

Б.А. Курляндский

О НАНОТЕХНОЛОГИИ И СВЯЗАННЫХ С НЕЮ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ

*ФГУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ»
Роспотребнадзора, Москва*

Излагаются основные принципы нанотехнологии. Человек не только потребитель продуктов нанотехнологии, но и участник процесса их производства. Возникает широкий спектр деятельности в области предотвращения опасности продуктов и процесса нанотехнологии. Сформулированы основные задачи, стоящие перед нанотоксикологией.

Ключевые слова: нанотехнология, ассемблер, дисассемблер, токсикология, профилактика.

Прошло всего лишь немногим более полувека со времени открытия Жакоба и Мано и расшифровки механизмов синтеза белка, и вот уже сегодня наука воспроизводит механизмы репликации на микроструктурах, создавая вещества, основанные на совершенно новых технических принципах. Переход от манипуляции с веществом к манипуляции с отдельными атомами и молекулами – это качественный скачок, обеспечивающий беспрецедентные точность и эффективность.

Основой сегодняшней nanoиндустрии является управляемый механосинтез, т. е. составление молекул из атомов с помощью их сближения до тех пор, пока не вступят в действие соответствующие химические связи. Для обеспечения механосинтеза необходим манипулятор, способный захватывать отдельные атомы и молекулы и манипулировать ими в радиусе до 100 нм. Наноманипулятор должен управляться либо макрокомпьютером, либо нанокомпьютером, встроенным в робота сборщика (ассемблера), управляющего манипулятором. Создание подобных манипуляторов дело будущего. Зондовая микроскопия, с помощью которой в настоящее время производят перемещение отдельных молекул и атомов, ограничена в диапазоне действия, в связи с чем сама процедура сборки объектов из молекул на наноуровне не может пока еще быть автоматизирована из-за наличия интерфейса «Человек – компьютер – манипулятор».

Сказанное позволяет прийти к важному выводу: Человек сегодня не только потребитель продуктов нанотехнологии, но и участник процесса их производства. Высказывается, однако, мнение, что к 2020—25 г. система «нанокомпьютер – манипулятор» будет получена и тогда проблема компьютерного воспроизводства без участия человека будет в принципе решена.

Выглядеть это будет приблизительно так. Комплекс роботов (дисассемблеров) будет разбирать на атомы исходный объект, а другой комплекс (ассемблеры) будет создавать копию идентичную оригиналу, вплоть до отдельных атомов. Вот такая перспектива! Но это все в будущем. Сегодняшние успехи нанотехнологии распространяются преимущественно в области электроники, синтеза некоторых химических соединений и материалов, в том числе и медицинских препаратов.

Но 2020г. близок, а к этому времени предполагается создать первые образцы ассемблеров, а там, глядишь не далеко до самосборки по заданной программе, тем более, что объектом манипуляций станет вся периодическая система элементов.

Сегодня прогнозируется, что основные усилия производителей в области нанотехнологии будут направлены на разработку новых дешевых способов получения продуктов питания, лекарственных препаратов, предметов народного потребления. Возникнут и такие проблемы как утилизация отходов, энергообеспечение и ряд других.

Иначе говоря, возникает широчайший спектр деятельности в области предотвращения опасности для человека продуктов нанотехнологии и процессов их производства.

Вникая в существо вопроса, надо отчетливо себе представлять неизбежность возникновения сложных научных проблем, связанных с воздействием нанотехнологии на организм человека, и опасность вмешательства нанофактора в интимные жизненноважные процессы, протекающие в живом организме.

Отсюда вытекает первая задача - изучение процессов превращения продуктов нанотехнологии в организме человека. Необходимо знать, как поведут себя в организме искусственно собранные вещества, и каковы будут особенности их

метаболизма, воздействия на систему рецептор – медиатор, как будет протекать конъюгация и транспорт токсиканта в клетке, механизмы регулирования этими процессами.

Исходя из того значения, которое придается сегодня веществам-разрушителям эндокринных желез, придется глубоко изучать влияние токсикантов на нейроэндокринную регуляцию и взаимодействие с гормональными рецепторами.

Следует предполагать возможность влияния продуктов нанотехнологии на генные структуры и механизмы регуляции синтеза белка. Отсюда следует: токсикогенетика, токсикогеномика, протеомика, генетический полиморфизм.

Неизбежно возникает комплекс проблем, связанных с иммунотоксикологией и аллерготоксикологией и наконец то, что мы называем отдаленными последствиями интоксикации, включая опасность для системы воспроизводства и потомства.

Хотелось бы в связи с нанотехнологией упомянуть еще об одной важной научной проблеме, которая до сих пор не заняла достойного места в профилактической токсикологии и которая наверняка возникнет — это проблема воздействия сверхмалых количеств вещества и возникновения парадоксальных эффектов.

Естественно, что возникнут вопросы, связанные с необходимостью разработки нормативно-методической базы, основ регламентирования и оценки риска.

Но это все в перспективе, а что делать сегодня, если проблема нанотехнологии стала сегодняшней реальностью?

Ответ напрашивается сам собой. Необходимо максимально использовать огромный опыт

отечественной профилактической медицины и прежде всего опыт накопленный в области экспертизы химических веществ и генетически модифицированных аналогов, хотя обсуждаемая проблема представляется более всеохватывающей, поскольку воспроизводству со временем будет подлежать более широкий спектр продукции.

Сюда я бы отнес тесты, используемые при микробиологической и молекулярно-генетической оценке пищевых продуктов. Представляется адекватным использование токсикологических альтернативных методов таких как бактериальная люминесценция и подвижность сперматозоидов. Большую перспективу вижу у методики экспресс-оценки токсичности на изолированных митохондриях печени, позволяющей не только экспрессно оценить степень опасности, но и понять ее природу. Если сюда же присовокупить хорошо отработанные токсикологические тесты, то можно с достаточной уверенностью сказать, что наша наука на данном этапе внедрения нанотехнологии отнюдь не безоружная.

Вместе с тем, следует понимать, что решение этих сложных проблем возможно только при тесном сотрудничестве профилактической медицины с академической наукой, с медицинской биохимией, генетикой, эндокринологией, иммунологией и аллергологией, клиническими дисциплинами.

Только комплексное решение позволит преодолеть такой сложный научный рубеж, каким сегодня является переход на принципы нанотехнологии.

Материал поступил в редакцию 24.10.07.

B.A.Kurlyandskiy

ABOUT NANOTECHNOLOGIES AND RELATED TOXICOLOGICAL ISSUES

*Federal State Health Establishment «Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances»,
Rosпотребнадзор, Moscow*

Basic principles of nanotechnologies are set forth. Humans are not only consumers of nanotechnological products but are also involved in the process of their production. It gives rise to a broad spectrum of activities in preventing hazard of products and processes of nanotechnologies. The main objectives facing toxicology in this area are formulated.