

УДК 544.773.432

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АКРИЛОВОГО ГИДРОГЕЛЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО КАРРАГИНАНОМ

Бабаева Г. М. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – Фатеев А. Д. (Университет ИТМО)

**Введение.** Акриловые гидрогели, благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая гидрофильность и способность к значительному набуханию, находят широкое применение в различных областях, включая медицину, сельское хозяйство и даже пищевую промышленность [1]. Однако у этих материалов есть и некоторые ограничения, такие как низкая механическая прочность и недостаточная биосовместимость, что делает их менее подходящими для использования в условиях высоких нагрузок или в ситуациях, где важно, чтобы материал разлагался после завершения своего использования.

В последние годы уделяется особое внимание разработке акриловых гидрогелевых материалов, которые модифицированы биополимерами, такими как углеводы и белки. Этот подход позволяет объединить положительные качества акриловых гидрогелей с ценными характеристиками биополимеров, включая их биосовместимость и способность к разложению в природной среде. Например, добавление каррагинана к акриловым гидрогелям значительно улучшает вышеуказанные свойства [2].

Каррагинан — это природный полисахарид, гелеобразователь, получаемый при переработке красных морских водорослей методом экстракции с последующей очисткой от органических и других примесей. Наиболее важным различием, влияющим на свойства классов каррагинанов, является количество и положение сульфатных эфиров на повторяющихся субъединицах галактозы. Большее количество сульфатных эфиров понижает температуру растворения каррагинана и приводит к более мягким гелям или препятствует образованию гелей [3].

**Основная часть.** Целью данной работы являлось изучение сорбционных характеристик и структурных свойств акриловых гидрогелей, модифицированных различной концентрацией каррагинана и акриловых гидрогелей с содержанием 2,5 мас.% каррагинана с добавлением разных солей железа (0,1 мас.%). В ходе исследования был синтезирован акриловый гидрогель методом свободной радикальной полимеризации с использованием акриловой кислоты в качестве мономера и МБА (N, N' – метиленбисакриламид) в качестве сшивающего агента. Модификация гидрогеля осуществлялась путем добавления раствора каррагинана различной концентрации в реакционную смесь перед началом полимеризации и последующего добавления солей железа. Сорбционные характеристики были исследованы в дистиллированной воде и показали достаточно хорошие результаты: сорбционная емкость гидрогеля с содержанием 2,5 мас.% каррагинана  $215 \pm 12,0$  г/г, когда сорбционная емкость чистого гидрогеля была  $145 \pm 4,5$  г/г. Добавление солей железа (0,1 мас%) к гидрогелям с содержанием 2,5 мас.% каррагинана улучшает физико-химические свойства образцов, что обуславливается образованием комплексных соединений между компонентами и ведет к улучшению механической прочности и стабильности гидрогелей [4]. Сорбционная емкость стала ниже по сравнению с гидрогелем, содержащим 2,5 мас% каррагинана, а именно:  $130 \pm 9,7$  г/г (оксалат железа),  $150 \pm 13,0$  г/г (хлорид железа (III)) и  $65 \pm 5,7$  г/г (соль Мора).

**Выводы:** В результате исследования модификации акриловых гидрогелей с использованием каррагинана было выявлено, что гидрогель с содержанием 2,5 мас.% каррагинана показал наивысшие результаты сорбционной емкости ( $215 \pm 12,0$  г/г). Это указывает на улучшение сорбционных способностей по сравнению с чистым акриловым гидрогелем ( $145 \pm 4,5$  г/г). При исследовании гидрогелей с содержанием 2,5 мас.% каррагинана и добавлением 0,1 мас.% солей железа было выявлено, что гидрогели с каррагинаном и

хлоридом железа (III) показали самые высокие результаты сорбционной емкости ( $150 \pm 13,0$  г/г), а у гидрогелей с каррагинаном и солью Мора – самые низкие показатели сорбционной емкости ( $65 \pm 5,7$  г/г). При этом стоит отметить, что добавление соли Мора улучшает прочность, а также позволяет сохранять структуру гидрогеля неизменной на протяжении всего эксперимента. Кроме того, модифицированные гидрогели демонстрируют улучшенные сорбционные свойства, что позволяет им эффективно поглощать различные вещества, включая биомолекулы и токсичные соединения. Эти улучшения расширяют возможности применения модифицированных гидрогелей в различных областях, особенно в биомедицине, что делает их перспективными для использования в имплантатах, системах доставки лекарств и других медицинских устройствах [5].

#### **Список использованных источников:**

1. Kowalski, G. Synthesis and Effect of Structure on Swelling Properties of Hydrogels Based on High Methylated Pectin and Acrylic Polymers / Kijowska, K., Witczak, M., Kuteranski, L. // *Polymers* – 2019 – P. 114-130.
2. Kumar, S., Acrylic acid grafted tamarind kernel polysaccharide-based hydrogel for bone tissue engineering in absence of any osteo-inducing factors / Majhi, R. K., Sanyasi, S., Goswami, C., & Goswami, L. // *Connective Tissue Research* – 2018 – P. 111–121.
3. Trius A, Sebranek JG. Carrageenans and their use in meat products. // *Critical reviews in food science and nutrition*. — Chemical Rubber Company, 2006 – P. 5-9.
4. Jong Hui Li, Fabrication of acrylic hydrogel incorporated with magnetic nanoparticles and its physical and thermal properties / Nozieana Khairuddin, Md Bazlul Mobin Siddique // *13th international engineering research conference* – 2020 – P. 18-25.
5. Boateng, J. S. Wound healing dressings and drug delivery systems: a review / J. S. Boateng, K. H. Matthews, H. N. Stevens, G. M. Eccleston // *Journal of Pharmaceutical Sciences* – 2008. – P. 2892–2917