



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Самарская государственная
сельскохозяйственная академия»
Кафедра «Разведение и кормление
сельскохозяйственных животных»

Л. Ф. Заспа, В. А. Корнилова, А. М. Ухтверов

Основы бионанотехнологии

Методические указания для лабораторных занятий

Кинель
РИЦ СГСХА
2015

УДК 577
ББК 30.16
З-36

Заспа, Л. Ф.

З-36 Основы бионанотехнологии : методические указания для лабораторных занятий / Л. Ф. Заспа, В. А. Корнилова, А. М. Ухтверов. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – 70 с.

В методических указаниях освещены основные направления бурно развивающихся в настоящее время нанобиотехнологий, отражены наиболее интересные и перспективные достижения фундаментальной биологии, которые могут найти применение в нанобиотехнологиях, особое внимание уделено углублению знаний о молекулярном, субклеточном (надмолекулярном) и клеточном уровнях организации живых систем, которые должны составить теоретическую основу для ознакомления с методами и достижениями нанотехнологий. В учебном издании рассматриваются ключевые направления нанотехнологий в области биологических исследований, а также практическое применение их результатов в медицине, охране окружающей среды и конкретных производствах. Учебное издание предназначено для студентов, обучающихся по направлению 06.03.01 «Биоэкология».

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2015
© Заспа Л. Ф., Корнилова В. А., Ухтверов А. М., 2015

Предисловие

XXI век станет веком нанотехнологий, биотехнологий и информационных технологий. И именно бионанотехнология является результатом синергетического соединения этих трёх технологических направлений XXI века.

Бионанотехнология как одна из самых молодых технологических дисциплин в настоящее время переживает процесс своего становления. Стремительное развитие нанотехнологий требует изучения наномашин, во множестве присутствующих в любой биологической системе, поскольку именно в живой клетке находятся и очень эффективно функционируют природные молекулярные наномашинны, на совершенствование конструкции которых природа потратила 3,5 млрд. лет эволюции. Молекулярные двигатели, сверхчувствительные рецепторы и наносенсоры, механизмы для репликации ДНК и синтеза белка, а также множество других нанобиоустройств – всё это возникло уже в простейших клетках бактерий три миллиарда лет назад и с тех пор непрерывно совершенствовалось эволюционными механизмами естественного отбора. И сегодня, через миллиарды лет после возникновения жизни, человечество начинает использовать в технике структурные и функциональные принципы, на которых построены биологические наномашинны, и внедрять эти принципы в нанoeлектронику, в наномедицину, в пищевые, сельскохозяйственные и экологические технологии.

Современный подход к изложению дисциплины «Бионанотехнология» предусматривает обязательное изучение биотехнологических и молекулярно-биологических принципов, методов и способов манипуляции атомами и молекулами для решения нанотехнологических задач, а также механизмов создания структур и функциональных комплексов на атомно-молекулярном уровне с использованием биологических прототипов. Научную основу бионанотехнологии составляют физика и химия, биохимия и биофизическая химия, молекулярная биология, биоинформатика и молекулярная биотехнология.

Занятие 1. Нанотехнология и бионанотехнология

Цель занятия. Изучить основные понятия – «бионанотехнология» и «нанотехнология». Рассмотреть биообъекты – наночастицы, познакомиться с наномасштабными элементами и их размером.

Нанотехнология (англ. Nanotechnology) – это междисциплинарная область науки и техники, занимающаяся исследованием, анализом и синтезом, производством и применением продуктов с заданной (искусственно созданной) атомарной структурой путём контролируемого манипулирования отдельными атомами, молекулами и другими наномасштабными элементами или наночастицами размером 0,1-100 нм.

Размеры большинства атомов лежат в интервале от 0,1 до 0,2 нм. Наночастица (англ. Nanoparticle) – это изолированный твердофазный объект, имеющий отчетливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трех измерениях составляют от 1 нм до 100 нм.

Многие биообъекты можно классифицировать как наночастицы. Бактерии, размер которых находится в интервале между 1 и 10 мкм, относятся к объектам мезоскопических масштабов.

Вирусы с размерами от 10 до 200 нм находятся в верхней части диапазона наночастиц.

Белки, характерные размеры которые лежат в диапазоне между 4 и 50 нм, находятся внизу нанометрового диапазона. Строительные блоки белков – 20 протеиногенных аминокислот, имеют размеры порядка 1 нм и также попадают в число бионанообъектов.

Нуклеиновые кислоты, и, прежде всего, ДНК как носитель генетической информации, являются полимерами, состоящими из мономеров – нуклеотидов. Молекула ДНК представляет собой двойную наноспираль диаметром 2 нм и шагом 3,4 нм, на который приходится 10 пар нуклеиновых оснований (рис. 1).

Впервые термин «нанотехнология» употребил японский физик Норио Танигути в 1974 г. Он назвал этим термином производство изделий размером несколько нанометров. В 1986 г. этот термин использовал американский инженер Эрик К. Дрекслер (Eric Kim Drexler) в своей книге: «Машины создания: грядущая эра нанотехнологии».

XXI век характеризуется как время нанореволюции. Именно сейчас исследователи и технологи получили и необходимые знания, и нужные «инструменты» для модификации вещества «по-атомно», атом за атомом, перемещая один единственный атом и конструируя молекулярные структуры по одному атому за операцию.

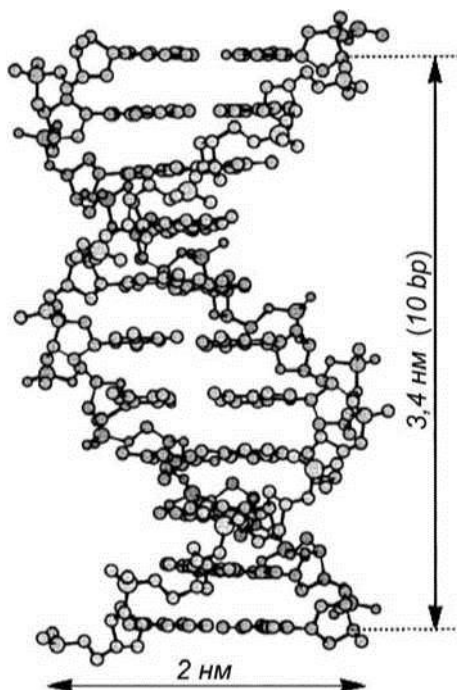


Рис. 1 Схема двойной спирали ДНК

Поначалу предполагалось, что молекулярная нанотехнология может использовать привычные для человека методики: брать атом за атомом и «прижимать» эти атомы к нужным местам молекулы так, чтобы образовывались нужные химические связи.

Бионанотехнология (bionanotechnology) – это раздел нанотехнологии, в котором необходимые атомные перестройки осуществляются с использованием принципов, методов и способов, подсказанных биологией.

Бионанотехнология родственна биотехнологии, поскольку она дает возможность модифицировать на атомном уровне синтезируемые биотехнологические объекты.

В широком смысле термин биотехнология применим к любому производству коммерческих продуктов, образуемых микроорганизмами в результате их жизнедеятельности. Более формально биотехнология определяется как применение научных и инженерных принципов к переработке материалов живыми организмами с целью создания товаров и услуг.

Нанобиотехнология (nanobiotechnology), как и любая другая нанотехнология, оперирует теми биообъектами, которые относятся к наночастицам или наноструктурам, с целью такого видоизменения организма, которое приводит к созданию нового продукта или получения уже известного продукта в промышленных масштабах. Молекулярная биотехнология, оперирующая единицами наследственности организмов – олигонуклеотидными фрагментами ДНК, в тех случаях, когда она манипулирует одиночными нанообъектами, является типичной нанобиотехнологией.

Кроме молекулярной биотехнологии к нанобиотехнологии относят совокупность передовых усовершенствованных биотехнологических методов и продуктов, которые включают разнообразные подходы и приёмы для создания более чувствительных и точных наносистем, работающих в реальном времени, таких как «лаборатории на чипе», (lab-on-chip) и наносенсоры в промышленной биотехнологии, или, например, использование наноупорядоченных матриц для управляемого производства лекарств, инженерии и регенерации живых тканей в фармацевтической биотехнологии.

Бионанотехнология, спецификой которой является применение биомолекул и достижений биологии в нанотехнологии, отличается от биотехнологии тем, что в бионанотехнологии обязательным элементом является инженерное конструирование и сборка необходимых «конструкций» на наноуровне, а в биотехнологии не является необходимой информация об устройстве и функционировании используемых наномашин, а также отсутствует этап конструкторского дизайна биотехнологических «наноинструментов».

Современная биотехнология возникла из исследования ферментативных процессов, самих природных ферментов, их структуры, функций, из попыток улучшить параметры ферментов, изменить их структуру. Всё это привело к появлению инженерной

энзимологии, а приёмы модификации структуры ферментов вследствие изменения структуры генов были в дальнейшем использованы для модификации уже и целого организма в целом. При этом знание детальных, атомных подробностей строения как генов, так и кодируемых ими белков, вообще говоря, не было нужным. Просто комбинировались уже существовавшие функции и особенности для достижения технологической цели.

Термины «нанобиотехнология» и «бионанотехнология» появились совсем недавно – первый в базе данных MedLine в 2000 г., а второй – в 2004 г.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «нанотехнологии».
2. Каковы особенности нанобиотехнологий в сравнении с нанотехнологиями?
3. Дайте определение понятию «наночастицы».
4. Чем характеризуются наноструктуры?
5. Назовите биообъекты, которые классифицируют как наночастицы.
6. Кто и в каком году употребил термин «нанотехнология»?

Занятие 2. Нанобиотехнология – новый этап развития биологии

Цель занятия. Изучить уровни организации живых существ с их структурно-функциональной системой. Рассмотреть их отличительные особенности.

1. Многоуровневость организации живых систем

В ходе эволюции живой природы сформировалась соподчиненность (иерархия) живых систем. Она проявляется в многоуровневости организации живых существ. Жизненные процессы более высокого уровня обеспечиваются структурами низшего уровня. Каждый уровень организации живого характеризуется своей структурно-функциональной единицей – структурой (системой), исторические изменения которой определяют сущность эволюционного процесса на данном уровне. На всех уровнях проявляются основные свойства жизни. Каковы же эти уровни? В чем заключаются их отличительные особенности?