

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МОДИФИКАЦИЯ СУЛЬФАТИРОВАННОГО ПОЛИСАХАРИДА ИЗ КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

Бровина В. С.<sup>1</sup>, Васильева П. О.<sup>1</sup>, Подшивалов А. В.<sup>1</sup>  
Научный руководитель – канд. хим. наук, Подшивалов А. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО  
vbrovinaa@itmo.ru

### Введение

Разработка материалов для регенеративной медицины и 3D-биопечати требует создания гидрогелей, сочетающих биосовместимость с высокой механической прочностью и способностью к самовосстановлению. Одним из перспективных биополимеров для решения данной задачи является к-каррагинан - сульфатированный полисахарид, выделяемый из красных водорослей и обладающий выраженной гелеобразующей способностью. Однако нативный к-каррагинан не способен формировать динамические связи, необходимые для придания гидрогелям самовосстанавливающимся свойствам. Перспективным решением является химическая модификация полимера: введение в его структуру альдегидных групп путем периодатного окисления. Образующиеся альдегидные группы способны вступать в обратимые реакции с аминогруппами других биополимеров с образованием ковалентных связей, выполняющих роль динамических сшивок [1]. Такой подход открывает возможности для создания гидрогелевых систем с регулируемыми реологическими и механическими характеристиками, перспективных для применения в тканевой инженерии и технологиях 3D-биопечати. В связи с этим целью настоящей работы являлось изучение физико-химических свойств к-каррагинана и получение его окисленных форм с последующей оценкой их функциональных характеристик.

### Основная часть

В качестве объекта исследования использовали к-каррагинан производства «Molecular meal» (Китай). Был разработан подход к модификации к-каррагинана с использованием периодата натрия в качестве окислителя, который позволяет селективно вносить изменения в структуру полисахаридной цепи [2,3]. Основная стратегия заключалась в добавлении раствора периодата натрия к раствору нативного к-каррагинана при постоянном перемешивании в защищенном от света месте для подавления побочных фотохимических реакций. Процесс окисления останавливали добавлением этиленгликоля, который вступает во взаимодействие с избытком окислителя. Полученную суспензию подвергали диализу против дистиллированной воды для полного удаления низкомолекулярных примесей и непрореагировавших реагентов. Наличие остаточного периодата натрия контролировали качественной реакцией с нитратом серебра. Очищенный раствор замораживали и лиофилизировали. На выходе была получена окисленная форма к-каррагинана.

Для подтверждения химической структуры модифицированного к-каррагинана применяли метод ИК-Фурье спектроскопии с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). Согласно литературным данным ключевым спектральным изменением, свидетельствующим об успешном протекании реакции окисления, является появление новой интенсивной полосы поглощения в области 1720–1725 см<sup>-1</sup>. Эта полоса соответствует валентным колебаниям карбонильной группы (C=O), образующейся в результате окисления [1].

### **Выводы**

В ходе работы была проведена комплексная физико-химическая характеристика нативного к-каррагинана. Разработана концепция модификации сульфатированного полисахарида путем периодатного окисления и предложены методы контроля СО. Данный подход открывает возможности для получения функционализированных альдегидсодержащих производных к-каррагинана с разной степенью модификации с целью формирования динамически сшитых гидрогелей с управляемыми характеристиками.

### **Литература**

1. Khodaei T., Nourmohammadi J., Ghaee A., Khodaii Z. An antibacterial and self-healing hydrogel from aldehyde-carrageenan for wound healing applications // Carbohydrate Polymers. – 2023. – Vol. 302. – DOI: 10.1016/j.carbpol.2022.120371.
2. Sarker B., Papageorgiou D.G., Silva R., Zehnder T., Gul-E-Noor F. Fabrication of alginate–gelatin crosslinked hydrogel microcapsules and evaluation of the microstructure and physico-chemical properties // Journal of Materials Chemistry B. – 2014. – Vol. 2, Issue 11. – P. 1470–1482. – DOI: 10.1039/C3TB21509A.
3. Ghiorghita C.-A., Lazar M., Ghimici L., Dinu M. V. Self-Assembled Chitosan/Dialdehyde Carboxymethyl Cellulose Hydrogels: Preparation and Application in the Removal of Complex Fungicide Formulations from Aqueous Media // Polymers. – 2023. – Vol. 15, N. 17. – DOI: 10.3390/polym15173496.