

Таким образом, образцы из синтезированных композиций, являются перспективными для использования в авиационно-космической промышленности, например, для создания развер-

тываемых космических конструкций или высокотемпературных исполнительных механизмов

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 22-73-10011.

Список литературы

1. Kholkhoev B. C., Bardakova K. N., Epifanov E. O., Matveev Z. A., Shalygina T. A., Atutov E. B., Voronina S. Yu., Timashev P. S., Burdukovskii V. F. // *Chemical Engineering Journal*, 2023. – V. 454. – P. 140423.
2. Bardakova K. N., Kholkhoev B. C., Farion I. A., Epifanov E. O., Korkunova O. S., Efremov Y. M., Minaev N. V., Solovieva A. B., Timashev P. S., Burdukovskii V. F. // *Advanced Materials Technologies*, 2022. – V. 7. – № 1. – P. 2100790.

НАНЕСЕНИЕ БИОАКТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОЛИКАПРОЛАКТОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАБОТКИ СМЕСЬЮ ХОРОШЕГО И ПЛОХОГО РАСТВОРИТЕЛЕЙ

В. С. Бочаров, Г. Е. Дубиненко

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент С. И. Твердохлебов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, vsb27@tpu.ru

Разработка новых функциональных материалов для изготовления биорезорбируемых тканеинженерных скаффолдов является актуальной задачей медицинского материаловедения. Скаффолды из натуральных и синтетических полимеров находят своё применения в исследованиях по регенерации биологических тканей и замещению тканевых дефектов. Перспективным биорезорбируемым материалом, используемым для замещения тканевых дефектов, является поликапролактон (PCL), не обладающий специфическими функциональными свойствами, что требует улучшать его биоактивность путем внесения в него биоактивных добавок. Для регенерации костных тканей в медицине часто применяется гидроксиапатит (ГАП), который поддерживает пролиферацию и дифференцировку мезенхимальных стволовых клеток в остеогенном направлении, а также стимулирует минерализации костного регенерата. Основными методами интеграции биорезорбируемых полимеров и гидроксиапатита являются изготовление полимерных композитов и нанесение на поверхность полимерных скаффолдов функциональных покрытий. Композиты, наполненные гидроксиапатитом, показали свою эффективность при замещении костных дефектов в ряде исследований [1]. Недостатком таких композитов является отсутствие на поверхности сформированного композиционного скаффолда биоактивных частиц,

так как ГАП в приповерхностном слое композиционного скаффолда покрыт тонким слоем полимера, препятствующим контакту частиц ГАП с окружающими тканями в первые недели после имплантации. В работе было предложено нанесения частиц гидроксиапатита на поверхность поликапролактона проводить в системе «хороший/плохой» растворитель [2].

Пористые скаффолды диаметром 10 мм и высотой 3 мм были изготовлены методом FDM печати. Покрытие формировали в смеси толуола и этанола в соотношении 3 : 7 по объему. ГАП смешивали со смесью толуол/этанол в концентрации 10 мас. % и перемешивали с использованием магнитной мешалки в течение 30 минут для получения суспензии. Скаффолды погружали в суспензию на 2 минуты при комнатной температуре при непрерывном перемешивании. Покрытые скаффолды промывали этанолом и сушили в течение 24 часов в вакууме (100 Па) при комнатной температуре.

Исследования поверхности матриц и дисперсии ГАП-покрытия проводили методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на JEOL JSM-6000 (EOL Ltd., Токуо, Япония). Исследование проводилось в низком вакууме при ускоряющем напряжении 15 кВ. Перед СЭМ – исследованием скаффолды были покрыты золотом на установке JEOL Smart Coater (EOL Ltd., Токуо, Япония). Химический состав матриц

исследовали с помощью инфракрасной Фурье – спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) с ослабленным полным отражением (ATR) на Tensor 27 (Bruker Optik GmbH, Ettlingen, Германия) с приставкой Miracle™ для однократного отражения ATR (PIKE Technologies, Madison, Wisconsin, США). Измерения проводились с кристаллом ZnSe при угле падения 45°. Все FTIR-спектры были записаны в спектральном диапазоне 530–4000 см⁻¹ с разрешением 4 см⁻¹. Термическую стабильность матриц и твердого неорганического остатка из ГАП изучали методом термогравиметрического анализа (ТГ) в инертной атмосфере на синхронном термоанализаторе SDTQ 600 (Artisan TG, Champaign, Illinois, США) в интервале 40–800 °С при скорости нагрева 10 °С·мин⁻¹. Для проведения ТГ – анализа из средней пористой части матрикса с покрытием вырезали образцы массой 20 мг.

В работе было показано, что обработка пористых 3D скаффолдов из поликапролактона в смеси «хороший/плохой» растворитель позволяет наносить на их поверхность равномерное покрытие гидроксиапатита и не влияет на макроструктуру скаффолдов.

Работа поддержана Минобрнауки, проект Наука FSWW-2023-0007 (0. 0007.ГЗБ.2023).

Список литературы

1. Попков А. В. [и др.] // ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОДЕГРАДИРУЕМОЙ МАТРИЦЫ ИЗ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА ДЛЯ ЗАЖИВЛЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ). *Acta Biomedica Scientifica*, 2022. – № 4.
2. Горенинский С. И. Дисс. ...канд. тех. наук. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2021. – 102 с.

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ МОНОМЕРОВ НА МОЛЕКУЛЯРНУЮ МАССУ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ БЕТУЛИНА

А. А. Бугаева, Е. Я. Полетыкина

Научный руководитель – к.х.н., доцент А. Л. Зиновьев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aab177@tpu.ru

Получение фармакологических препаратов и биологически активных веществ из природных соединений одно из перспективных и активно развивающихся направлений тонкого органического синтеза и фармацевтической химии. Химическая модификация природных соединений дает сравнительно низко токсичные с широким биологическим действием фармакологические препараты. Одним из перспективных классов природных метаболитов является класс тритерпеноидов. Один из них является метаболит растения *Betula alba*, она же *Береза белая*; бетулин (луп-20(29)-ен-3,28-диол, C₃₀H₅₀O₂) – пентациклический тритерпеноид лупанового ряда, который соединяет в себе доступность и биологическую активность.

Основным источником получения бетулина является кора растения. Во внешней части коры содержание бетулина варьируется в пределах

10–35 % [1]. Так как берёзовая кора является крупнотоннажным отходом деревоперерабатывающего производства, бетулин становится доступным субстратом для получения адсорбентов, антимикробных покрытий, терапевтических агентов [2–4].

Так как бетулин является диолом он способен вступать в реакции поликонденсации. Сополимеры на основе бетулина в силу своей объемной циклоалифатической структуры обладают жесткостью, термостабильностью, биологически активными свойствами, низкой токсичностью и могут найти широкое применение для создания новых биосовместимых многофункциональных полимерных материалов.

Бетулин является доступным сырьем для получения новых полимеров на его основе. Но сложность синтеза сополимеров на его основе