

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ПО ХИМИИ, ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ В 2023 ГОДУ

Е. А. Нешкова

ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»

Министерства Здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Нобелевская премия по химии 2023 года

Как сообщила Шведская королевская академия наук, Нобелевская премия по химии 2023 года присуждается Мунги Бавенди (Массачусетский технологический институт, США), Луису Брусу (Колумбийский университет, США) и Алексею Екимову (компания Nanocrystals Technology Inc., США) «за открытие и разработку квантовых точек — наночастиц, настолько крошечных, что размер определяет их свойства».

«Каждый, кто изучает химию, знает, что свойства элемента определяются количеством электронов, которые он имеет. Однако когда материя сжимается до наноразмеров, возникают квантовые явления. <...> Лауреатам Нобелевской премии по химии 2023 года удалось создать настолько маленькие частицы, что их свойства определяются квантовыми явлениями. Частицы, называемые квантовыми точками, сейчас имеют большое значение в нанотехнологиях», — отмечает Шведская королевская академия наук.

Квантовые точки были впервые получены в 1981 году Алексеем Екимовым (СССР, с конца 90-х ученый работает в США, в компании Nanocrystals Technology Inc.), а затем, в 1983 году, Луисом Брусом (В 1983 году синтезировал первый коллоидный раствор квантовых точек), Мунги Бавенди (усовершенствовал химическое производство квантовых точек).

Квантовые точки (или нанокристаллы) — это полупроводниковые частицы размером в несколько нанометров, которые способны к флуоресценции. Благодаря своему размеру квантовые точки обладают уникальными оптическими и электронными свойствами. Преимущество нанокристаллов — яркость и высокая фотостабильность, поэтому они светят долго и не выгорают в сравнении с флуоресцентными красителями. Это открытие важно с разных сторон. Оно фундаментально изменило химию, потому что ввело в использование новый класс материалов. Эти частицы расширили возможности для развития технологий, к примеру, цветных экранов QLED. Наконец, квантовые точки помогают биологам окрашивать нужные молекулы в живых клетках, а хирургам — находить опухоль во время операций.

Квантовые точки нашли яркое применение

в окраске живых клеток и тканей. Точнее, для окраски их элементов, интересных исследователю. Для этого квантовые точки модифицируют, сначала покрывая защитной и гидрофильной оболочками для естественного перемещения внутри крови. Затем к квантовым точкам пришивают биологические молекулы, которые наделяют их определенными свойствами внутри организма. Так, можно соединить квантовые точки с белком, который активно усваивается раковой опухолью. Тогда с помощью флуоресцентной микроскопии можно наблюдать свечение заданного цвета в области опухоли. Это помогает исследователям уточнять границы образования и его размеры. Пока что применение нанокристаллов для визуализации биологических объектов и процессов распространено только в экспериментальных условиях. Так, пришивая частицы к белкам, доставляющим лекарство к опухоли, удобно следить за их перемещениями. Или можно получить четкое изображение разных частей цитоскелета или транспортных белков разными цветами внутри клетки и наблюдать, как они перестраиваются при изменении условий. Для этого достаточно «нацелить» квантовые точки разных размеров на различные белки.

В любом случае технологии с использованием квантовых точек находятся в процессе становления и еще изучаются потенциальные возможности таких наноструктур.

Нобелевская премия по физиологии и медицине 2023 года

В 2023 году лауреатами Нобелевской премии по физиологии и медицине стали Каталин Карико (Венгрия) и Дрю Вайсман (США). Эти исследователи десятилетиями изучали перспективы использования вакцин на основе мРНК и изобрели способ модификации РНК, благодаря которому создание таких вакцин стало возможно. Их работы легли в основу самых современных прививок против «прославившегося» COVID-19.

Как отметили в комитете, открытия ученых «фундаментально изменили понимание того, как мРНК взаимодействует с иммунной системой, лауреаты способствовали беспрецедентному ускорению разработки вакцин в период одной из самых больших угроз здоровью человека в современности».

Эти исследования открыли потенциал для использования мРНК в медицине, показав, что можно направлять в клетки организма генетическую информацию, которая будет ими прочитана и использована. Потенциальные медицинские направления использования мРНК — это иммунотерапия (вакцины против вирусов и борьба с раковыми клетками), замена белков, которые не функционируют из-за генетических заболеваний, и регенеративная медицина (доставка в поврежденные ткани мРНК факторов роста, стимулирующих восстановление).

Ранее при синтезе мРНК *in vitro* использовали только немодифицированные нуклеотиды, поэтому и получали сильный иммунный ответ: клетки распознавали молекулы как признак вторжения. Модификации, снижавшие иммунный ответ в эксперименте, — добавление метильной группы или серы к определенным атомам углерода в молекулах нуклеотидов, а также превращение уридина в псевдоуридин. Хотя в клетке эти модификации производятся посттранскрипционно, команда Карико и Вайсмана при синтезе РНК *in vitro* добавляла в пробирку модифицированные нуклеотиды вместо стандартных или вместе с ними в различных соотношениях, меняя тем самым их долю в получающихся молекулах РНК. Оказалось, что способность молекулы РНК вызывать неспецифическую иммунную реакцию снижается пропорционально количеству модифицированных нуклеотидов в её составе. Так и был найден оптимальный «рецепт» для приготовления неиммуногенных мРНК.

Одно из возможных применений синтезированной *in vitro* мРНК в медицине — изготовление вакцин. Существующие типы вакцин основаны на использовании дезактивированных вирусных частиц или отдельных вирусных белков. Также используются векторные вакцины, где ген вирусного белка, на который после прививки должен реагировать иммунитет, вставлен в геном специального вируса-вектора, который доставляет его в клетку. Все эти технологии требуют использования клеточных культур и последующей очистки от компонентов клеток, что делает производство вакцин ресурсозатратным и медленным. Благодаря синтезу РНК *in vitro* возможно быстрое получение достаточного количества мРНК без примесей. При попадании в клетки организма специально подготовленная вакцина мРНК служит матрицей для синтеза вирусного белка. Оставшись невостребованной клеткой, он обнаруживается специальными белками и режется на части — пептиды, которые выставляются на клеточной поверхности для демонстрации лимфоцитам.

Успех применения мРНК в борьбе с COVID-19, безусловно, вдохновил ученых. Активно ведутся разработки мРНК-вакцин против других вирусов, в том числе — против вируса гриппа. Безусловно, Карико и Вайсман прошли важные вехи на пути к применению синтезированных *in vitro* мРНК в клинической практике, но важно помнить, что это достижение — заслуга многих тысяч людей.

По материалам

www.nobelprize.org,

<https://biomolecula.ru>, <https://elementy.ru>