

СЕКЦІЯ 2: НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА НАНОМАТЕРІАЛИ В БІОЛОГІЧНИХ ТА МЕДИЧНИХ МАТЕРІАЛАХ

ПЕРСПЕКТИВИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ГЕНЕТИКЕ

Дудзинский Юрий Михайлович

доктор ф-м.н., профессор

Жубрева Валерия Геннадиевна

студент

Одесский национальный политехнический университет

г. Одесса, Украина

Аннотация. Развитие нанотехнологий обещает продолжить глубокие перемены в структуре окружающего мира. Встреча биологических систем с наноматериалами не исключает катастрофических изменений. В этой связи глобальный нанотехнологический проект должен предусмотреть такие опасности и поставить под тотальный контроль оценку продуктов, создаваемых на базе манипуляций с атомами, молекулами, молекулярными системами.

Ключевые слова: нанотехнологии, генетика, мутация, нанохемомутаген, биороботы.

Разные научные дисциплины на сегодняшний день стараются внести свой вклад в нанотехнологии. Это – в первую очередь, молекулярная физика и наука о материалах, химия и биология, компьютерная наука и микроэлектроника.

Нанотехнологии – это не просто развитие технологий, а и сила, которая бросает вызов основному закону природы – принципу, который утверждает, что все процессы в мире хаотичны. Нанотехнологии, направленные на борьбу с принципами природы и улучшение качества жизни, обещают нам новые модели систематизации, улучшенные источники электроэнергии, более качественные и дешёвые наноматериалы, обратимость дефектов, жизнь с наличием вакцины от всех болезней. На данный момент нанотехнологии стремятся к тому, чтобы за кратчайший срок предоставить человеку всё то, что ему не дали технологии за 40 прошедших веков.

Генетика возникла как самостоятельный раздел естествознания, сейчас это динамично развивающаяся наука о наследственности и изменчивости, что не знает упадка и застоя. Современная генетика решает много научных задач, она изучает генетическую организацию на молекулярном, клеточном, организменном уровнях, расшифровывает геномы, манипулирует генами и хромосомами [1].

Генетика занята:

- изучением явления генетических отклонений - спонтанных или индуцированных микрофизическими и молекулярными агентами;
- поиском факторов для раскрытия полного механизма, качественных наследственных перемен, воспринимаемых в виде видоизмененных биохимических, физиологических или морфологических признаков, а также в виде летальных перемен, открывающих возможность для мутационного анализа;
- анализом динамики развития мутационных изменений – накопление информации о них;
- идентификацией, а также оценкой последствий действия биологических, химических, физических факторов, наделённых мутагенным комплексом.

Два-три миллиарда лет тому назад нуклеотидная структура – та самая, которая является неотъемлемым компонентом молекулы ДНК, совершила скачок из химического состояния в генетическое (рис.1).

Предполагается, что нанотехнологии, при владении огромным количеством активных ресурсов, например, совместно с химией органического синтеза, довольно быстро смогут создать благоприятные условия для крупного эволюционного скачка к новой органической материи.

Нанотехнологический прогресс продолжает изменять структуру окружающего мира. Но не следует исключать, что в природу поступят новые специфические раздражители, которые содержат гено- и цитотоксическую активность. Нанотехнологические проекты должны предусматривать такие опасности и держать под постоянным контролем токсикологическую оценку продуктов, что создаются на базе нанотехнологического синтеза. Теория генетического и биологического действия наноматериалов и контроль безопасности наночастиц имеют приоритетное значение.

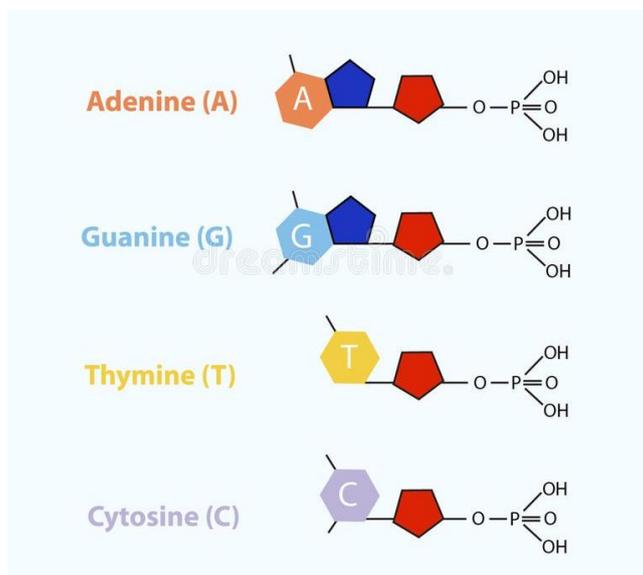


Рис.1. Состав ДНК.

В целях защиты окружающей среды от возможности возникновения проблем с генетическими мутациями необходимо проводить работы по проверке на наличия мутагена веществ, и, в первую очередь, лекарственных препаратов, а также средств их доставки, созданных на основе взаимодействия молекулярных систем, молекул, атомов. Нанотехнологии не в состоянии самостоятельно указать на вещества, обладающие мутагенной активностью, для этого обязательно требуется генетический эксперимент [2]. Ведущие страны мира на сегодняшний день готовы сделать огромные вложения в эту сферу (рис.2).

Одной из прогрессирующих задач нанотехнологий является создание миниатюрных нанороботов, которые станут играть роль своеобразных нанодокторов.

Предполагается, что они будут проникать в организм, восстанавливать органы, ткани и клетки, препятствовать повреждениям и обеспечивать стабильность функций. Двигаясь по всему организму внутри мельчайших сосудов и внутри клеток, они будут устранять различные повреждения и производить чистку от нежелательных микроэлементов. Одна из основных проблем при создании таких устройств — изготовление наномоторов, с помощью которых нанороботы смогут перемещаться внутри организма. Для достижения таких целей достаточно научиться использовать внутриклеточный «транспорт» (рис.3).

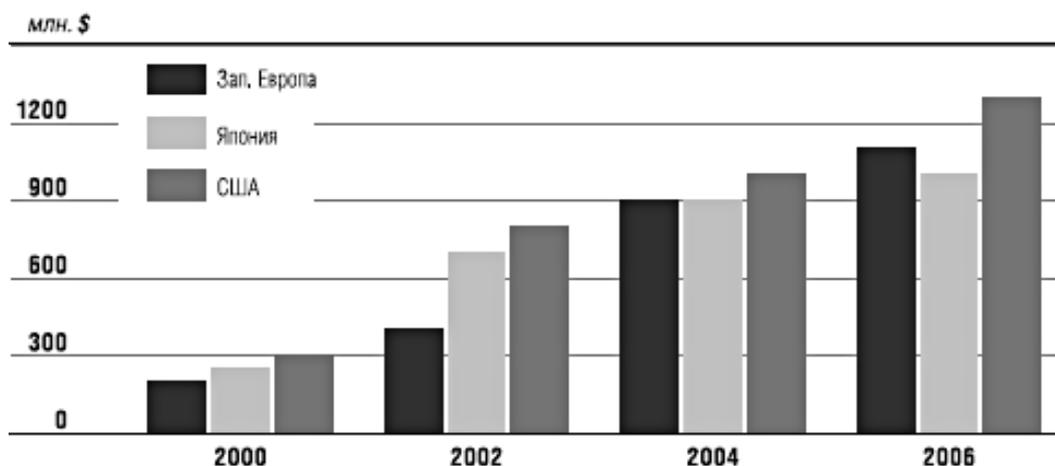


Рис.2. График вложения бюджета в нанотехнологии.

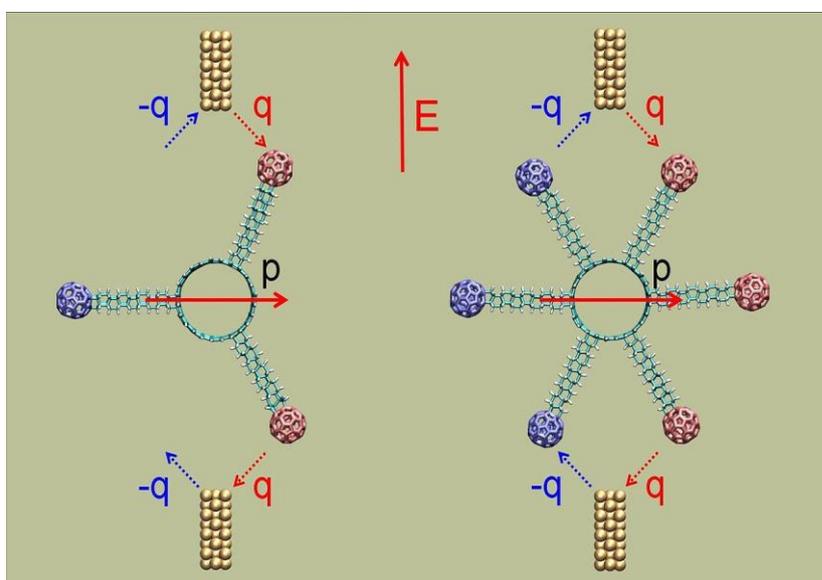


Рис.3. Модель наномотора.

Каждая клетка — это система, в которой происходит производство белка и других органических соединений, связанных друг с другом сложнейшей сетью актиновых нитей. Каждая молекула, оказавшись внутри клетки, исходя из своей структуры строго движется по своей траектории. Поняв принцип работы этой схемы, можно использовать их для доставки лекарств в определённые места внутри клетки. Для этого достаточно выяснить, какая траектория ведёт в нужное место, а также какие типы молекул движутся по ней. Таким образом добавим к наномотору наноконтейнер с лекарством можно отправить их с молекулой по требуемому адресу. Причем такая доставка происходит за счет энергии АТФ, представляющей собой наиболее эффективное «топливо» с коэффициентом полезного действия равным 92%. Такой природный мотор с высокой эффективностью работает во всех живых организмах без исключения.

Была разработана технология, когда белок миозина, который способен двигаться по актиновым нитям, оснащается к наноконтейнеру с лекарством. В результате порция лекарства доставляется в нужное место без каких-либо затрат энергии.

Любые таблетки, капсулы, которые мы принимаем, помимо терапевтического действия имеют также побочное влияние на весь организм. В этом случае использование

наноконтейнеров, доставляющих препарат по адресу, сведет это побочное воздействие практически к нулю.

Вполне вероятно, что биороботы, перемещаясь по кровеносным сосудам, клеткам, тканям и органам, выполняя полезную работу, могут вступить в конфликт с генами, то есть нанороботы нарушают механизм естественного отбора и могут создать угрозу возникновения зависимости людей от них [3].

Но как бы не были страшны прогнозы есть большая вероятность что созданию роботов по подобию живого в ближайшее время помешает одно весьма существенное обстоятельство. А именно – природа биологических и генетических полей до сих пор остается совершенно не известной и не поддается тонким измерениям и точным определениям. А опираться при решении проблемы биологизации нанороботов только на достижения молекулярной биологии далеко не достаточно.

В целом же результаты исследований структурно-функциональных последствий действия наночастиц на хромосомы, гены, ферменты, белки и органеллы в клетке, а также интерпретация и теоретический анализ этих результатов откроют новую страницу в биологии и генетике, а также спокойно могут претендовать на собственный раздел в нанонауке.

Мутационные нанотехнологии. Мутационные нанотехнологии (МН) – область пересечения генетики и нанотехнологий, совокупность методов и приемов, с помощью которых осуществляется эффективное вмешательство в аппарат наследственности, причем концентрируется внимание на преобразовании внутригенных материалов - на нуклеотидах, триплетах, аминокислотах.

МН - технологии, позволяющие создавать неповторимые фенотипические новшества - уникальные биологические формы, более динамические и гибкие, жизнестойкие и упорядоченные, продуктивные. В рамках МН конструирование новых соединений с сильными мутагенными задатками тоже имеет прямое отношение к предмету нанотехнологий.

Мутагенез – процесс, ведущий к образованию наследственных перемен(рис.4). Микромутация – скачкообразное изменение гена на молекулярном уровне. В основе этого изменения лежат самые разнообразные переходы в сложной линейной структуре гена [4]:

- - замены нуклеотидов;
- - их добавления или потери;
- - групповые перестановки.

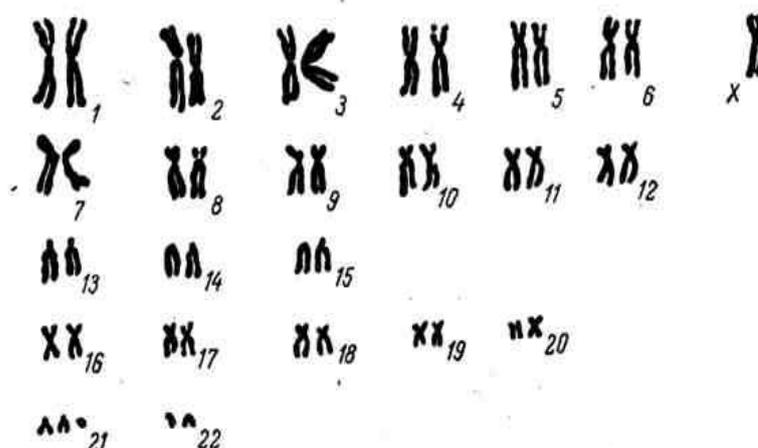


Рис.4. Мутагенез человека с синдромом Дауна.

С форсированием новых технологий открывается перспектива создания класса генетически активных соединений – нанохемомутагенов с максимально упорядоченными конфигурациями и обладающими нарастающим индексом свободного вращения и тем меньшим показателем энтропии, действующих без акцентирования «агрессивности», обладающих одинаково полезными мутагенными и модификационными свойствами:

- легко преодолевать с минимальными энергетическими затратами конденсированные химические и биологические среды, избегать преждевременных реакций с другими молекулами в протоплазматической толще;
- атаковать сразу множество нуклеотидных мишеней в гене;
- изменять отдельные нуклеотидные единицы в одном конкретном триplete, а не атаковать одновременно многие другие точки генома;
- уничтожать скопления раковых, зловредных клеток;
- существенно уменьшать общую токсичность и выход грубых хромосомных aberrаций, несовместимых с жизнедеятельностью клетки;
- обезвреживать опасные, смертоносные гены, уничтожать транспозоны, элементы вирусного происхождения;
- открывать потенциалы рецессивных генов, скрывающихся в относительно самой стабильной области генетического строения.

Молекулярные мутагены позволяют открывать новые возможности в генетике. С их помощью можно ускорить формообразовательные и селекционные процессы, идентифицировать гены в хромосомах, мобилизовать скрытые генетические ресурсы. В аппарате мутационных нанотехнологий не все так блестяще. Известно, что в среднем только 1 из ста миллионов молекул мутагена может преодолеть барьер и вступить в валентное взаимодействие с одним из нуклеотидов из состава триплетов; энергия подавляющей части мутагенных молекул и частиц идет на ионизацию молекул в цитоплазме. Практически все химические мутагены при взаимодействии с нуклеотидами тратят энергию на нагрев с вселенной. Во многих случаях хемомутагены вызывают вредные мутации и, как следствие, злокачественные новообразования. Нередко эти молекулярные мутагены действуют антиферментативно, ухудшая метаболические и структурные процессы в клетке. В онкологической практике, мутагенные вещества используются как противоопухолевые препараты, имеют высокую токсичность, их воздействие распространяется на весь организм, затрагивая структурно-функциональную целостность других здоровых тканевых систем. И ещё одна из неразрешенных до сих пор проблем экспериментального мутагенеза состоит в том, что до сих пор сложно прогнозировать случайность мутационного процесса, в каком конкретно гене произойдет очередная мутация, и какими будут её последствия [5]

Выводы. Использование генетически активных соединений, созданных на основе нанотехнологического синтеза, приведет к экспрессии принципиально новых генопродуктов, эффективно обезвреживающих канцерогены и мутагены, а на клеточном уровне – к улучшению свойств белков, ферментов, клеточных рецепторов.

ИСТОЧНИКИ

1. Захидов С.Т. / С.Т. Захидов // Нанотехнологии и охрана здоровья, №3.– 2010.– С. 28–41.
2. Алексеев В.Н. / В.Н. Алексеев, А.Г. Панов, А.О. Чугунов // Нанотехнологии – новый союзник в войне с болезнями. –2017.– С.1–5.
3. Захидов С.Т. / С.Т. Захидов // Мутационная генетика в системе нанотехнологий и нанонауки: потенциальные риски и перспективы. – 2010.– С. 4–7.
4. Лавров К.Е. / К.Е. Лавров, Б.К. Чумаченко // Нанотехнологии – ключевой приоритет обозримого будущего. Проблемы теории и практики управления, № 5.– 2001.– С. 71–75.