

Отчет по результатам реализации проекта по первому и второму этапам гранта КИАС РФФИ № 19-38-90325\19 «Аспиранты»

Тема проекта: Волокнистые и гидрогелевые формы композиционных материалов на основе фиброина и хитозана.

Способ осуществления перехода от раствора к нерастворимому материалу в технологическом процессе формования волокна или пленки из биополимеров оказывает определяющее влияние на конформацию макромолекул, фазовое состояние биополимера, физико-механические свойства полимерного материала, кинетику высвобождения иммобилизованных соединений и саму возможность использования волокнистого материала в биомедицинских целях. Для переработки в волокно, пленку или иной гидрогелевый фиброин-содержащий материал из раствора необходимо осуществить переход фиброина из растворимой в воде конформации в β -форму или межмолекулярную сшивку. Изучены условия перехода фиброина в β -конформацию в присутствии полярных растворителей и сшивающих реагентов. Для контроля конформационного перехода в растворах с различными концентрациями этанола и пленках, полученных из этих растворов использовалась ИК-Фурье спектроскопия. Проведены исследования стабильности растворов фиброина и смеси фиброина и хитозана (1:1) в присутствии этанола (10, 40 и 80 мас.%) и сшивающего реагента дженипин при его содержании, не вызывающем гелеобразование в растворе. Обнаружены изменения в спектрах фиброина в присутствии растворителей и дженипина, установлена основная аналитическая полоса поглощения для кинетических исследований. Изучена кинетика реакции формирования конъюгата фиброина с хитозаном скорости расходования реагента и образования продукта реакции. Обнаружено изменение фазового состояния раствора фиброина при проведении технологических операций, связанных с удалением серицина или приготовлением формовочных композиций для получения многокомпонентных или композиционных биополимерных материалов, связанное с конформационными переходами в фиброине.

Определены оптимальные условия выделения фиброина из натурального шелка, обеспечивающие получение однофазных растворов, пригодных для формирования пленок и волокон: понижение концентрации фиброина и содержания этанола в растворе, использование в качестве электролита соли лития. Проведена оптимизация состава растворов на основе хитозана и фиброина для получения фиброин-содержащих волокнистых материалов методом электроформования. Показана возможность регулирования растворимости полученных материалов с использованием метода химической сшивки и перевода фиброина в β -конформацию. Получены не растворимые в воде образцы ультратонких волокон на основе фиброина, морфология которых подтверждена методом атомной силовой микроскопии.

В результате выполнения проекта установлена взаимосвязь условий перехода фиброина в β -конформацию в присутствии нерастворителей и сшивающих реагентов, волокнообразующей способности растворов фиброина и его композиций с водорастворимыми полимерами, параметрами надмолекулярной и пористой структуры волокон, пленок и гидрогелей, полученных на их основе. Изучены возможности АСМ для изучения физико-механические свойства волокон различного состава. Разработан метод исследования прочностных характеристик нано и субмикроволокон, формирующих структуру нетканого материала полученного методом электроформования, путем измерения резонансных частот кантилеверов атомного силового микроскопа. Благодаря высокому соотношению поверхности к объему и высокой пористости электроформованные нановолокна на основе фиброина могут использоваться в качестве раневых повязок, носителей контролируемого высвобождения и биodeградируемых матриц для тканевой инженерии. Цитотоксичность разработанных материалов, полученных методом электроформования, была исследована в ИБХ РАН по отношению к ряду клеточных культур. Показано, что фиброиновые волокна поддерживали трехмерный рост и пролиферацию как мышечных фибробластов, так и мезенхимальных стволовых клеток крыс.

Список публикаций по проекту:

По результатам работы за первый и второй этапы реализации проекта: 2 статьи опубликованы (ж. Химические волокна WoSc, сборник материалов Восьмой Всероссийской Каргинской конференция), 2 статьи принято к опубликованию (ж. Химические волокна WoSc, AIP Conference proceedings (USA) Scopus). Результаты работы представлены на Международной научно-практической конференции «Актуальные аспекты химической технологии биологически активных веществ» – 2020., 26.05.2020, онлайн, и Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2021)». – 2021, 12.04.2021, онлайн.

Все задачи проекта за отчетный период выполнены.