

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

**Шамсара Омид Мохамдали**

на тему: «Физико-химические свойства эмульсионных

микрокапсул, стабилизированных комплексами

лактоглобулинов с различными пектинами»,

представленной на соискание ученой степени

кандидата химических наук по специальности

02.00.04 – физическая химия.

Полимерные полиэлектролиты образуют самоорганизующиеся наноструктуры за счет существования в их молекулярной цепи гидрофильных и гидрофобных звеньев. Условия внешней среды: температура, ионная сила и pH раствора оказывают сильное влияние на распределение функциональных групп полимеров, строение макромолекулы, следовательно, и свойства наноструктур, образующихся в результате молекулярной сборки. Регулируя условия молекулярной сборки можно получать наноструктуры с заранее заданными свойствами.

В современных областях нанотехнологии особое внимание уделяется микро- и наноэмульсионному инкапсулированию, получению монодисперсных капсул биологически активных веществ. Для получения микро- и нанокапсул все чаще используются глобулярные белки и пектиновые полисахариды, способные биологически разлагаться. Необходимо отметить, что многие вопросы микроэмульсионного капсулирования остаются неизученными. Поэтому создание и исследование высококонцентрированных эмульсионных систем, получение на их основе функциональных пищевых продуктов, систем доставки лекарств являются актуальной задачей современной физической и коллоидной химии, фармакологии и биотехнологии, чему и посвящена диссертационная работа Шамсара Омид Мохамдали.

Новизна работы состоит в следующем. Показана возможность регулирования коллоидно-химических свойств межфазных адсорбционных слоев комплексов лактоглобулинов молочной сыворотки с высоко- и низкометилованными пектинами путем варьирования соотношения биополимеров, ионной силы и pH растворов при приготовлении эмульсионных микрокапсул. Впервые оптимизирован диапазон молярных соотношений концентрата лактоглобулинов с различными пектинами, где



наблюдается высокая устойчивость эмульсионных микрокапсул к коалесценции и агрегации, а также максимальный захват и высвобождение лекарственного вещества в условиях моделирующего кишечника. Показано, что основной движущей силой для адсорбции пектиновых полисахаридов на каплях первичной эмульсии –масло/протеин является электростатическое взаимодействие между заряженными звеньями биополимеров. Установлено, что степень адсорбции пектиновых полисахаридов на поверхности первичной эмульсии зависит от конформационных свойств, соотношения белок/пектиновый полисахарид, ионной силы и pH раствора. Получены устойчивые эмульсионные микрокапсулы с высокометилированными пектинами. Показано, что увеличение фракции белка в системе с яблочным высокометилированным пектином не влияет на количество инкапсулированного лекарственного вещества по сравнению с апельсиновым пектином. Впервые изучено взаимодействие низкометилированных пектинов с концентратом лактоглобулинов с образованием нерастворимых комплексов, имеющих низкую эмульсионную активность. Найдены оптимальные условия получения устойчивых эмульсий с высоким процентом насыщения лекарственного вещества путем регулирования ионной силы раствора и молекулярной массы яблочного пектина. Показано, что получение стабильной эмульсии с высокой степенью инкапсулирования зависит от типа пектина, плотности заряда, молекулярной массы, ионной силы и pH раствора, соотношения биополимеров и их агрегирующей способности. Изучена кинетика высвобождения пироксикама из эмульсионных систем.

Результаты исследования, приведенные диссертантом в работе, выполнены в соответствии с планом НИР Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан «Поиск и создание новых полимерных материалов и биологически активных веществ на базе продуктов синтетического и растительного сырья» (номер государственной регистрации 0106ТД414 от 15.03.1996 г.).

Вклад автора состоит в подготовке и проведении экспериментов, обработке полученных данных, их анализе, подготовке научных статей.

Диссертационная работа Шамсара Омид Мохамдали состоит из введения, трех глав, выводов, списка цитированной литературы. Во введении автором сформулированы цели и задачи исследования, а также отражена актуальность темы, её научная новизна и практическая значимость работы.

**Глава 1.** Литературный обзор соответствует исследуемой теме и изложен на 20 страницах. Проанализированы литературные данные по строению, физико-химическим свойствам пектиновых полисахаридов, их биополимерным комплексам с лактоглобулинами молочной сыворотки,



получению и характеристикам лактоглобулинов. Обсуждены данные по комплексам протеин-полисахарид в гелях и на поверхности раздела фаз, когда в потоке дисперсной фазы образуются белковые микроволокна. Причем, длину волокон можно регулировать долей объема дисперсной фазы. Если в потоке в гелеобразное состояние переходит дисперсионная среда, то возникают «гели капиллярной структуры». Особое внимание уделяется способности биополимеров (их комплексов) к эмульгированию и стабилизации пищевых продуктов. Прочитано большое количество работ по взаимодействию белков с пектиновыми полисахаридами, показано их влияние на стабильность и структуру пищевых продуктов, отражен вопрос взаимодействия лактоглобулинов с пектинами. Освещены вопросы формирования и стабилизации эмульсионных микрокапсул, в частности в системе масло/вода. Как следует из изложенного в литературном обзоре материала, соискатель Шамсара Омид Мохамдали достаточно полно проанализировал имеющиеся данные по теме, соответственно конкретизировал задачи исследования.

**Глава II.** В этой главе приведены характеристика исходных веществ, методика выделения пектинов из растительного сырья, их очистка, количественные методы анализа пектиновых полисахаридов. Описаны методики определения свободных, этерифицированных карбоксильных и метоксильных групп, урановых кислот, молекулярного веса пектина, выделения  $\beta$ -лактоглобулина из молочной сыворотки. Белки определены методом Седмака, капиллярного и гель-электрофореза. В разделе приготовление исходных растворов описаны методики приготовления растворов пектинов, концентрата сывороточных белков, буферных растворов, микрокапсул в эмульсионной системе масло в воде. Методики оценки стабильности эмульсии и изучения высвобождения модельного лекарственного вещества из системы доставки лекарственных веществ приведены в конце указанной главы.

**Глава III.** Представлены и обсуждены результаты по изучению процесса формирования микрокапсул на основе комплексообразования высокометилированных пектинов различной структуры, выделенных из яблок и цитрусовых с концентратом лактоглобулина в системе масло в воде, способные эффективно захватывать лекарственные вещества. Предложен модифицированный способ приготовления пектинов в растворе 0,1 М NaCl для увеличения ионной силы раствора и предотвращения полиэлектролитного набухания (3 варианта). Полученные таким способ эмульсии, как показали исследования, оказались устойчивыми при



длительном хранении и наблюдался высокий процент насыщения лекарством.

Микрокапсулы на основе цитрусового пектина с концентратом лактоглобулина молочной сыворотки были использованы для инкапсулирования модельного лекарства пироксикам. Показано, что цитрусовые пектины в присутствии NaCl способны эффективно захватывать лечебные вещества. Системы доставки в виде эмульсии в течение месяца показали высокую устойчивость.

Изучены эмульгирующие свойства низкометилированных (НМ) пектинов и концентрата белков молочной сыворотки. Получены стабильные эмульсии на основе НМ-пектинов яблок. Найдены оптимальные условия получения стабильных микрокапсул в эмульсионной системе масло/вода при различных соотношениях концентрат лактоглобулинов/низкометилированный пектин с минимальным размером и максимальным количеством частиц в единице объема, эффективно захватывающих лечебные вещества. Выявлено, что получение стабильной эмульсии с высокой степенью инкапсулирования зависит от типа пектина, плотности заряда, молекулярной массы, условий среды, а также соотношения биополимеров и их агрегирующей способности.

Установлено, что для формирования стабильной эмульсии с высоким захватом лекарства необходимо, чтобы количество добавленного пектина было достаточно для формирования биослоя, молекулярная масса пектина должны быть в пределах длины слоя из 20-30 молекул белка, распределение плотности заряда на пектиновой цепи должно соответствовать концевым группам протеина. Изучена кинетика высвобождения лекарственного вещества из разработанных систем доставки, полученных на основе природных биополимеров. Осуществлено математическое моделирование процесса высвобождения лекарства.

Результаты, полученные соискателем, являются новыми и завершенными, выводы сформулированы аргументировано. Основные положения диссертационной работы отражены в автореферате, а опубликованные труды, действительно, отражают основное содержание диссертации.

При чтении диссертационной работы и автореферата Шамсара Омид Мохамдали возникли следующие замечания и пожелания.

1. В тексте диссертации имеются грамматические и технические ошибки (оглавление и стр. 8, 9, 16, 22, 52, 80).
2. II глава диссертации, разделов очень много, по объему они маленькие, некоторые из них можно обобщить и сократить их количество.



3. На стр. 80 (первый абзац) говорится об уравнениях и соответствующих двух графиках, которых нет.

4. Список использованной литературы содержит цитированные работы, оформленные не по ГОСТу.

Возникшие замечания нисколько не снижают теоретическую и высокую практическую значимость выполненной работы. Диссертационная работа Шамсара Омид Мохамдали представляет собой завершённое научное исследование, а полученные результаты, без сомнения, достоверны.

По своему содержанию и объёму работа Шамсара Омид Мохамдали отвечает критериям пунктов 9 - 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04-физическая химия.

Официальный оппонент, Д.х.н.,  
профессор кафедры физической  
и коллоидной химии Таджикского  
национального университета



*Signature*  
09.02.2015

Рахимова Мубаширхон

Подпись д.х.н., профессора кафедры физической и коллоидной химии  
химического факультета Таджикского национального университета  
Рахимовой Мубаширхон

заверяю:



Начальник отдела кадров ТНУ

*Signature*  
Сироджиддини Эмомали

Адрес: 734025, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17, химический факультет ТНУ,  
E-mail: [muboshira09@mail.ru](mailto:muboshira09@mail.ru); тел. 918-76-90-70