

УДК 532.135; 541.64

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА САМОСБОРНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ
(БИО)ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ХИТОЗАН/ЖЕЛАТИН НА ИХ
НАДМОЛЕКУЛЯРНУЮ СТРУКТУРУ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА**

Кашурин А.И. (Университет ИТМО), **Литвинов М.Ю.** (Университет ИТМО),
Подшивалов А.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат химических наук Подшивалов А.В.
(Университет ИТМО)

Введение. На сегодняшний день в тканевой инженерии отсутствует универсальное решение в вопросе создания биорезорбируемых и биосовместимых каркасов костной или кожной тканей человека, которые могут расщепляться в организме под действием ферментов и конвертироваться в живые ткани органов, удовлетворяющих требованиям к системам такого рода. Такие материалы могут быть использованы в качестве эндоимплантатов, объём и масса которых при их вживлении могут со временем замещаться живой клеточной массой давая возможность избегать повторного инвазивного хирургического вмешательства в организм. Одним из актуальных и наиболее оправданных подходов к таким материалам в настоящий момент является создание структур на основе (био)полиэлектродитных комплексов ((био)ПЭК) между поликатионами и полиамфолитами, такими как хитозан и белковые гидролизаты. Данные биополимеры могут связываться по механизму сложной коацервации с образованием сначала сферических структур, а затем конденсироваться в твердофазные трёхмерные биорезорбируемые каркасы, которые также могут служить носителями лекарственных биомолекул. Несмотря на значительный потенциал применения таких систем их внедрение в медицину затруднено главным образом из-за недостатка научных данных о границах устойчивости структур (био)ПЭК и физико-химических свойствах при моделировании различных сценариев использования.

Основная часть. В работе были использованы желатин тип Б (175 г сила по Блуму) производства Sigma–Aldrich (США), с молекулярной массой $63,1 \pm 8,7$ кДа, изоэлектрической точкой $pI = 4,7 \pm 0,5$ рН и хитозан производства ЗАО «Биопрогресс» (Россия) со средневязкостной молекулярной массой 206 кДа, степенью деацетилирования равной 83,1 % и показателем константы диссоциации $pK = 6,35$. Приготовление структур (био)ПЭК хитозан:желатин (Х:Ж) производилось при значениях рН = 3, рН = 6, в следующих соотношениях: 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:30 соответственно. ИК-Фурье спектры получали на спектрометре Tensor 37 Bruker (Германия). Применялся метод нарушенного полного внутреннего отражения с призмой из ZnSe с алмазным напылением. Спектры пленок получали путем усреднения 5 сканирований при разрешении 2 см^{-1} . Сорбционный анализ проводился гравиметрическим методом в течение 3 дней в дистиллированной воде, фосфатно-буферном растворе рН = 7,4, а также в среде, имитирующей желудочный сок рН = 1,2.

В ходе работы установлено, что спектры пленок показали значительные сдвиги некоторых полос поглощения относительно нативных биополимеров, что указывает на формирование структур (био)ПЭК в их составе. Основной встречный сдвиг наблюдается для широкого пика хитозана с центром 1152 см^{-1} , и полосы 1162 см^{-1} , соответствующей валентным колебаниям карбоксильных групп в составе аминокислот желатина к промежуточной частоте спектра двухкомпонентной пленки 1158 см^{-1} [1].

По результатам сорбционного анализа было выяснено, что для всех соотношений наблюдается равновесная степень набухания на второй день исследования, что говорит об ограниченном набухании, т. е. опытные образцы не растворяются в используемых растворителях, имитирующих физиологические жидкости человека. Данное явление нехарактерно для гелей, образованных в результате физических взаимодействий, что говорит о силе межмолекулярных электролитных взаимодействий между полимерами при выбранных рецептурных и технологических условиях получения. Также отмечено, что равновесная степень набухания

подчиняется определенной закономерности, связанной с выбранной рецептурой получения гидрогелевого материала. По мере увеличения доли желатина в системе для значений Х:Ж с 1:15 до 1:30 равновесная степень набухания гелей в дистиллированной воды уменьшается на 85 %, в фосфатно-буферном растворе увеличивается на 46 %, в среде, имитирующей желудочный сок увеличивается на 24 %, соответственно.

Выводы. В ходе экспериментов было установлено, что увеличение доли желатина в системе приводит к уменьшению равновесной степени набухания гелей в дистиллированной воде, что может говорить о получении более сшитой структуры относительно соотношений с меньшей долей желатина в материале [2]. Однако при анализе в фосфатно-буферном растворе и среде, имитирующей желудочный сок наблюдается обратная тенденция относительно сорбции в дистиллированной воде, что говорит об отличном характере набухания, вызванном электростатическими явлениями. Полученные ИК-Фурье спектры образцов демонстрируют батохромный сдвиг на 4 см^{-1} относительно полосы 1162 см^{-1} , соответствующей валентным колебаниям карбоксильных групп в составе аминокислот желатина, что доказывают факт электростатического притяжения ионизированных разнозаряженных макромолекул хитозана и желатина и формирование между ними стабильных структур (био)ПЭК.

Список использованных источников:

1. Staroszczyk H. et al. Interactions of fish gelatin and chitosan in uncrosslinked and crosslinked with EDC films: FT-IR study // *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. – 2014. – Т. 117. – С. 707-712.
2. Pourjavadi A., Kurdtabar M. Collagen-based highly porous hydrogel without any porogen: Synthesis and characteristics // *European Polymer Journal*, – 2007, – V. 43, – №. 3, – pp. 877–889.