

Лыонг Т.З.<sup>1</sup>, Сираева З.Ю.<sup>1,2</sup>, Ергешов А.А.<sup>1</sup>, Садыкова Ф.Р.<sup>1</sup>, Абдуллин Т.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет  
<sup>2</sup> Казанский государственный медицинский университет  
[luongthajduong@gmail.com](mailto:luongthajduong@gmail.com)

### **Получение и характеристика гидрогелевых биоматериалов, содержащих ионы дивалентных металлов**

Дивалентные металлы, включая металлы переходной группы, играют важную роль в регуляции процессов функционирования, замещения и посттравматической регенерации тканей. Применение соединений металлов в комбинации с тканеинженерными материалами является перспективным подходом в лечении дегенеративных и травматических заболеваний (V. Mourifioet al. J. R. Soc. Interface. 2012, 9, 401).

Нами разработан подход к контролируемому введению бивалентных металлов (кальций, цинк, кобальт, марганец и др.) в химически сшитые гидрогели на основе желатина. Сшивку желатина проводили бифункциональными сшивающими агентами при комнатной температуре и при замораживании, с образованием гидрогелей, имеющих разную пористость и плотность. Получены экспериментальные образцы гидрогелей с различным содержанием дивалентных металлов, которое определяли методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) в режиме элементного анализа и рентгено-флуоресцентного анализа.

Установлено, что введение металлов в гидрогели повышает индекс набухания гидрогелевого компонента и уменьшает содержание воды в порах по сравнению с гидрогелями, не содержащими металлы. По данным ротационной реометрии композиционные гидрогели характеризуются повышенными значениями модуля упругости и линейного диапазона вязкоупругости. Результаты свидетельствуют об образовании дополнительных сшивок в композиционных гидрогелях и, как следствие, повышении их стабильности и упругости. По данным лазерной сканирующей конфокальной микроскопии и СЭМ композиционные гидрогели обладают однородной ячеистой структурой с более мелким размером пор, чем однокомпонентные гидрогели. Исследованы эффекты металлов на процессы миграции и пролиферации фибробластов кожи человека и эмбриональных мышечных фибробластов линии 3T3 в составе композиционных гидрогелей. Сравнение регенеративной активности однокомпонентного гидрогеля и гидрогеля, допированного ионами цинка, на модели эксцизионной раны крысы показало, что добавка цинка не ингибирует процессы новообразования дермы и эпителия кожи, при этом – существенно стимулирует миграцию лейкоцитов в область раны. Результаты свидетельствуют о том, что цинк в составе гидрогеля желатина проявляет биоактивность, влияет на скорость прохождения фаз раневого процесса и обладает иммуномодулирующим действием.

Финансирование исследования: *Работа выполнена в рамках Государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского федерального университета (КФУ) среди ведущих мировых научно-образовательных центров и с участием ООО «Биомедтех КФУ». Использовано оборудование Междисциплинарного центра «Аналитическая микроскопия» КФУ.*