

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV TA'LIM, FAN VA  
INNOVATSIYALAR  
VAZIRLIGI



MINISTRY OF HIGHER EDUCATION,  
SCIENCE AND INNOVATIONS  
OF THE REPUBLIC OF  
UZBEKISTAN

NAMANGAN DAVLAT  
UNIVERSITETI

NAMANGAN STATE  
UNIVERSITY

160107, Namangan sh., Boburshox ko'cha 161. Tel.: (998-69) 228-85-01, Faks: 228-85-02. Web-sayt: [www.namdu.uz](http://www.namdu.uz), e-mail: [info@namdu.uz](mailto:info@namdu.uz)

№ 678-04

« 06 » 06 2024 y.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор Наманганского  
государственного  
Университета



\_\_\_\_\_ А.А. Расулов

\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу Икроми Хуршеда Икрома на тему  
«Иновационные технологические процессы получения пектинов и их  
пищевых композитов с белками», представляемой к защите на  
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности  
05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств

Актуальность темы. После целлюлозы и крахмала пектин является третьим по распространенности растительным полисахаридом. Этот анионный водорастворимый гетерополисахарид производится из промышленных отходов, образующихся при производстве фруктов, таких как кожура цитрусовых и яблочные выжимки. В зависимости от растительного источника и условий экстракции выход, свойства и структура полученных пектинов будут отличаться, тем самым это отражается на их технико-функциональные свойства.

Области применение пектинов стремительно растет благодаря их уникальной физиологической активности, универсальным желеобразующим свойствам и относительно более низкой стоимости. В

2020 году мировое годовое потребление пектинов оценивалось примерно в 70 000 тонн, а рыночная стоимость – не менее 1,25 миллиарда долларов. Мировой рынок гидроколлоидов показывает, что пищевой и фармацевтический секторы являются основными потребителями пектина, предлагая широкий спектр применений, таких как желирующие, стабилизирующие и эмульгирующие агенты, а также его роль в качестве диетического продукта.

Многочисленными исследованиями доказано, что пектин играет важную роль в организме человека: связывает липопротеиды низкой плотности и снижает риск развития атеросклероза, инсульта и ряда сердечно-сосудистых заболеваний, влияет на всасывание глюкозы, кальция и магния, стабилен в желудке и тонкой кишке и разрушается ферментами бактерий толстой кишки – продукты разложения пектинов могут рассматриваться как пребиотики.

Кислотная экстракция является традиционным и широко используемым промышленным методом получения пектинов. Этот процесс экстракции обычно проводится в реакторах периодического действия с перемешиванием, где сырье подвергается кислотной обработке при высоких температурах от 80 до 100°C и более низких значениях pH 1-3. Время и условия экстракции зависят от типа сырья и составляют от 30 до 180 минут. Последующие этапы включают выделение его из раствора спиртом и сушки.

В последние десятилетия приобрела популярность разработка альтернативных и экологически чистых методов экстракции (ферментативная, микроволновая и ультразвуковая экстракция, субкритическая водная экстракция и др., что подтолкнуло исследователей к изучению новых источников пектина, таких как корзинки подсолнечника, сахарная свекла, клюква, лук, банан, манго, тыква, папайя и грейпфрут. Однако пектины, извлеченные из этих нетрадиционных растительных источников, имеют некоторые ограничения и не пригодны для применения в пищевой промышленности.

Учитывая вышесказанное, наряду с поиском новых потенциально перспективных источников пектина крайне актуальным считается разработка инновационных технологий, которые позволят регулировать

процесс получения полисахаридов растительного сырья для производства качественного пектина. Возникает необходимость исследовать другие источники получения пектина или модифицировать существующие способы получения пектина желаемого качества из других источников, которым посвящается данная диссертационная работа.

Кроме того перспективным направлением использования пектина является его применение в качестве пищевой добавки при производстве новых пищевых продуктов и продуктов функционального назначения. Пектиновые гели и их композиты с белками находят свое применение в пищевой промышленности и биомедицине для систем доставки лекарственных веществ (СДЛ) и пищевых ингредиентов. В этой связи, изучение научных основ создания пищевых композитов на основе пектина и белков с инкапсулированными активными ингредиентами для их применения в качестве функциональных пищевых продуктов является также актуальной задачей.

Значимость для науки и техники результатов, полученных автором диссертации.

Высокая практическая значимость исследования Икроми Х.И. подтверждается результатами разработки инновационных технологических процессов получения пектинов, обеспечивающие эффективность и экологическую безопасность производства из различных источников растительного сырья с определенными физико-химическими свойствами: флеш-способ гидролиз-экстракции пектинов из фруктовых выжимок и динамический метод гидролиз-экстракции пектина из корзинок подсолнечника. Автором разработана и внедрена в производство диаультрафильтрационная (ДУФ) очистка пектина и концентрирования пектинового гидролизата. Рассчитана сравнительная экономическая эффективность производства пектина по существующей и предлагаемой новой с использованием ДУФ технологиям.

Разработана информационно-логическая модель технологического процесса производства пектина из яблочных выжимок новым методом и схема управления технологическим процессом производства пектинов, что позволяет автоматизировать процессы производственного цикла в зависимости от вида и качества исходного сырья.

Предложены методы выделения лактоглобулинов и лактозы из молочной сыворотки (МС) с использованием сочетания методов центрифугирования и УФ, что позволит производить функциональные продукты.

Определены оптимальные условия получения инкапсулированного лекарства на основе природных биополимеров – пектина и зеина. Показано, что на процесс комплексообразования и степень насыщения лекарственных веществ влияют природа биополимеров, их соотношение, а также наличие и тип двухвалентного металла.

Автором проведены испытания над желирующими и стабилизирующими свойствами яблочного пектина, полученного флеш-способом при производстве кондитерских изделий на фабрике «Ширин» (ОАО, г. Душанбе) и при производстве кисломолочных продуктов (кефира и фруктового йогурта) на «Комбинате шири Душанбе» (АОЗТ, г. Душанбе). Также проведены испытания по применению глюкозо-галактозного сиропа при производстве пряников на «Лаззат» (ЗАО, г. Душанбе).

Предложено применение СДИ на основе биополимеров для создания новых лекарственных форм и функциональных продуктов питания.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Основные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе Икроми Х.И. является научно обоснованными и достоверными.

Исследование состоит из введения, четырёх глав, выводов и библиографии из 338 источников, содержит 310 страниц, 54 рисунка и 41 таблицу.

Во введении обоснованы актуальность темы, сформулированы цель и задачи работы, научная новизна, научно-практическая ценность, положения, выносимые на защиту и др. В этой главе представлены объекты и методы исследования, характеристики объектов исследования, способы подготовки реагентов, методики проведения исследования.

В первой главе проанализированы литературные данные о новых источниках получения пектиновых полисахаридов, традиционные методы их производства, моделирование технологических процессов, поведение пектинов в концентрированных растворах. Также приводятся проблемы рационального использования МС и выделение лактоглобулинов, характеристика, свойства и особенности применения белков, и функциональные продукты на основе пектина и белков. На основе анализа обзора литературы сформулированы цель и основные задачи диссертации.

Во второй главе приведены характеристики исходных веществ, методы получения биополимеров, их состав и структура, способ получения, а также методы исследования их структуры и физических свойств.

В третьей главе, приведены основные результаты исследования, и в четвертой главе дается подробное их обсуждение.

Обоснованность полученных соискателем результатов подкреплена большим объемом экспериментального материала, теорией, полным и критическим анализом существующей по данному вопросу литературы, применением современных и надежных физико-химических методов анализа, как 1D и 2D ЯМР-спектроскопии, ИК-Фурье спектроскопия и многоуглеводородное лазерное светорассеяние.

Значимость и достоверность полученных автором выводов подтверждается публикациями по теме исследования (37 статей в изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан (из них 10 статей в журналах и книгах, индексируемых в международные базы данных (Web of Science и Scopus); 2 малых патентах РТ), а также апробации результатов в рамках 33 международных и республиканских конференций.

Научная новизна основных положений выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, и вклад автора.

К наиболее важным результатам исследования, обладающим научной новизной и отражающим личный вклад автора, относятся следующие:

- разработаны новые способы гидролиз-экстракции пектинов из фруктовых выжимок и корзинки подсолнечника: флеш и динамический методы;
- предложены диаультрафильтрационная (ДУФ) очистка и концентрирование пектинового гидролизата;
- оптимизированы параметры процессов гидролиз-экстракции и очистки и концентрирования получения пектинов;
- разработана информационно-логическая модель технологического процесса производства пектина;
- установлено, что конформационные изменения пектиновых макромолекул в значительной степени зависят от степени этерификации карбоксильных групп;
- научно обоснованы и предложены методы выделения концентрата лактоглобулинов и лактозы из МС с использованием сочетания методов центрифугирования и УФ;
- предложено использовать значения показателя полидисперсности ( $M_z/M_w$ ) при процессах гелеобразования пектина.

Практические испытания пектина как студнеобразователя и стабилизатора пищевых продуктов на пищевых предприятиях Республики Таджикистан проведены лично автором. Основные результаты, отраженные в разделе «Научная новизна» и в основе положений, выносимых на защиту, получены автором в соавторстве с коллективом авторов под руководством научного консультанта. Разработка методов исследования, алгоритмов, численных расчетов и интерпретация результатов также осуществлены автором диссертации совместно с коллективом авторов.

Конкретные рекомендации по использованию результатов диссертации.

Автором рекомендуется к практическому использованию следующие важные результаты:

- флеш-способ и динамический способ гидролиз-экстракции пектина, ДУФ метод для очистки и концентрирования пектиновых гидролизатов. Данная технология может найти применение для промышленного производства пектина из любого содержащего пектин сырья;

- принципиальная схема автоматического управления технологическими процессами может быть применена для возможного запуска промышленного производства пектина, а полученный пектин может быть использован в различных областях пищевой промышленности и биомедицине;
- ДУФ способ для выделения концентрата белков молочной сыворотки;
- результаты исследований гелеобразующих свойств пектина с учетом влияющих факторов на прочность гелеобразования могут быть применены при производстве жележных продуктов в различных отраслях пищевой промышленности.

Замечания, дискуссионные положения и рекомендации по содержанию диссертации.

Несмотря на общую высокую оценку диссертационной работы Икромии Х.И. необходимо выделить отдельные замечания и дискуссионные положения по ее содержанию:

1. Диссертация перегружена экспериментальными данными, что усложняет восприятие работы в целом, например, в разделе 2 «Методы исследования» приводятся методы не относящиеся или мало значимые для данной работы методов исследования (2.11 – Выделение и очистки пироксикама, 3.3.3.2 – Определение молекулярного состава зеина кукурузы и т.п.).

2. В работе при разработке способа экстракции пектина (глава 3) исследованы разные типы пектинов, однако недостаточно обсуждаются данные по их различию.

3. В разделе 3.1.8. при расчете экономической эффективности производства пектинов, не понятно, расчет сделано на каком виде сырья?

4. На наш взгляд, данные таблицы 3.5.1.3 мало информативные и следовало их перевести в главу 2.

5. На странице 205 во втором абзаце дается характеристики пектинов, и они еще представлены в таблице 3.5.1.1 повторно.

6. Остается спорным вопрос гелеобразования НМ-пектина в присутствии поливалентных металлов. Почему только ионы кальция способны к формированию прочных гелей, а не ионы меди?

Все это, однако, ни в коей мере не принижает значение диссертационной работы Икроми Х.И., представляющую высокую практическую ценность для отраслей пищевой и фармацевтической промышленности.

Соответствия диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней. Таким образом, диссертация Икроми Хуршеда Икрома является научно-квалификационной работой, в которой на основании разработанных инновационных процессов гидролиз-экстракции, диаультрафильтрационной очистки и концентрирование пектинового гидролизата и функциональных пектин-белковых систем изложены новые научно обоснованные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие науки о процессах и аппаратах пищевых производств. Автореферат и опубликованные статьи в достаточной степени отражает основное содержание диссертационной работы.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с паспортом специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств по пунктам 1-3: Основные процессы пищевых технологий. Изучение физико-химических основ процессов, используемых в пищевых и перерабатывающих отраслях промышленности, принципы устройства и методы расчета аппаратов, реализующих эти процессы.

Исходя из вышеизложенного, следует полагать, что диссертация Икроми Х.И. на тему «Инновационные технологические процессы получения пектинов и их пищевых композитов с белками» по актуальности и современности заявленной темы, научному содержанию, новизне результатов, обоснованности и достоверности выводов и

практической ценности результатов соответствует требованиям «Порядка присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 267 от 30 июня 2021 года (в редакции постановления Правительства РТ от 26.06.2023 г. № 295), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств.

Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Биотехнология» Наманганского государственного университета, протокол № 10 от 25 мая 2024 года.

Заведующий кафедрой «Биотехнология»  
Наманганского государственного университета,  
доктор технических наук, доцент

Атаханов Шухратджон  
Нуриддинович

Секретарь

Абдурахмонова Хадича  
Рахимжон кизи

25 мая 2024 года

Согласны на включение своих персональных данных в аттестационное дело, их дальнейшую обработку и размещение в интернет.

Подписи Атаханова Ш.Н. и Абдурахмановой Х.Р. заверяю:

Нач. отдела кадров по работе с  
профессорско-преподавательским  
составом

И. Мадаминова

Сведения о ведущей организации: Наманганский государственный университет. Адрес: 716019, Республика Узбекистан, г. Наманган, ул. Уйчи, 316, тел.: +998692288502, элек. почта: [info@namdu.uz](mailto:info@namdu.uz), сайт: [www.namdu.uz](http://www.namdu.uz)

