

МИКРОФЛЮИДНЫЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕЛАМИН БАРБИТУРАТОВ

Ануфриев И.Е. (ИТМО), Тимралиева А.А. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Скорб Е.В. (ИТМО)

Введение. Структуры, способные к самосборке и организации, открывают огромные перспективы для науки и промышленности, так как обладают рядом уникальных свойств по сравнению с другими материалами. Их высокая чувствительность к внешним условиям позволяет создавать «умные» материалы, способные адаптироваться под определённые ситуации. Такой подход находит применение в различных отраслях, таких как медицина [1], сенсорика [2], фотоника [3] и каталитическая химия [4]. Один из таких материалов представляют меламина барбитураты. Данные комплексы представляют собой ансамбли из меламина и барбитуровой кислоты, соединённых с помощью водородных связей в определённой конфигурации. Особенности данных соединений являются их способность выступать в роли ловушек для радикалов и совместимость с живыми системами [5], что находит применение в фундаментальных биологических исследованиях. В то же время высокая чувствительность таких систем накладывает ограничения в создании таких структур. Сложности создания определённых супрамолекулярных комплексов с заданными свойствами требуют строгого контроля условий синтеза, который, не всегда возможен при традиционных подходах.

Использование микрофлюидных устройств позволяет намного точнее задавать условия реакций внутри них, а значит и повышает шансы создать необходимые соединения. Данное преимущество осуществляется за счёт системы тонких каналов, внутри которых осуществляется реакция, и тонкого контроля скоростями и объёмами потоков внутри них. При этом, данная методика позволяет совмещать процессы создания соединений и анализ их образования в одном устройстве.

Основная часть. В данной работе был осуществлен микрофлюидный синтез кристаллов меламина барбитуратов, а также наблюдение за процессом их образования *in situ*. Микрофлюидный чип, состоящий из трех входных отверстий, для водных растворов меламина, барбитуровой кислоты и масла с ПАВ. В качестве несмешивающейся с водными растворами фазой выступало вазелиновое масло с 2% сорбитан моноолеата. При смешивании водных растворов и масла, образовывалась система вода в масле, где каждая капля выступала в качестве самостоятельного химического реактора. В процессе смешивания происходило образование меламина барбитуратов и их кристаллизация. Анализ и контроль процесса реакции проводился с помощью инвертированного оптического микроскопа Leica DMI8. В конструкции чипа была предусмотрена смотровая камера с кварцевым стеклом. Сам чип изготавливался методом 3D печати с использованием смолы, чувствительной к ультрафиолетовому излучению. Такая технология изготовления чипов имеет преимущество по сравнению с мягкой литографией, традиционно используемых в производстве микрофлюидных чипов, за счёт разнообразия материалов чипа, затрат на производство, скорости изготовления и сложности создаваемых топологий. Предварительно, для проверки корректности работы чипов во время объединения реагентов, проводилось смешивание водных растворов красителей (родамин 6Ж и метиленовый голубой).

Выводы. В представленной работе успешно продемонстрирована эффективность микрофлюидного подхода для синтеза кристаллов меламина барбитуратов. Точный контроль над условиями реакции в микрокаплях “вода в масле”, реализованный в разработанном устройстве, позволил осуществить *in situ* наблюдение за процессом кристаллизации. Микрофлюидный синтез в 3D-печатном чипе позволяет оптимизировать синтез и получать

материалы с воспроизводимыми характеристиками. Данный подход обеспечивает более глубокое понимание механизмов формирования комплексов меламина барбитуратов и открывает перспективы для создания материалов с заданными свойствами.

Список использованных источников:

1. Баратов К. Р. У. и др. Сравнительная биологическая активность супрамолекулярных комплексов рутина //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 8-1 (74). – С. 15-18.
2. Wang Q. et al. Supramolecular aggregates as sensory ensembles //Chemical Communications. – 2016. – Т. 52. – №. 88. – С. 12929-12939.
3. Rangan K. et al. Solar energy conversion using photochemical molecular devices: photocatalytic hydrogen production from water using mixed-metal supramolecular complexes //Energy & Environmental Science. – 2009. – Т. 2. – №. 4. – С. 410-419.
4. ВАЦАДЗЕ С. З., МАКСИМОВ А. Л., БУХТИЯРОВ В. И. Учредители: Российская академия наук //ДОКЛАДЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. – 2022. – Т. 502. – №. 1. – С. 3-31.
5. Shilovskikh V. V. et al. Radical activity of binary melamine-based hydrogen-bonded self-assemblies //Applied Magnetic Resonance. – 2020. – Т. 51. – №. 9. – С. 939-949.