

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ TiO_2 С ПОМОЩЬЮ КАЛИКСАРЕНОВ И ПОЛИЭТИЛЕНИМИНА ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КЛЕТОЧНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Калинкина В.А. (ИТМО), Второва В.С. (ИТМО), Сазонова В.А. (ИТМО), Новиков О.П. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Уласевич С.А. (ИТМО)

Введение. Современная биоматериаловедение и тканевая инженерия требуют разработки функциональных покрытий, обладающих высокой биосовместимостью и возможностью целенаправленного управления клеточными процессами. Диоксид титана зарекомендовал себя как перспективная платформа для создания адаптивных биоматериалов благодаря своей фотокаталитической активности, химической стабильности и возможности модификации поверхности. Иммобилизация каликсаренов на поверхности TiO_2 -покрытий позволяет реализовать механизмы контролируемого молекулярного распознавания, селективной сорбции и высвобождения ионов. Введение промежуточного слоя полиэтиленimina (PEI) способствует усилению межфазного взаимодействия между TiO_2 и каликсаренами, а также обеспечивает дополнительную функциональность, связанную с катионной природой полимера. Исследование механизмов направленного высвобождения ионов кальция из полости каликсарена и их влияния на клеточную активность открывает новые перспективы в области регенеративной медицины, биосенсорики и управляемой доставки биологически активных соединений.

Основная часть. В рамках настоящего исследования разработана методология формирования многокомпонентных покрытий на основе TiO_2 , модифицированных каликсаренами и промежуточным слоем PEI. Синтез осуществлялся посредством гидролитического осаждения TiO_2 из изопропоксида титана ($\text{Ti}(\text{OiPr})_4$) на поверхность покровного стекла с последующей функционализацией полиэтиленiminом и иммобилизацией каликсаренов. Полученные покрытия подвергались обработке раствором хлорида кальция, что способствовало селективному включению ионов Ca^{2+} в полость макроциклического лиганда.

Для оценки биосовместимости и функциональности покрытий была проведена культуральная экспансия клеточной линии C2C12 на их поверхности. Инкапсуляция клеток с флуоресцентным индикатором, позволила детектировать процесс высвобождения ионов кальция при визуализации образцов на флуоресцентном микроскопе. Наблюдаемые всплески интенсивности зелёного свечения при экспозиции в диапазоне фильтра от 460 до 542 нм под действием УФ-облучения свидетельствуют о триггерном механизме выхода ионов Ca^{2+} из полости каликсарена, обусловленном клеточной активностью. Данный эффект указывает на возможность использования таких покрытий для модуляции внутриклеточных сигналов, что представляет интерес для направленного контроля дифференцировки и пролиферации клеток.

Выводы. Созданные интеллектуальные покрытия на основе TiO_2 , модифицированные слоем PEI и каликсаренами, демонстрируют способность к контролируемому высвобождению ионов кальция, что открывает новые возможности для разработки биоматериалов с заданными функциональными свойствами. Полученные результаты подтверждают потенциал данных покрытий в качестве платформ для управляемого воздействия на клеточные системы, что может найти применение в тканевой инженерии, биомедицине и биосенсорике. Дальнейшие исследования направлены на уточнение кинетики высвобождения ионов, оптимизацию морфологии покрытий и анализ их влияния на специфические пути внутриклеточной сигнализации.

Список использованных источников:

1. Wu, S., Weng, Z., Liu, X., Yeung, K.W., & Chu, P.K. (2014). Functionalized TiO₂ Based Nanomaterials for Biomedical Applications. *Advanced Functional Materials*, 24.
2. He, J., Hao, M., Duan, J., Xia, H., Li, W., Xue, H., Wang, S., Liu, W., Li, D., Sang, Y., & Liu, H. (2021). Synergistic effect of endocellular calcium ion release and nanotopography of one-dimensional hydroxyapatite nanomaterials for accelerating neural stem cell differentiation. *Composites Part B-Engineering*, 219, 108944.

Автор _____Калинкина В.А.

Руководитель _____Уласевич С.А.