

За последнее время ДНК-нанотехнологии привлекли много внимания, и такие сенсационные заголовки, как «Нанотехнологии возможно обрели своего Генри Форда – мельчайшие ДНК-роботы могут быть будущим конвейеров» создают основу для определённого общественного мнения. На самом деле, ученые, такие как Нэд Симэн, про которого написана эта статья, годами работали в этой сфере, и большое количество наномеханических ДНК-устройств было описано в литературе.

ДНК-наномашины – синтетические молекулы ДНК, изменяющие свою молекулярную форму в ответ на воздействие из внешней среды. К таким воздействиям можно отнести изменение pH и присоединение низкомолекулярных эффекторов, белков или нитей ДНК.

Группа индийских исследователей разработала конструктивную ДНК-нанотехнологию, на данный момент показавшую свою эффективность только в экспериментах в искусственных условиях, но в недалеком будущем эта технология пройдёт испытания и на живых системах. В статье за эту неделю на в Интернет-издании Nature Nanotechnology, они описывают успешную работу искусственно созданных ДНК-наномашин внутри живых клеток и доказывают, что эти наномашины работают также эффективно внутри живых клеток, как и «в пробирке» (ДНК-наномашины, которые регистрируют изменения pH в пространстве и времени внутри живой клетки).

«Мы назвали нашу ДНК-наномашину I-Switch,» - отвечает доктор Ямануна Кришнан на вопрос Nanowerk. «Устройство запускается извне воздействием протонов и работает как pH-сенсор, действие которого основано на резонансном переносе энергии флуоресценции (FRET) внутри живой клетки. Мы продемонстрировали способность этих ДНК-наномашин работать внутри живых клеток в качестве устройств для записи пространственно-временных изменений pH, связанных с созреванием эндосом. Наши исследования показывают, что эти устройства способны работать с эндосомами живых клеток также эффективно, как и в пробирке».

Доктор Ямануна Кришнан – ученый из Национального центра Биологических наук в (Бангалор, Индия), где она руководит группой Химической Биологии. Соединение ДНК, разработанное её командой – надёжный наноиндикатор, активируемый изменениями pH, с достаточно быстрой скоростью реагирования, длительной эффективной работой в течение нескольких циклов и не производящий токсичных побочных продуктов в ходе работы (побочными продуктами полного цикла I-Switch являются только соль и вода).

I-Switch чувствителен к уровню pH между 5,5-6,8 - что идеально для наблюдения за

изменениями внутриклеточного pH - и дает информацию, дополняющую данные от низкомолекулярных pH-зондов. Доктор Кришнан указывает, что в отличие от этих pH-зондов, I-Switch является сенсором, основанным на резонансом переносе энергии флюоресценции, что позволяет ему блестяще работать как при физиологических, так и при кислотных значениях pH.

«Наиболее важно то, что pH-зонды, основанные на зеленых флюоресцентных белках или низкомолекулярных веществах имеют ограниченное применение в связи с постоянной длиной волны. I-Switch же, являясь искусственно разработанной ДНК-структурой, может взаимодействовать с любой подходящей парой белков для проведения FRET. Поэтому, он может быть использован для одновременного наблюдения за несколькими белками, каждый из которых несет свою отличительную FRET-пару. Таким образом это делает I-Switch эффективным зондом в исследовании внутриклеточного распределения веществ или процессов перемещения веществ.»

На данный момент, индикатор дает временное разрешение в 5 минут с временем ответа в 1-2 минуты. Тем не менее, эти показатели могут быть улучшены новыми разработками, над некоторыми из которых индийская группа уже работает. Более быстрые ДНК-индикаторы будут способны регистрировать изменения pH в более короткие сроки и с более широкими диапазонами чувствительности.

По словам доктора Кришнан, замечательно, что, как и клеточные структуры, искусственно разработанные ДНК-наномашины реагируют на молекулярные раздражители, поэтому могут быть встроены в среду клетки и при этом изолированно работать в переполненном другими структурами внутриклеточном пространстве. «Таким образом, функции ДНК-наномашин из нанодиапазона могут быть достаточно эффективно перенесены на масштабы клетки», говорит Кришнан.

«Ясно, что использование конструкций из нуклеиновых кислот как сенсоров различных биомолекулярных стимулов внутри живых систем обладает большими возможностями для реализации», говорит доктор Кришнан. «Дальнейшее развитие конструктивных ДНК-нанотехнологий в живых системах заключается в разработке сенсоров для других молекул, а в дальнейшем возможен переход от обычного пассивного указания на клеточные сигналы, которым мы сейчас занимаемся, к управлению и настройке систем клеточного сигнализирования».

По поводу их работы на данный момент доктор Кришнан отвечает так: «Мы просто хотим, чтобы эти сенсоры использовались, а также мы хотим показать за счет них возможности ДНК-структур как сенсоров высокого разрешения. Мы будем рады выслать эти сенсоры тем, кто захочет их использовать, без каких-либо требований к сотрудничеству.»