

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной  
деятельности Национального исследовательского  
Томского государственного университета,  
доктор физико-математических наук, профессор



Ворожцов Александр Борисович

« 10 » июня 2022 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

**федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский  
Томский государственный университет»**

**на диссертацию Исмоилова Икромджона Бомуродовича  
«Технология получения, структура и физико-химические свойства  
биоразлагаемых полимерных композитов на основе глюкоманнана и зеина»  
на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения**

#### **Актуальность выбранной темы исследования**

Объем пластиковых отходов в мире за последние 50 лет достигло более миллиарда метрических тонн; из этих отходов примерно 16 % составляют упаковочные материалы и пластиковые контейнеры. Следовательно, производство пластика имеет тенденцию к ежегодному увеличению, и к 2050 году ожидается, что около 12 миллиардов тонн пластика будет накапливаться на свалках и в окружающей среде. Проблема утилизации пластиковых отходов растёт из-за их накопления и негативного воздействия на окружающую наземную и морскую среду, на здоровье человека. В океанах пластик накапливается в круговоротах шириной в несколько миль. Под воздействием ультрафиолетового излучения солнца пластик превращается в «микрочастицы», которые разрушают пищевые цепи и естественную среду обитания.

Для преодоления создавшейся экологической проблемы необходимо разрабатывать новые материалы на основе возобновляемых природных источников. В последние годы индустрия пищевой упаковки значительно выросла и, как ожидается, окажет важное влияние на рынок продуктов питания в последующем. Этот рост является следствием расширения знаний о технологии производства пищевых плёнок и покрытий, достигнутых благодаря исследованиям и разработке продуктов, а также достижениям в области материаловедения и технологии

обработки. Упаковка пищевых продуктов, таким образом, становится междисциплинарной областью исследований, с привлечением опыта химиков, физиков, инженеров и биологов, с конечной целью соответствовать ожиданиям потребителей и правительственным нормативно-правовым актам.

Биоразлагаемые полимеры из возобновляемых природных источников, такие как полисахариды, белки и липиды, являются основным сырьём для производства материалов, необходимых для фармацевтической, медицинской, пищевой, микробиологической, химической промышленности и в сельском хозяйстве, что привлекает внимание исследователей в этом направлении. Среди природных полимеров глюкоманнан (полимер глюкозы и маннозы) в этом аспекте вызывает большой интерес благодаря своим превосходным плёнообразующим свойствам (имеет необходимую гибкость, низкую газопроницаемость, легко очищается от литейной плиты) и является потенциальным кандидатом в разработке упаковочных материалов.

Актуальность избранной темы подтверждается тем, что разработка технологии получения полисахаридов и белков из продовольственных промышленных отходов и создание композиционных материалов на их основе была включена в Стратегию развития Республики Таджикистан в области науки и техники на период 2011–2020 гг. и Приоритетные направления научных и научно-технических исследований в Республике Таджикистан на 2021–2025 гг. Решение данного вопроса направлено на развитие экономики и обеспечение продовольственной безопасности страны.

**Научная новизна диссертационной работы** заключается в том, что в ней впервые:

- установлена структура глюкоманнана, полученного из растений *Эремуруса Гиссарского* (*E. hissaricus*);

- определены молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение и гидродинамические свойства глюкоманнана;

- разработан способ приготовления и оптимальный состав биоразлагаемых плёнок на основе глюкоманнана и зеина;

- установлено, что хорошая совместимость биополимеров зеина и глюкоманнана обусловлена взаимодействием водородных и гидрофобных связей компонентов;

- установлены предельные деформационно-прочностные характеристики и модули упругости композитов разного соотношения компонентов. Показано, что увеличение доли гидрофобного полимера – зеина – способствует упрочнению композита и его более упругому поведению;

- изучена кинетика набухания, влагопроницаемости и растворимости в воде полученных композитных плёнок в зависимости от их состава. Определены величины параметров, характеризующие способность композитов к набуханию.

### **Практическая значимость работы**

Практическая значимость диссертации определяется тем, что в ней разработан оптимальный состав композитных плёнок с содержанием зеина 60–63 % (зеин/ГМ = 1.5–1.75) с оптимальными рабочими характеристиками и рекомендован для производства биоразлагаемых упаковочных материалов с удовлетворительными механическими, влагоудерживающими, влагозащитными свойствами и малорастворимых в воде. Полученные композитные плёнки с оптимальным соотношением биополимеров могут быть применены в качестве биоразлагаемой плёнки для длительного хранения и транспортировки фруктов и овощей.

Разработка технологии получения биоразлагаемых полимерных плёнок и исследование их физико-химических и механических свойств вносят определенный вклад в физикохимию биополимерных композиционных материалов. Они могут быть включены в программу ВУЗов по профилю «Физическая химия», а также использованы при чтении спецкурсов «Физико-химия полимеров» и «Композиционные материалы».

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность полученных соискателем результатов подкреплена большим объёмом экспериментального материала, теорией, полным и критическим анализом существующей по данному вопросу литературы, применением современных и надежных физико-химических методов анализа, организацией и личным выполнением полного объёма лабораторных исследований.

### **Оценка содержания диссертации, её завершенности**

Диссертация Исмоилова И. Б. представляет собой рукопись объемом 111 страниц компьютерного текста, включая 33 рисунка и 16 таблиц. Диссертация состоит из введения, трёх глав, приложения, основных результатов и выводов и списка литературы из 146 наименований.

**Во введении** обоснованы актуальность темы, сформулированы цель и задачи работы, научная новизна, научно-практическая ценность, положения, выносимые на защиту, и др.

**В первой главе** проанализированы литературные данные по биоразлагаемым и съедобным упаковкам, их структуре, барьерным свойствам плёнок и покрытий, приведены примеры биоразлагаемых плёнок на основе зеина и полисахаридов, их физико-химические и механические свойства. На основе анализа обзора литературы сформулированы цель и основные задачи диссертации.

**Во второй главе** приведены характеристики исходных веществ, методы получения водорастворимого полисахарида (глюкоманнана) и зеина, их состав и структура, способ формирования плёнок на основе биополимеров, а также методы исследования их структуры и физических свойств (ИК-Фурье спектроскопия, механические испытания, влагопроницаемость, степень набухания и растворимость плёнок в воде).

**В третьей главе,** приведены данные по выделению и очистке полисахарида из корнеклубней *E. hissaricus*.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания и вопросы**

1. Не совсем понятны этапы растворения композиционных материалов и интервалы достоверности экспериментальных данных.
2. Следует пояснить, в чем природа гидрофобных связей.
3. Требуют уточнения процессы набухания композитных материалов.

**Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

**Соответствие работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям**

Диссертационная работа Исмоилова И. Б. отвечает требованиям пп. 9–11, 13, 14, установленным действующим Положением о присуждении ученых степеней, и соответствует паспорту специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (п. 1, 4, 5, 7 и 9).

**Публикации автора.** По материалам диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук и индексированных в международной базе Scopus, а также в сборниках материалов международных конференций и тезисах докладов в республиканских конференциях.

**Заключение.** Таким образом, диссертационная работа Исмоилова Икромджона Бомуродовича «Технология получения, структура и физико-химические свойства биоразлагаемых полимерных композитов на основе глюкоманнана и зеина», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **1.4.7. Высокомолекулярные соединения** является самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития пищевой и биотехнологической отрасли, изложены новые научно обоснованные практические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9–10 действующего

Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Исмоилов Икромджон Бомуродович, заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Отзыв рассмотрен и одобрен на совместном расширенном заседании кафедры природных соединений, фармацевтической и медицинской химии и кафедры высокомолекулярных соединений и нефтехимии химического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета, протокол № 5 от 09 июня 2022 г.

Профессор кафедры природных соединений, фармацевтической и медицинской химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доктор физико-математических наук (01.04.07 – Физика конденсированного состояния), доцент

 – Курзина Ирина Александровна

09.06.2022

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; (3822) 52-98-52; rector@tsu.ru; www.tsu.ru