость, и углубляя наше понимание взаимодействия биополимеров с летучими биологически активными веществами.

Практическая и экономическая значимость. Тематика диссертационного исследования соответствует приоритетным направлениям научного и технологического развития Республики Таджикистан, отражённым в Стратегии на 2021–2025 годы, а также согласуется с целевыми ориентирами научных исследований, запланированными на период до 2030 года.

Практическая значимость исследования заключается в разработке способов формирования микро- и наноэмульсий эфирного масла лаванды, стабилизированных двухслойным покрытием на основе комплекса лактоглобулина и пектина. Эти способы вносят заметный вклад в создание инновационных продуктов, востребованных в фармацевтической, пищевой и косметической промышленности. Внедрение разработанных технологий позволяет повысить биодоступность активных компонентов и улучшить стабильность эмульсионных систем, открывая новые перспективы для создания инновационных материалов и продуктов с улучшенными функциональными свойствами.

Исследование имеет существенное экономическое значение, поскольку оно позволяет увеличить объем и улучшить качество получаемого эфирного масла лаванды. Благодаря применению микро- и нанокапсул достигается более полное сохранение ценных активных веществ и продлевается срок годности продукта. Это, в свою очередь, ведет к сокращению производственных затрат, открывает новые перспективы для использования масла в фармацевтике, косметической и пищевой отраслях, а также стимулирует разработку инновационных и конкурентоспособных товаров

Социальная значимость проведённого исследования заключается в том, что разработанные методы стабилизации эфирного масла лаванды способствуют созданию более безопасных, эффективных и натуральных продуктов для здоровья и благополучия человека. Кроме того, применение биополимеров в качестве стабилизирующих компонентов делает технологию экологически безопасной, что соответствует современным требованиям устойчивого развития и заботе об окружающей среде.

7. Публикация результатов исследования по теме диссертации

По результатам исследования диссертантом опубликовано 7 научных статей в рецензируемых изданиях, в том числе:

– 1 статья — в журнале, входящем в международную базу данных *Web of Science*;

– 5 статей — в научных журналах, включённых в Перечень ВАК при Президенте Республики Таджикистан и Российской Федерации;

– 1 статья — в журнале открытого доступа *Zenodo* (Европейский союз).

Основные результаты диссертационного исследования прошли широкую апробацию и отражены в 13 тезисах докладов, представленных на международных научных конференциях, а также в 7 тезисах, опубликованных в материалах республиканских конференций.

8. Соответствие диссертации требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан

По содержанию и по форме изложения диссертация Ализода Шахнозобону Раджабек на тему: «Микро- и наноэмульсия на основе эфирного масла лаванды, стабилизированные биополимерами», представленной на соискание учёной степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060606 – Высокомолекулярные соединения) соответствует требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание учёной степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060606 – Высокомолекулярные соединения) согласно Порядку присуждения учёных степеней (Приложение 2 к постановлению Правительства Республики Таджикистан от 26 июня 2023 года, №295).

Автореферат диссертации соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267.

Несмотря на это, в диссертации имеются некоторые недостатки, спорные положения и грамматические орфографические ошибки, среди которых можно выделить следующие:

1. В тексте диссертации упоминается, что эфирное масло лаванды экстрагировалось методом гидродистилляции (таблица 3.2). Были ли проведены дополнительные эксперименты с другими методами экстракции, например, с использованием растворителей или супер-критической экстракции CO₂ для сравнения?

2. В чем заключается отличие компонентов ЭМ лаванды выращенной в разных участках, были ли учтены климатические, агрономические или технологические факторы при выращивании растений?

3. В работе описана стабилизация масла в эмульсионных системах с использованием лактоглобулина молочной и яблочного пектина (таблица 3.10). Как Вы обоснуете выбор этих биополимеров?

4. В разделе о стабильности эмульсий (таблица 3.15) указывается, что эмульсии сохраняют свою стабильность в течение 8 дней. Однако как изменяется стабильность эмульсий при длительном хранении (например, через месяц), нет данных?

5. В таблице 3.25 представлены результаты антимикробной активности масла лаванды. Связан ли выбор микроорганизмов с пищевыми патогенами? Существуют ли данные о сравнении активности масла лаванды с традиционными антибиотиками в тех же условиях?

6. Каковы оптимальные условия для хранения эмульсий на основе масла лаванды? Могут ли эти эмульсии быть стабильными в условиях высокой температуры или в контакте с воздухом?

7. Какие перспективы имеются для применения полученных эмульсий в фармацевтической и косметической промышленности? Были ли проведены эксперименты по оценке их безопасности и биосовместимости при использовании в качестве наружных средств?

Указанные замечания и недостатки в целом не снижают качество и положительную научную оценку данной диссертации и не оказывают отрицательного влияния на её научный уровень.

В целом, диссертация **Ализода Шахнозобону Раджабек** на тему: **«Микро- и наноэмульсия на основе эфирного масла лаванды, стабилизированные биополимерами»**, представленная на соискание учёной степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060606 – Высокомолекулярные соединения) выполнена на высоком научно- методическом уровне, соответствует требованиям п. 31, 33, 34 и 35 Порядка присуждения учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267, а её автор **Ализода Шахнозобону Раджабек** заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) - доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060606 – Высокомолекулярные соединения).

Официальный оппонент:

главный научный сотрудник
лаборатории «Биохимия фотосинтеза»

Института ботаники,
физиологии и генетики растений НАНТ,
доктор биологических наук,
член-корр. НАНТ



Джумаев Бахшullo Бокиевич

«04» декабря 2025 года

Адрес: 734017, Республика Таджикистан,

г. Душанбе, улица Каримова 27,

Тел: (+992) 935020395 **E-mail:** bahshullo@mail.ru

Подпись Джумаева Б.Б. подтверждаю:

Старший инспектор отдела кадров

