

БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ (Bionanotechnology)

«Биосистемы – это самые совершенные системы на свете, а бионанотехнологии – это попытка воспроизвести их».

Дж. Райан



Как водится, все самое интересное всегда происходит на стыке наук. Так появились нанотехнологии, ставшие основным приоритетом всех развитых государств мира. Так сегодня появляются бионанотехнологии, сочетающие в себе как биологические, так и нанотехнологические подходы к созданию новых систем, то есть биологию, химию, физику и материаловедение.

Фактически бионанотехнологии означают попытку совместить биологические молекулы, системы живой клетки и созданные человеком наноструктуры – живое с неживым. Уникальность природы всегда вдохновляла и завораживала человека, искушала его повторить совершенство биологических структур и механизмов в искусственно создаваемых системах. Вот и сейчас популярность биологических подходов в на-

нотехнологиях вызвана стремлением создавать уникальные микромашины, осуществлять сборку сложных наноструктур из составных блоков, доставку и разделение наночастиц и компонентов смесей – все то, что уже миллионы лет реализуется в природных системах. Одна из наиболее острых проблем, стоящих перед человеком, – это проблема старения, решить которую безуспешно пытались на протяжении многих веков, изобретая эликсиры молодости и чудодейственные снадобья. Поэтому особое место в бионанотехнологиях занимают материалы для медицины – очередной шанс попытаться обмануть природу и продлить молодость.

Интерес к применению наносистем в биологии и медицине объясняется несколькими причинами. Во-первых, их малые размеры позволяют беспрепятственно перемещаться внутри живых организмов даже по самым тонким капиллярам и проникать в клетки. Во-вторых, развитая поверхность дает возможность закреплять молекулы различных лекарственных веществ, создавая своеобразные наноконпозиты *«наночастица/биологически активная оболочка»*. Такие наноконпозиты способны направленно концентрироваться в требуемом месте организма, повышая локальную дозу препарата в тысячи раз, и обладают селективностью воздействия на тот или иной тип клеток. Поэтому создание лекарственных средств нового поколения опирается на специфические системы доставки, обеспечивающие направленное поступление лекарственных веществ исключительно в определенные органы.

Бионанотехнологии легли в основу диагностики и контроля биосред на уровне отдельных

молекул. Так, например, созданы прототипы **наносенсоров**, способных не только обнаруживать определенные белковые молекулы или отдельные спирали ДНК, но и определять их концентрацию. Одним из последних достижений стала разработка резонансных нанокантилеверов, покрытых различными антигенами или антителами к различным белковым молекулам (рис. 1). Уже сейчас возможно не только создать покрытие **кантилевера**, но и сделать его специфичным только к определенному типу биомолекул, то есть способным захватывать лишь строго заданные биологические объекты, не соединяясь с другими.

При этом захват антителом бактерии, **вируса** или молекулы патогена приводит к изменению частоты колебаний кантилевера, что позволяет точно определить содержание биологически активного вещества. Представьте себе, что, объединив несколько кантилеверов в матрицы, можно будет одновременно детектировать присутствие в среде нескольких типов патогенов, на определение которых «настроены» резонирующие нановесы. Такие устройства обеспечат гораздо более быструю, дешевую и точную диагностику сложных заболеваний. Например, согласно самым смелым прогнозам, один наночип сможет обеспечить полную диагностику по единственной капле крови.

Еще одна область, в которой бионанотехнологии занимают лидирующие позиции, это так называемый биологический наноконструктор, когда биологические системы участвуют в сборке сложных конструкций из наночастиц. В качестве простейшего примера такого конструктора можно привести **самосборку** наноструктур на основе одиночных молекул ДНК, привитых к наночастицам. Такие частицы будут соединяться только с теми частицами, которые несут вторую комплементарную молекулу ДНК, прочно связываясь с образованием двойной молекулы ДНК. Причем

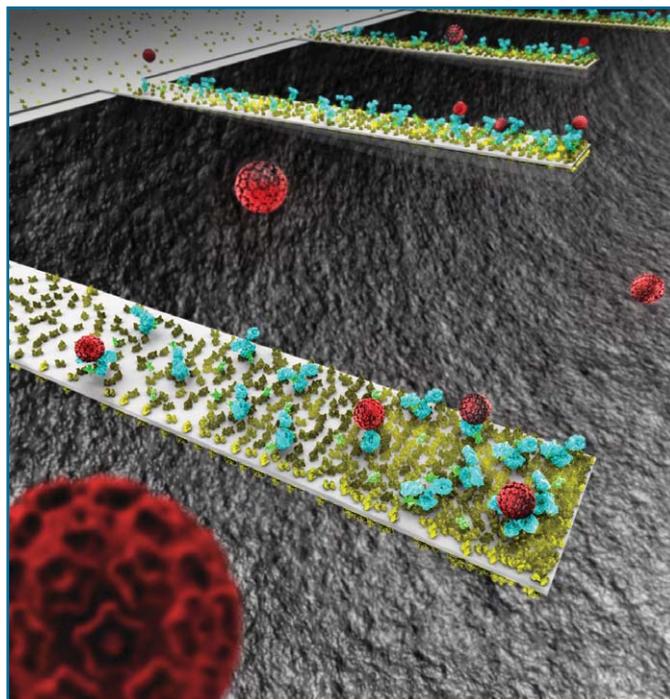


Рис. 1. Захват весами-кантилеверами биологических объектов

для этого частицы даже не надо специально подводить друг к другу, они сами находят свою вторую «половинку», свободно плавая в растворе. Комбинируя молекулы ДНК, привитые к различным наночастицам, можно создавать достаточно сложные наноструктуры. Считается, что в будущем станет возможным создавать очень сложные наносистемы, используя механизмы, похожие на те, которые работают при строительстве живых организмов из отдельных клеток в живой природе.

Улучшение здоровья и качества жизни человека – наиболее важная сфера применения современных технологий, поэтому неудивительно, если через пару лет именно бионанотехнологии станут основным приоритетом научных исследований во всем мире. Уже в 2006 году только в США и Японии бюджет бионанотехнологий составил свыше 3 млрд долларов. В России эта сумма гораздо скромнее – около 300 млн рублей.

Литература:

1. Nanobiotechnology. Edited by C.M. Niemeyer and Ch. Mirkin. 2004 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
2. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем. М.: Техносфера, 2005.