

УДК: 546, 617, 616-77

Ю.Р. Рассолова, А.М. Мурашко, Я.Ю. Филиппов
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ IN-VITRO РЕАКЦИОННО-СВЯЗАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКФ

Каждый год среди заболеваний населения значительная доля приходится на заболевания, связанные с опорно-двигательной системой. Наиболее перспективно создание материалов с приемлемыми механическими характеристиками, которые со временем растворяются во внутренней среде организма, способствуя росту нативной костной ткани. Особый интерес представляют реакционно-связанные материалы (РСМ), которые сочетают в себе высокую растворимость, характерную для цементов и высокую прочность, свойственную керамике. В данной работе в качестве основы для реакционно-связанных материалов был выбран октакальциевый фосфат (ОКФ), который оказывает стимулирующее воздействие на образование костной ткани, а также является прекурсором при формировании костного апатита [1]. Таким образом, данная работа направлена на получение и исследование реакционно-связанных материалов на основе ОКФ.

Для синтеза ОКФ использовали двухстадийный подход. На первой стадии в ходе реакции (1) синтезировали брушит из смеси β -ТКФ и МКФМ, которую спрессовывали в цилиндры, а затем помещали в воду на 24 часа.



Затем для получения ОКФ брушит подвергли гидролизу на протяжении 1 дня, 3 дней, 7 дней и 14 дней в ацетатном буфере при $\text{pH} = 7.5$ и температуре 40°C , $\text{pH} = 7$ и 50°C , $\text{pH} = 6.5$ и 60°C (2).



На рис 1 представлены зависимости содержания ОКФ от температуры и времени синтеза в полученных образцах. Данные рентгенофазового анализа подтверждают, что образовавшиеся на ранних этапах синтеза брушит и монетит полностью конвертируются в ОКФ, причем с увеличением температуры данный процесс осуществляется быстрее.

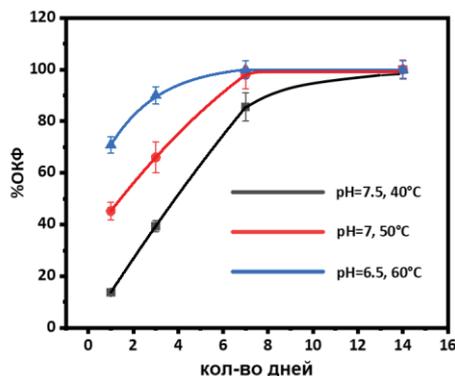


Рисунок 1 – Зависимость содержания ОКФ в РСМ в зависимости от времени синтеза

По данным растровой электронной микроскопии, образовавшиеся кристаллиты брушита и ОКФ обладают пластинчатой морфологией. Для брушита размер частиц достигает 5 мкм, в то время как для ОКФ размер представлен частицами субмикронного размера.

Предел прочности для брушитового материала и материала на основе ОКФ составил 10.7 ± 2.6 МПа и 6.3 ± 1.0 МПа соответственно, что достаточно для медицинского применения. Модуль Юнга: 1.1 ± 0.3 ГПа и 0.7 ± 0.1 ГПа, что не превышает жесткость костной ткани – 1 – 20 ГПа [2], следовательно, материалы не будут экранировать механическую нагрузку.

Значения pH, формируемого обоими материалами в растворе лежит в допустимом для биологического применения диапазоне (6 – 8.5) [3]. Исследование растворимости в трис-буфере при pH=7.4 показало меньшее значение pCa для брушитового образца, что согласуется с его большей растворимостью. По данным растровой электронной микроскопии на поверхности РСМ на основе брушита и РСМ на основе ОКФ после 72-х часовой выдержки в растворе 5×SBF при 37.7°C образуются мелкие кристаллы гидроксиапатита, что свидетельствует о высокой биоактивности получаемых образцов.

Определение цитотоксичности изучаемых материалов было проведено с помощью сокультивирования первичной культуры стромальных клеток. При окраске на PI-маркер уже после 24-х часов после посева клеток было обнаружено, что количество живых клеток на поверхности ОКФ больше, чем на поверхности брушита, что свидетельствует о меньшей токсичности данного материала.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №22-19-00219 “Новый подход к конструированию остеоиндуктивной биокерамики сложного состава и архитектуры на основе стабилизированных глазеритоподобных фаз”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Suzuki O. Octacalcium phosphate: osteoconductivity and crystal chemistry //Acta biomaterialia. – 2010. – Т. 6. – №. 9. – С. 3379-3387.

2. Baino F. et al. Processing methods for making porous bioactive glass based scaffolds—A state of the art review //International Journal of Applied Ceramic Technology. – 2019. – Т. 16. – №. 5. – С. 1762-1796.

3. Морозова В. П. СТАНДАРТЫ И НОРМЫ PH ДЛЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ //Перспективы развития современных социально-экономических процессов. – 2019. – С. 49-54

УДК 541.49

А.С. Рудометова, В.М. Никольский, Е.С. Биберина, Л.Н. Толкачева
Тверской государственный университет, город Тверь, Россия

ТЕРМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КОМПЛЕКСОВ НЕКОТОРЫХ 3d-МЕТАЛЛОВ С D-ИЗОМЕРОМ N-(КАРБОКСИМЕТИЛ) АСПАРАГИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Комплексоны, типа этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТУК) во многих случаях экологически небезопасны, т.к. не поддаются быстрому разрушению при попадании в окружающую среду [1]. В целях устранения экологической угрозы из-за накопления соединений ЭДТУК в водной среде и почвах могут быть использованы комплексоны, способные подвергаться быстрой биодеградации на безвредные для живой природы компоненты. Такими экологически безопасными свойствами, например, обладает комплексон на основе аспарагиновой кислоты, а именно, D-N-(карбоксиметил) аспарагиновая кислота (D-КМАК, H_3Y) [2].

Этот комплексон может использоваться в качестве средства доставки биологически активных ионов металлов, таких как Ni^{2+} , Cu^{2+} и Zn^{2+} , различных генных конструкций в клетки живого организма. D-КМАК уже нашел применение при создании маскирантного слоя индикаторной бумаги на нитрат-ионы [4].

Исследование кинетических характеристик трансформации экологически безопасных комплексонов и их комплексонатов металлов, особенно в тех случаях, когда осуществляется твёрдофазное превращение этих соединений при повышении температуры является актуальным. Это объясняется тем, что в процессе применения этих комплексонов в химических процессах, протекающих при высокотемпературной обработке продуктов питания, возможно образование самых разнообразных веществ. Возникают вопросы, какие это вещества, нет ли среди них вредных для человеческого организма и какова должна быть длительность термообработки белковой пищи, при которой возможно образование потенциально опасных для организма соединений.