

НАНОКАПСУЛЫ (Nanocapsules)

«Телушка за морем стоит полушку, да рубль перевоз».

Русская поговорка

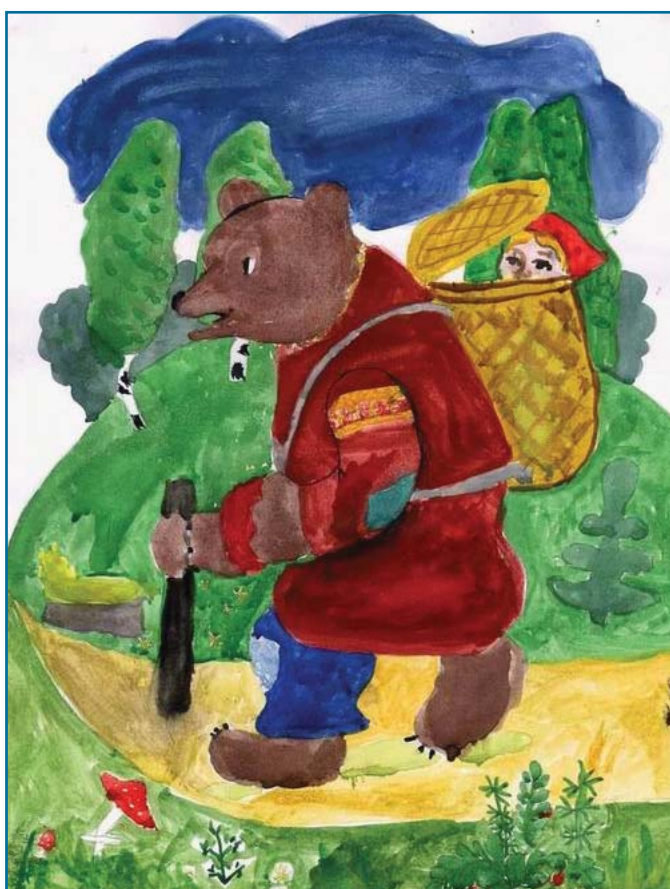


Иллюстрация к сказке «Маша и медведь»

Помните, как в русской народной сказке «Маша и медведь» сообразительная девочка Маша использовала берестяной кузов, чтобы добраться домой к бабушке и дедушке? В нем ничего не подозревающий медведь доставил девочку и испеченные ею пирожки из своей лесной избушки в деревню. Медведь не только перенес Машеньку, но и помог ей пройти через темный лес, избежав опасных встреч с другими его обитателями. Точно так же наши организмы «изолируют» инородные тела, маскируют частицы жира или

гормоны, заключая их в своеобразные наноконтейнеры или нанокапсулы. Впервые обнаружить такие капсулы в живых клетках позволило изобретение **электронного микроскопа**. Оболочка природных наноконтейнеров во многом сходна со стенкой клеточной мембраны и состоит из липидных бислоев, отделяющих содержимое капсулы от внешней среды. В то же время, такой состав стенок дает возможность легко осуществлять транспорт веществ в капсулу или из нее. Будучи сформированными **амфифильными веществами**, капсулы способны переносить как полярные (большинство аминокислот, ДНК, РНК, ферменты, сахара), так и неполярные вещества (липиды, жирные кислоты, стероиды). Характерный размер наноконтейнеров, составляющий от 25 нм до нескольких микрометров, позволяет им легко проходить сквозь клеточные мембраны, перенося в них свое содержимое. При этом нанокапсулы не атакуются иммунной системой и воспринимаются организмом в качестве «своих», что позволяет использовать их при разработки эффективных **нанолекарств**. При этом содержимое капсулы можно контролируемо «выгрузить» в нужном месте организма, например, там, где достигается определенное значение pH среды.

Недавно ученым удалось «приручить» наноконтейнеры, расшифровав последовательность из 100 аминокислот, которая, как ключом, открывает внешнюю оболочку нанокапсулы, образуя в ней «погрузочное отверстие». Успешным оказался и опыт внедрения в наноконтейнеры флуоресцентных наночастиц с привитыми молекулами белкового «ключа» (рис. 1). Первые эксперименты уже показали интересные результаты: после того как «наношаттлы» с флуоресцентными частицами были добавлены в культуру с живыми клетками, те тоже начали светиться – груз попал в цель!

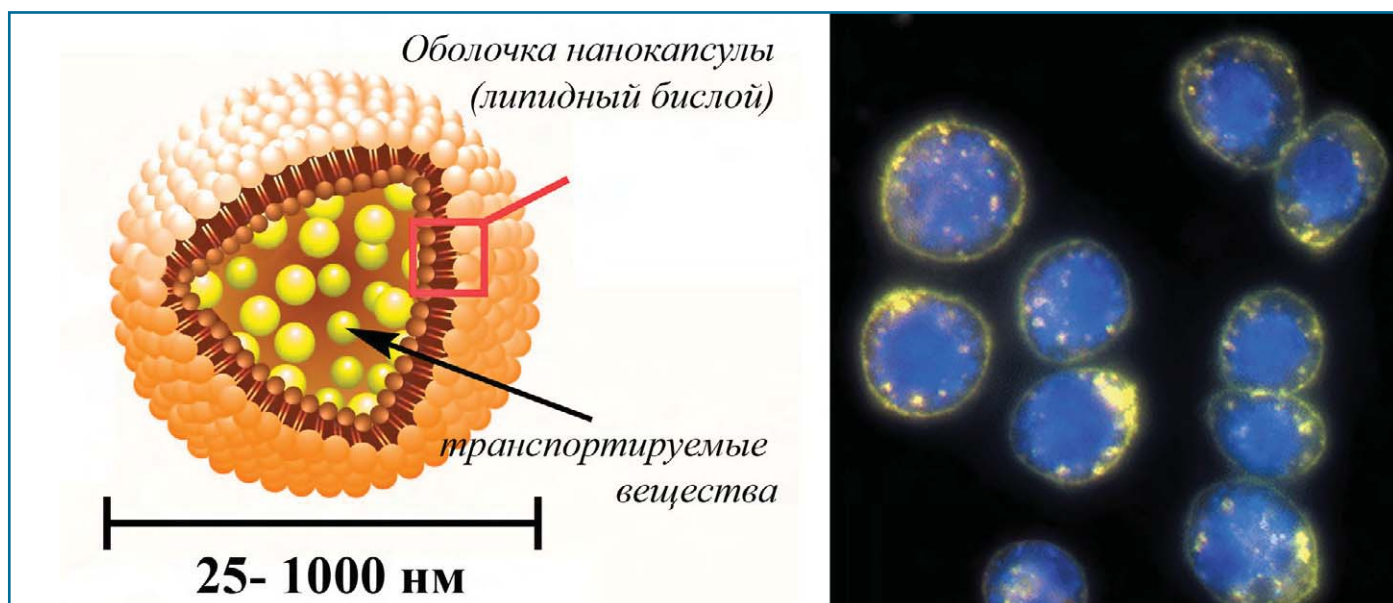


Рис. 1. Структура наноконтейнера и микрофотография нанокапсул с захваченными люминесцентными частицами

Как водится, понаблюдав за природой, человек заимствовал идею транспортировки веществ в наноконтейнерах для реализации собственных планов и развития новых областей нанотехнологий. Сегодня к набору природных фосфолипидных капсул прибавились произведенные человеком, построенные из полимеров и молекул РНК, а также неорганические капсулы из диоксида кремния, диоксида титана и многие другие. Природные и искусственно синтезированные наноконтейнеры оказались отличными кандидатами для перемещения в организме медикаментов, позволяя увеличить их растворимость, понизить токсичность и эффективную дозу, а также ферментов и фрагментов ДНК; для создания биосенсоров, способных отображать состояние отдельной клетки; для детоксикации клеток и удаления из них вредных веществ. Так, нанокапсулы, состоящие из трех цепей РНК, соединенных друг с другом в структуру, напоминающую по форме треугольник (рис. 2), имеют подходящий размер, чтобы проникать внутрь клетки, а их строение позволяет поместить внутрь них молекулу РНК, отвечающую за остановку роста раковой клетки. Помимо чисто биологических применений, нанокапсулы весьма перспективны для разработки систем очистки окружающей среды от токсичных металлов и опасных биологических объектов, стабилизации неустойчивых химических соединений, наноча-

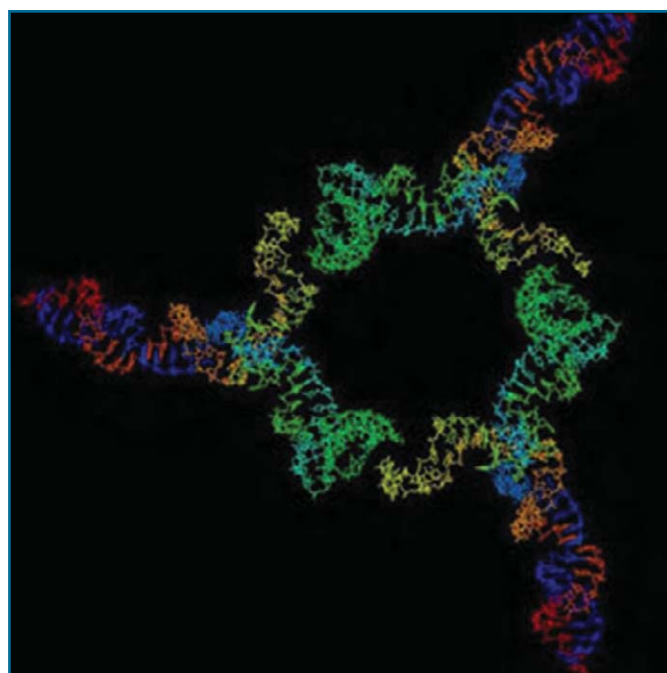


Рис. 2. РНК-капсула

стиц и т.д. Кроме того, активно ведутся исследования по созданию электронных нанопереклюателей на основе заключенных в наноконтейнеры металлов и полупроводников.

Дальнейшее изучение природных и искусственных наноконтейнеров наверняка позволит расширить этот список.

Литература:

1. Lecommandoux S., Sandre O., Chécot F., Perzynski R. Progress in Solid State Chemistry. 2006. Vol. 34. P. 171
2. Ruyschaert T., Germain M., Gomes J.F.P.D. et al. IEEE Trans. Nanobiosci. 2004. Vol. 3. P. 49.