

Лекция 3: Третичная структура белков

Третичная структура белка формируется из элементов вторичной структуры, таких как α -спирали и β -листы. Чёткой границы в определениях вторичной и третичной структуры белков не существует. Например, шпильки или структуры $\beta - \alpha - \beta$ можно отнести как к вторичной (супервторичной) так и к третичной структуре. В общем случае, структуры белков поделены на четыре класса:

1. α -спиральный класс белков, который включает в себя все белки, главным образом состоящие из α -спиралей, которые обычно образуют общее гидрофобное ядро. Примерно 22% всех белков можно отнести к этой категории.
2. β -белки состоят в основном из β -цепей, сгруппированных в β -листы, стабилизированные множеством водородных связей. Эти белки обычно имеют несколько слоёв с общим гидрофобным ядром. Примерно 16% всех известных белков можно отнести к этому типу.
3. α/β -белки, которые состоят из перемежающихся α - и β -структур (примерно 15%).
4. $\alpha+\beta$ -белки, в которых также присутствуют как α -, так и β -структуры, но в отличие от α/β -белков, в этой категории разные вторичные структуры пространственно удалены друг от друга.

Для дальнейшей структурной классификации, белки могут разделяться на группы, имеющие похожие нативные структуры.

1 α -спиральный класс структур

Белки из α -спирального класса можно разделить на узлы, листы и массивы шпилек. α -спиральные узлы формируются когда несколько α -спиралей собираются вокруг общего гидрофобного ядра. Примером такой третичной структуры может служить белок АСВР, который состоит из четырёх α -спиралей (Рис. 1). α -спиральный лист присутствует в натив-

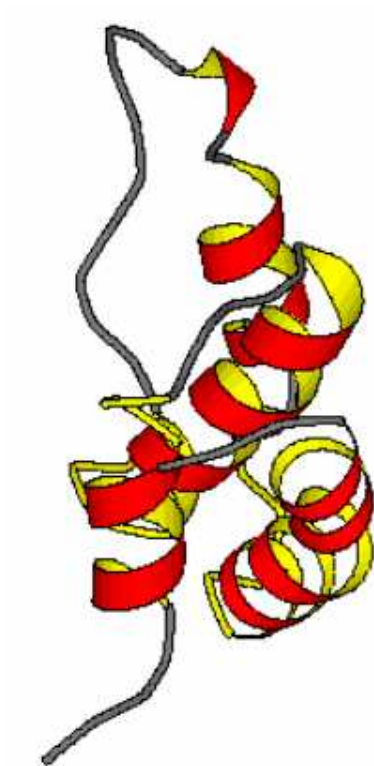


Рис. 1: Нативная структура белка АСВР (PDB код 2ABD) как образец спирального узла.

ном состоянии миоглобина (Рис. 2), в котором восемь α -спиралей образуют многоуровневую структуру. Третичная структура миоглобина стабилизирована главным образом сильными гидрофобными взаимодействиями. Существуют и другие типы α -структур.

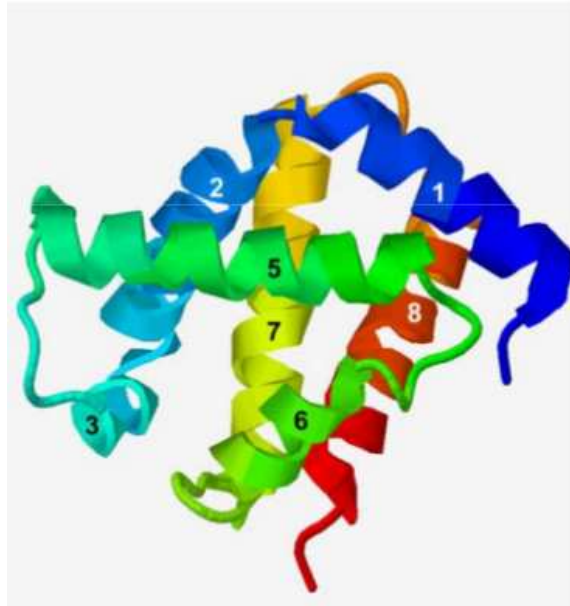


Рис. 2: Нативная структура миоглобина (PDB код 5MBA) образует α -спиральный лист.

2 β -белки

β -белки можно также разделить на несколько типов. Первый и самый распространённый - β -сендвич. Этот тип структуры присутствует, например, в нативной структуре иммуноглобулярных доменов титина (Рис. 3). Стабилизируется β -сендвич гидрофобными взаимодействиями между β -листами. β -бочка, ещё один пример β -белков, в котором β -лист завернут так, что крайние β -лучи также образуют водородные связи. Пример такого белка приведён на рисунке 4. Ещё одним интересным примером β -белков может служить β -спираль (Рис. 5). Вероятно, такие структуры могут появляться в амилоидных фибрилах.

3 α/β и $\alpha + \beta$ -белки

Большое число структур можно отнести к классам α/β и $\alpha + \beta$. Например, нативная структура изомеразы триофосфата представляет из себя одну очень часто встречающуюся α/β -структуру - α/β -бочку, в которой α -спирали и β -лучи перемежаются и закручива-

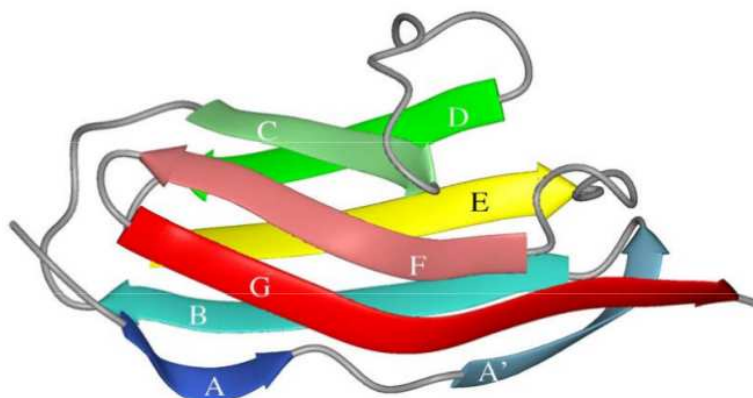


Рис. 3: Нативная структура домена титина Ig27 (PDB код 1TIT) представляет из себя β -сендвич.

ются, образуя форму, напоминающую бочку (Рис. 6). Простейшую структуру из класса $\alpha + \beta$ -белков образует домен В1 белка G (Рис. 7). В этой структуре, α -спираль прижата к четырёх-цепному β -листу. Ещё одним примером $\alpha + \beta$ -белка может служить нативная структура лизосомы, в которой небольшой β -лист расположен на стороне большого α -спирального домена (Рис. 8).

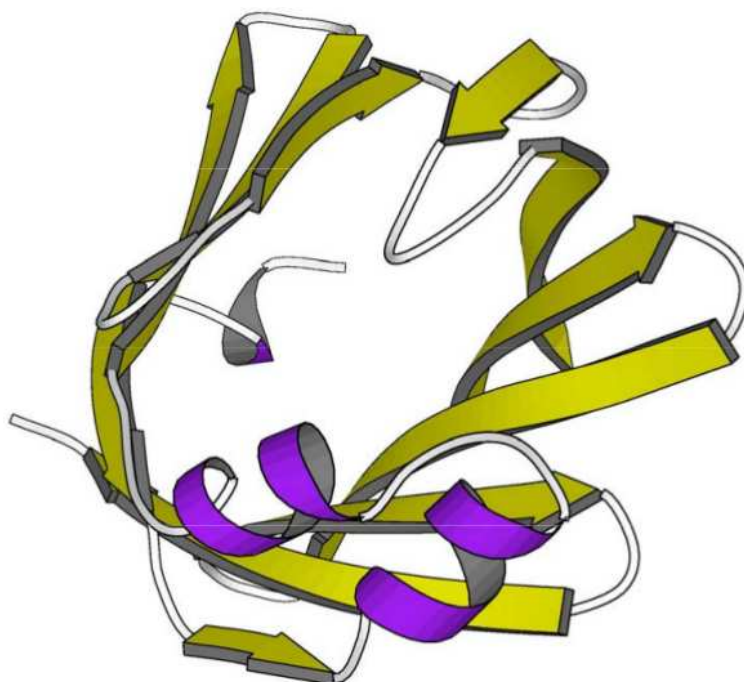


Рис. 4: Нативная структура белка связывания жирных кислот (PDB код 1HMS), который формирует β -бочку.

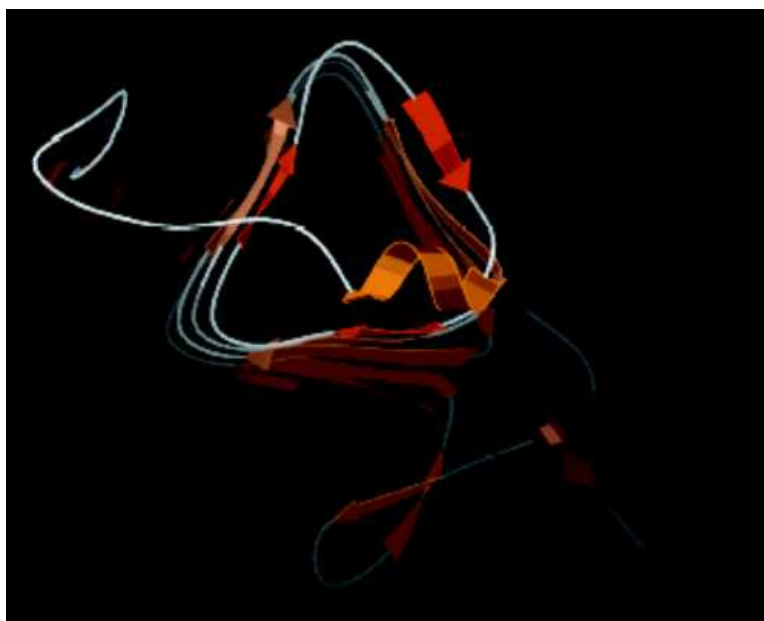


Рис. 5: Нативная структура углеродной ангидразы (PDB код 1QRE) как образец β -спирали.

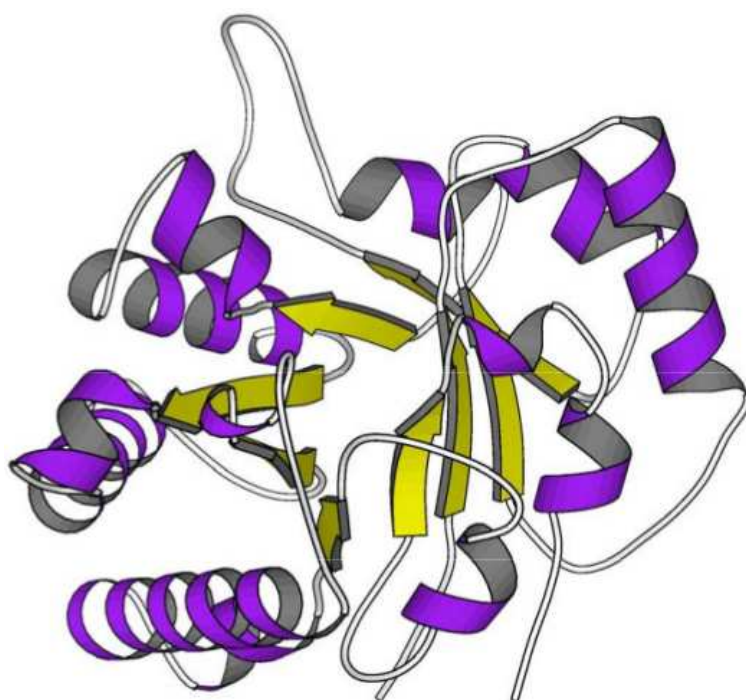


Рис. 6: Нативная структура изомеразы триосефосфата (PDB код 1TIM) образует α/β -бочку.

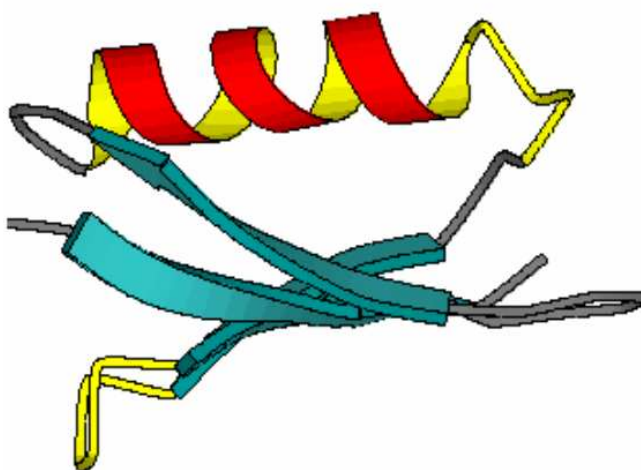


Рис. 7: Нативная структура белка GB1 (PDB код 2GB1) образует структуру из $\alpha+\beta$ -класса белков.

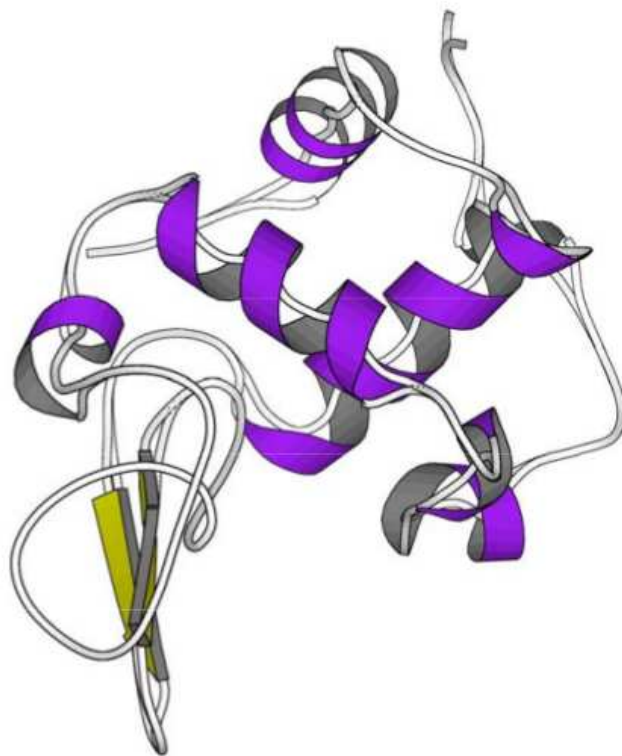


Рис. 8: Нативная структура лизосомы (PDB код 1REY) принадлежит к $\alpha + \beta$ -классу.