



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**«Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева»**

Миусская пл., д. 9, Москва, 125047
Тел.: +7 (499) 978-86-60; Факс: +7 (495) 609-29-64
E-mail: pochta@muctr.ru; <https://www.muctr.ru>
ОКПО 02066492; ОГРН 1027739123224
ИНН/КПП 7707072637/770701001

№ _____
на № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

**«Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева»,
доктор химических наук, профессор**



Р.А. Козловский
«29» июля 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

на диссертационную работу **Тимофеевой Виктории Вячеславовны**
на тему: **«Получение и свойства твердых дисперсий бензойной и
фумаровой кислот»**, представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность темы исследования обусловлена ростом потребности ветеринарии, фармацевтики, биотехнологии, пищевой промышленности в альтернативных безопасных антимикробных агентах на фоне развивающейся устойчивости патогенов к антибиотикам. Использование для этой цели органических кислот, в частности бензойной и фумаровой, представляется одним из перспективных путей решения указанной задачи. Объекты исследования, используемые в данной работе, обладают бактерицидным и бактериостатическим действием в сочетании с низкой токсичностью, но также имеют низкие значения растворимости в воде, что ограничивает их применение. Технология твёрдых дисперсий рассматривается многими

исследователями как эффективный подход к повышению содержания малорастворимых веществ в воде, продемонстрировавший свою результативность для различных классов биологически активных веществ. В связи с этим диссертационная работа В.В. Тимофеевой, посвященная разработке составов и технологии получения, а также изучению коллоидно-химических закономерностей повышения содержания биологически активных веществ в растворах, является своевременной и актуальной.

Структура и содержание работы

Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список литературы, приложения. Общий объем диссертационной работы составляет 150 страниц, включающие 13 таблиц, 32 рисунков, список литературы из 145 источников, 13 приложений.

Во **введении** сформулированы цель и основные задачи исследования, охарактеризованы актуальность исследования, его научная новизна, теоретическая и практическая значимость, определены положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** подробно освещаются сведения из литературных источников по изучаемой проблематике: описаны основные способы повышения растворимости биологически активных веществ, дана характеристика метода твердых дисперсий, способов получения твердых дисперсий, процессов, происходящих при растворении твердых дисперсий.

Во **второй главе** охарактеризованы объекты и методы исследования.

В **третьей главе** приведены результаты исследований структуры и свойств твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот с половинилпирролидоном и полиэтиленгликолем, изучения растворимости и скорости растворения твердых дисперсий, определения минимальной подавляющей концентрации растворов, оценки стабильности твердых дисперсий при хранении. Также в данной главе представлено обсуждение возможных механизмов повышения содержания кислот в растворах при растворении из твердых дисперсий.

В **четвертой главе** представлены результаты разработки технологии получения твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот и итоги опытно-промышленных испытаний по производству опытных партий данных твердых дисперсий в ООО «Агровет».

В **заключении** работы сформулированы выводы по итогам

исследования, практические рекомендации и перспективы дальнейших исследований.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Основные положения диссертационной работы были представлены на всероссийских конференциях и изложены в 8 научных публикациях, в том числе – в 3 статьях в журналах, входящих в перечни рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз данных и систем цитирования, рекомендованных ВАК РФ. Публикации в полной мере отражают содержание диссертационной работы.

Тексты диссертации и автореферата написаны грамотным техническим языком, материал изложен в логической последовательности.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается применением комплекса современных физико-химических методов исследования, результаты которых грамотно интерпретированы и взаимосогласованы. Методологическую основу исследования составили результаты фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых, посвященных разработке и опыту применения технологии получения твердых дисперсий. Трактовка результатов исследования опирается на современные представления коллоидной химии и не противоречит общепринятым представлениям о свойствах дисперсных систем. Представленные в работе выводы отражают суть полученных результатов и соответствуют проведенным исследованиям.

Научная новизна работы

Достигнута значимое повышение растворимости бензойной и фумаровой кислот в составе их твердых дисперсий с гидрофильными полимерами; предложено теоретическое обоснование наблюдаемого эффекта, заключающиеся в одновременном повышении равновесной растворимости, обусловленном возрастанием поверхностной энергии за счет увеличения дисперсности, и эффективной растворимости за счет образования коллоидных растворов с участием молекул полимеров.

Методом ИК Фурье-спектроскопии установлено, что взаимодействие молекул полиэтиленгликоля с изученными кислотами происходит за счет образования водородных связей между карбоксильной группой кислот и гидроксильной группой полимера.

Предложен механизм стерической стабилизации дисперсных систем, образующихся в процессе растворения твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот с полиэтиленгликолем и поливинилпирролидоном.

Установлено, что при растворении в воде твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот с полиэтиленгликолем ПЭГ 4000 и поливинилпирролидоном К-12 образующиеся растворы обладают антимикробными свойствами, сопоставимыми или превышающими антимикробные свойства водных растворов индивидуальных кислот.

Научная и практическая ценность диссертации

Автором диссертационной работы последовательно и результативно применен метод растворения твердых дисперсий для повышения содержания малорастворимых бензойной и фумаровой кислот в их водных растворах. Выбраны и апробированы гидрофильные полимеры – полиэтиленгликоль и поливинилпирролидон, используемые в качестве носителей, обоснованы и экспериментально подтверждены составы твердых дисперсий, которые обеспечивают максимальное повышение содержания кислот в воде в сравнении со смесями компонентов аналогичного состава и с индивидуальными кислотами.

В работе установлены закономерности формирования твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот с полиэтиленгликолями и поливинилпирролидонами - фазовый состав компонентов и характер взаимодействия между ними, охарактеризован процесс растворения, выявлены причины повышения растворимости бензойной и фумаровой кислот в составе их твердых дисперсий с полимерными носителями, предложен механизм образования коллоидных растворов в изучаемых системах. Установленные закономерности могут служить научной основой для направленного регулирования свойств твердых дисперсий.

Показано, что твердые дисперсии выбранных составов стабильны в течение 24 месяцев хранения и обладают значительной противомикробной активностью при растворении в воде, то есть могут быть использованы в качестве бактерицидных и бактериостатических средств. Разработана технология получения для применения в ветеринарии твердых дисперсий

бензойной и фумаровой кислот с гидрофильными полимерами полиэтиленгликолем и поливинилпирролидоном в соотношении компонентов кислота: полимер 1:9.

Апробация результатов работы

На основании проведенных исследований разработаны опытно-промышленные регламенты, а также осуществлен выпуск опытных партий твердых дисперсий бензойной кислоты с ПВП К-12, бензойной кислоты с ПЭГ 4000, фумаровой кислоты с ПВП К-12 и фумаровой кислоты с ПЭГ 4000 осуществлен на предприятии ООО «Агровет» (г. Белгород).

Основные положения диссертационной работы были представлены на международных и всероссийских научных мероприятиях: XXXI Российская молодежная научная конференция «Проблемы теоретической и экспериментальной химии» (Екатеринбург, 2021); Международный молодежный научный форум «Ломоносов – 2021» (Москва, 2021); Международный молодежный научный форум «Ломоносов – 2022» (Москва, 2022); IX Всероссийская научная молодежная школа-конференция (Москва, 2022); Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии - 2023» (Курск, 2023); VI Международный симпозиум «Innovations in Life Sciences» (Белгород, 2024); Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии – 2024» (Курск, 2024).

Результаты исследований внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению 04.03.01 «Химия», магистров по направлениям 04.04.01 «Химия» и 18.04.01 «Химическая технология».

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, могут быть рекомендованы для использования на предприятиях, производящих кормовые добавки для применения в ветеринарии, предприятиях, специализирующихся на производстве консервантов для пищевой промышленности, в учебном процессе высших учебных заведений при подготовке студентов направлений «Химия» и «Химическая технология». В перспективе дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение и

разработку твердых дисперсий других биологически активных веществ и применение иных полимерных носителей, расширяющих функциональные свойства полученных продуктов.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. В разделах 3.1 и 3.2 обсуждаются вопросы растворимости и скорости растворения бензойной и фумаровой кислот и сообщается, что использование твердых дисперсий приводит к увеличению растворимости целевых веществ. При этом на странице 92 (раздел 3.3) автор делает вывод о формировании коллоидных растворов и именно этим объясняет повышение растворимости. На странице 94 приводится схема стабилизации коллоидных частиц кислот при растворении их твердых дисперсий (рисунок 3.28). Остается неясным, что именно имеется ввиду под термином «растворимость».

2. Из работы осталось непонятным, исследовались ли системы, содержащие используемые полимеры в выбранных количествах, в отсутствие бензойной и фумаровой кислот. В частности, на страницах 64 и 83 обсуждаются данные о размерах частиц, полученных методом светорассеяния. При использовании ПЭГ 4000 на кривых распределения частиц по размерам в растворе твердой дисперсии наблюдаются пики, соответствующие 12,8 и 7,0 нм для бензойной и фумаровой кислот соответственно. Было бы полезно сравнить полученные данные с размерами макромолекул использованных полимеров, детектируемых выбранным методом.

3. Аналогичный вопрос возникает при обсуждении минимальной подавляющей концентрации разработанных дисперсий (раздел 3.4, страницы 96 и 101). В работе сравнивают минимальную подавляющую концентрацию чистых кислот с твердыми дисперсиями, но нет данных о минимальной подавляющей концентрации самих полимеров. С учетом того, что содержание полимеров достаточно велико, эти данные следовало бы учесть при обсуждении «увеличения антимикробной активности» бензойной и фумаровой кислот на основании того, что для трех из четырех смесей характерны меньшие значения минимальной подавляющей концентрации,

4. При исследовании стабильности полученных твердых дисперсий в качестве основного свойства была выбрана концентрация бензойной или фумаровой кислоты. Считаем, что более корректно было бы добавить проверку постоянства минимальной подавляющей концентрации.

5. Считаем, что выбранный термин «монодисперсная система» для полученных композиций неудачен. Несомненно, полученные дисперсии

имеют узкое распределение частиц по размерам, но назвать их монодисперсными не совсем корректно.

Замечания не затрагивают принципиально содержания основных заключений и выводов и не снижают значимости работы в целом.

Заключение

Диссертация Тимофеевой Виктории Вячеславовны «Получение и свойства твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по разработке составов и технологии твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот с антимикробными характеристиками на основе изучения коллоидно-химических механизмов повышения содержания кислот в водных растворах. Указанная научная задача имеет значение для развития отрасли технических наук в целом и отдельных аспектов коллоидной химии в частности. Полученные в диссертации результаты, научные положения и сформулированные выводы обоснованы, достоверны, обладают новизной, имеют теоретическую и практическую значимость.

Содержание диссертационной работы Тимофеевой В.В. соответствует паспорту специальности 1.4.10 Коллоидная химия в пунктах п.6. «Диспергирование и конденсация как методы получения дисперсных систем (золи, суспензии, порошки, пористые тела, эмульсии, пены, пленки)»; п.11. «Коллоидно-химические свойства растворов полимеров»; п.20. «Роль коллоидно-химических свойств дисперсных систем в практике их применения».

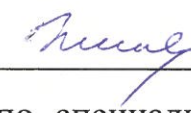
Диссертационная работа Тимофеевой Виктории Вячеславовны «Получение и свойства твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот» по актуальности исследуемых проблем, научной новизне, теоретической и практической значимости, степени обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, числу публикаций полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук. Автор, Тимофеева Виктория Вячеславовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

Отзыв на диссертацию Тимофеевой Виктории Вячеславовны на тему: «Получение и свойства твердых дисперсий бензойной и фумаровой кислот» подготовили:

Кандидат химических наук по специальности 02.00.11 – «Коллоидная химия», доцент, доцент кафедры коллоидной химии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

«29» июня 2026 г.  Гродский Александр Сергеевич

Кандидат химических наук по специальности 02.00.11 – «Коллоидная химия», доцент, доцент кафедры коллоидной химии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

«29» июня 2026 г.  Киенская Карина Игоревна

Доктор химических наук по специальности 02.00.11 – «Коллоидная химия», доцент, заведующий кафедрой коллоидной химии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

«29» июня 2026 г.  Гаврилова Наталья Николаевна

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры коллоидной химии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», протокол № 20 от «29» июня 2026 г.

Подписи Гродского Александра Сергеевича, Киенской Марины Игоревны и Гавриловой Натальи Николаевны заверяю

Ученый секретарь РХТУ им. Д.И. Менделеева
д.т.н., проф.



Н.А. Макаров

Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Адрес: 125047, г. Москва, Миусская пл., д. 9.

Телефон: +7(499) 978-86-60

E-mail: pochta@muctr.ru **Сайт:** <http://www.muctr.ru>