

α -спирали. Знание соответствующих энергетич. параметров позволяет предсказывать вероятность образования α -спирали в том или ином участке белка. Существуют β -слои двух типов: параллельные и антипараллельные. На рис. 2, б показана структура антипараллельного β -слоя. Стабилизирующие β -слой водородные

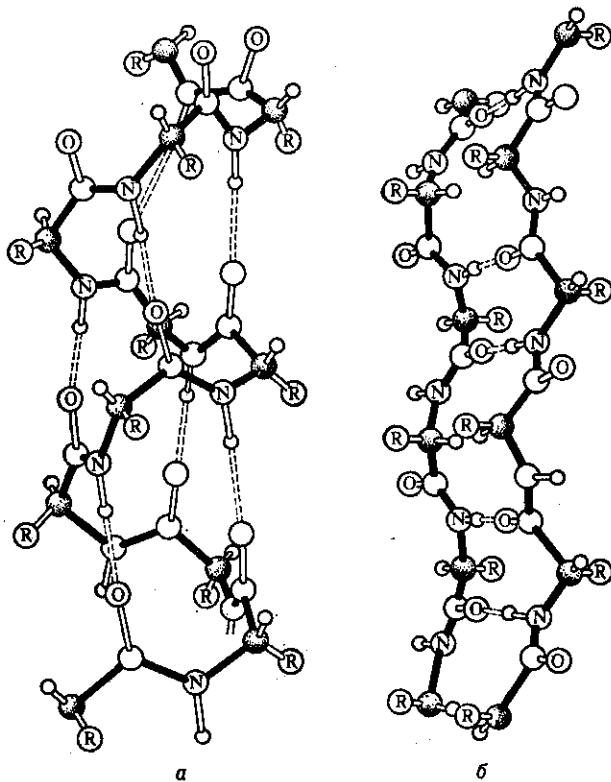


Рис. 2. Вторичная структура белков: а — α -спираль; б — β -структура.

связи между пептидными группами направлены поперёк цепей, а сами цепи вытянуты и образуют складчатую структуру. В белке встречаются также т. н. β -изгибы, обеспечивающие поворот цепи примерно на 180° при образовании водородной связи. Возможны и др. типы спиралей. Все названные вторичные структуры характерны для глобулярных белков. Фибриллярный белок, из κ -рога строятся длинные ориентиров. волокна, образует спиральи иного вида. Вторичную (и третичную) структуру белка исследуют с помощью рентгеновского структурного анализа, позволяющего определить положение всех атомов в молекуле. Трудности здесь связаны с тем, что не каждый белок можно получить в виде кристаллов необходимого размера. Обычно структура белка в растворе мало отличается от структуры в кристалле, это связано с тем, что кристаллы белка содержат много воды. Однако в целом вопрос о соответствии структуры белка в растворе и в кристалле остаётся открытым. Содержание α - и β -структур сильно различается для разл. белков.

Третичная структура. Большинство глобулярных белков находится в водно-солевой среде. Укладка элементов вторичной структуры при этом такова, что гидрофильные (полярные, заряженные) аминокислотные остатки располагаются в осн. на поверхности глобулы, а неполярные, плохо растворимые в воде (гидрофобные) аминокислотные остатки — во внутр. части глобулы. При этом глобула приобретает уникальную (идентичную для всех молекул данного белка) компактную и стабильную форму.

Чаще всего внутр. часть глобулы образована β -слоями, а наружная — α -спиральями. Установлена закономерность в аминокислотной последовательности в этих α -спиральях: каждое 3-е или 4-е положение вдоль цепи занимают неполярные аминокислотные остатки. При этом на боковой поверхности цилиндра, к-рым можно представить α -спираль, образуется неполярная полоса, параллельная её оси. Именно эта гидрофобная полоса обращена внутрь глобулы и контактирует с её гидрофобной частью.

Исключение составляют мембранные белки, контактирующие с неполярной жирной внутр. частью липидной мембраны. На поверхности белка в этом случае находятся гидрофобные аминокислотные остатки.

Ещё одна важная закономерность пространств. структуры белков — доменное строение. Часто единая полипептидная цепь образует не одну глобулу, а неск. компактных областей, расположенных определ. образом в пространстве. Каждая такая область (домен) формируется из α -спиралей, β -слоев и др. элементов вторичной структуры. В этом случае можно говорить как о третичной структуре таких доменов, так и о третичной структуре белков в целом, понимая под этим взаимное расположение доменов в пространстве. Примером домена, содержащегося во мн. белках, является блок из двух β -слоев, соединённых между собой α -спиральным сегментом. Доменная структура белков важна для их биол. ф-ций. Вероятно также, что домены — это элементарные белки, на основе к-рых в ходе эволюции возникает разнообразие белковых структур.

Четвертичная структура. В тех случаях, когда глобулярный белок состоит из неск. субъединиц, не связанных между собой хим. связями, говорят о его четвертичной структуре. Связь субъединиц между собой осуществляется гл. обр. за счёт гидрофобных взаимодействий; при этом на контактирующих частях поверхности субъединиц расположены осн. гидрофобные аминокислотные остатки. Иногда во взаимодействие между субъединицами глобулярных белков дают заметный вклад водородные связи. Др. тип четвертичных структур представляют белки, образующие нити цитоскелета. Цитоскелет заполняет пространство между ядром и внутр. поверхностью клеточной мембраны и выполняет ряд важных ф-ций, определяя форму клетки, её перемещение как целого, размещение и транспорт внутр. компонентов. Известны три типа таких нитей: микрофиламенты, микротрубочки и промежуточные филаменты. Подробно изучены первые два типа. Микрофиламенты собираются из молекул глобулярного белка актина, соединяясь в длинные цепи, образующие двойные спиральи. Микротрубочки также собираются из глобулярных молекул белка тубулина и являются важным компонентом митотич. аппарата (аппарата деления) клетки, образующим т. н. митотич. веретно и определяющим распределение генетич. материала между дочерними клетками.

Особый тип структур представляют фибриллярные белки актин и миозин, образующие упорядоченные структуры (саркомеры). Их скольжение друг относительно друга составляет основу механизма мышечного сокращения. В сложные пространств. структуры собираются белки оболочек вирусов, бактериофагов и таких структур, как рибосомы, нуклеосомы и др.

Высшие структуры белков — это состояния, обладающие относит. минимумом свободной энергии. Они устойчивы в физиологич. условиях, могут изменяться лишь в определ. пределах. Наиб. устойчива первичная структура белков, остальные легко разрушаются при внеш. воздействиях. Такое разрушение наз. денатурацией и, как правило, приводит к потере биол. свойств.

Нуклеиновые кислоты. Дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК) и рибонуклеиновые кислоты (РНК) являются полинуклеотидами, т. е. П. б.,