

Лекция 8. Биополимеры

Биополимеры как структурная основа живых организмов. Роль биополимеров в обмене веществ и энергии в биологических системах. Участие в процессах регуляции и воспроизведения. Низкомолекулярные соединения и биополимеры. Роль нековалентных взаимодействий в функционировании биополимеров. Амфифильность биополимеров и способность к самоорганизации.



Биополимеры (от греч. *βίος* - жизнь и *πολυμερές* - состоящий из многих частей) — класс полимеров, встречающихся в природе в естественном виде, входящие в состав живых организмов: белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, лигнин.

Биополимеры состоят из одинаковых (или схожих) звеньев — мономеров. Мономеры белков — аминокислоты, нуклеиновых кислот — нуклеотиды, в полисахаридах — моносахариды.

Выделяют два типа биополимеров — регулярные (некоторые полисахариды) и нерегулярные (белки, нуклеиновые кислоты, некоторые полисахариды).

Известны также смешанные Б. - гликопротеиды, липопротеиды, гликолипиды и др.

Б. - высокомолекулярные природные соединения, являющиеся структурной (входят в состав) основой всех живых организмов и играющие определяющую роль в процессах жизнедеятельности.

Биологические функции Б.

Нуклеиновые кислоты выполняют в клетке генетические функции. Последовательность мономерных звеньев (нуклеотидов) в дезоксирибонуклеиновой кислоте - ДНК (иногда в рибонуклеиновой кислоте - РНК) определяет (в форме **генетического кода**) последовательность мономерных звеньев (аминокислотных остатков) во всех синтезируемых белках и, т. о., строение организма и протекающие в нём биохимические процессы. При делении каждой клетки обе дочерние клетки получают полный набор генов благодаря предшествующему самоудвоению (**репликации**) молекул ДНК. Генетическая информация с ДНК переносится на РНК, синтезируемую на ДНК как на матрице (**транскрипция**). Эта т. н. информационная РНК (и-РНК) служит матрицей при синтезе белка, происходящем на особых органоидах клетки - рибосомах (**трансляция**) при участии транспортной РНК (т-РНК). Биологическая изменчивость, необходимая для эволюции, осуществляется на молекулярном уровне за счёт изменений в ДНК (см. **Мутация**).

Нуклеиновые кислоты – природные ВМС, макромолекулы которых состоят из мононуклеотидов.

Нуклеиновые кислоты бывают двух типов:

Дезоксирибонуклеиновые
кислоты (ДНК)

Рибонуклеиновые кислоты (РНК)

	Дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК)	Рибонуклеиновые кислоты (РНК)
Различия в строении	Содержат остатки дезоксирибозы	Содержат остатки рибозы
	Содержат остатки азотистых оснований: А, Г, Ц, Т	Содержат остатки азотистых оснований: А, Г, Ц, У
	Как правило, представляют собой двухцепочечные молекулы	В большинстве случаев одноцепочечные молекулы
Роль в живых организмах	Хранят и передают генетическую информацию	Копируют генетическую информацию; переносят её к месту синтеза белка; участвуют в процессе синтеза белка

Белки выполняют в клетке ряд важнейших функций. Белки-ферменты осуществляют все химические реакции обмена веществ в клетке, проводя их в необходимой последовательности и с нужной скоростью. Белки мышц, жгутиков микробов, клеточных ворсинок и др. выполняют сократительную функцию, превращая химическую энергию в механическую работу и обеспечивая подвижность организма в целом или его частей. Белки - основной материал большинства клеточных структур (в т. ч. в специальных видах тканей) всех живых организмов, оболочек вирусов и фагов. Оболочки клеток являются липопротеидными мембранами, **рибосомы** построены из белка и РНК и т.д. Структурная функция белков тесно связана с регуляцией поступления различных веществ в субклеточные органеллы (активный транспорт ионов и др.) и с ферментативным катализом. Белки выполняют и регуляторные функции (**репрессоры**), "запрещая" или "разрешая" проявление того или иного гена. В высших организмах имеются белки - переносчики тех или иных веществ (например, гемоглобин - переносчик молекулярного кислорода) и иммунные белки, защищающие организм от чужеродных веществ, проникающих в организм (**иммунитет**).

Функции белков в организме

Белки выполняют в организмах множество функций

Пластическая	Строительный материал клеток	Например, коллаген, мембранные белки
Транспортная	Переносят различные вещества	Например, гемоглобин (перенос кислорода и углекислого газа)
Защитная	Обезвреживают чужеродные вещества	Например, γ -глобулин, сыворотка крови
Энергетическая	Снабжают организм энергией	При расщеплении 1гр. белка освобождается 17,6 кДж энергии
Сократительная	Выполняет все виды движений, к которым способны клетки организма	Например, миозин (белок мышц)
Регуляторная	Регулируют обменные процессы	Гормоны, например, инсулин (обмен глюкозы)
Каталитическая	Ускоряют протекание химических реакций в организме	По своей химической природе все ферменты являются белками. Например, рибонуклеаза

Полисахариды выполняют структурную, резервную и некоторые другие функции.

Полисахариды

Полисахариды – высокомолекулярные углеводороды, образованные остатками моносахаридов (глюкозы, фруктозы) или их производных (аминосахаров). Образуют в биосфере основную массу органического вещества.

Из высших полисахаридов наибольшее значение имеют клетчатка (или целлюлоза), крахмал и гликоген (животный крахмал).

Целлюлоза содержится в стеблях растений, в древесине и коре деревьев. Хлопок содержит порядка 90% целлюлозы, хвойные породы деревьев – свыше 60%, лиственные – 40%. Целлюлоза также составляет структурную основу некоторых бактерий.

Крахмал выполняет роль резервного пищевого вещества в растениях. Плоды, клубни, семена могут содержать до 70% крахмала. Гликоген (запасаемый полисахарид животных) содержится главным образом в печени и мышцах.

Полисахариды присутствуют во всех живых организмах, выполняют функции защитных (слизь, камедь) и запасных (гликоген, крахмал) веществ. Обеспечивают сцепление клеток в тканях животных и растений. Участвуют в иммунных реакциях.

Природные полимеры образуются в клетках живых организмов в процессе биосинтеза.

С помощью фракционного осаждения, экстракции и других методов они могут быть выделены из животного и растительного сырья.

Таким образом, Б. обладают рядом уникальных свойств, не характерных для низкомолекулярных соединений. Назовём некоторые из важнейших свойств биополимеров и их функции:

- нуклеиновые кислоты способны кодировать, хранить и передавать генетическую информацию на молекулярном уровне, являясь материальным субстратом наследственности;
- другой класс биополимеров - мышечные белки, способные превращать химическую энергию в механическую работу; эта их сократительная функция лежит в основе мышечной деятельности белков;
- ферменты, глобулярные белки, обладают каталитической функцией, они с большей скоростью и избирательностью осуществляют в живой природе все химические реакции обмена, распада одних и синтеза других веществ.

Все перечисленные выше особенности свойств полимеров связаны с их *цепным строением*. Именно цепное строение молекул полимеров является их важнейшим свойством.

Роль нековалентных взаимодействий в функционировании биополимеров.

Нековал. взаимодействия бывают трех типов: взаимодействия между ионами, между диполями и специфические взаимодействия некоторых частиц, содержащих атомы водорода — так называемые водородные связи.

Важную роль играют эти взаимодействия в случае биополимеров. В частности, за счет нековалентных взаимодействий различные комплексы белков объединяются либо друг с другом, либо с нуклеиновыми кислотами при формировании рибосом, хроматина, вирусов, либо липидами при образовании липопротеидных мембран. Таким образом, нековалентные взаимодействия лежат в основе образования важнейших биологических структур, и роль их для биологии особенно велика.

Амфифильность биополимеров и способность к самоорганизации.

Амфифильность (иначе *дифильность*) — свойство молекул веществ (как правило, органических), обладающих одновременно лиофильными (в частности, гидрофильными) и лиофобными (гидрофобными) свойствами.

Амфифильными свойствами обладают липиды, многие пептиды, белки, полимеры.

В частности, к амфифильным веществам относятся фосфолипиды, а также липопротеины. За счет амфифильных свойств фосфолипидов при взаимодействии с водой они формируют мицеллы, липосомы и липидные бислои. Белки обладают амфифильными свойствами, так как обычно в их состав входят аминокислоты с гидрофильными и с гидрофобными радикалами. Амфифильность белков влияет на образуемые ими третичные и четвертичные структуры молекул.

Основное свойство амфифильных молекул заключается в том, что гидрофобные группы стремятся увеличить число контактов друг с другом, а гидрофильные группы - с молекулами растворителя, что приводит к образованию сложных структур.

Структурообразование и самоорганизация в полимерных системах с амфифильными свойствами в последнее время вызывает все больший интерес. Во многом это связано с развитием экспериментальных методов исследования живой клетки, ее структуры и свойств. Было обнаружено, что клетки организма практически полностью состоят из амфифильных макромолекул и низкомолекулярных веществ. Различные надмолекулярные структуры в клетках, вторичная и третичная структуры белка образуются в основном за счет амфифильных взаимодействий, в том числе водородного связывания.