

## Глава 4

### ФИЗИКА БЕЛКА

#### § 4.1. Задачи физики белка

Белки — неперенные участники всех процессов жизнедеятельности. Белки-ферменты катализируют все химические, электрохимические и механохимические процессы в клетках и в организмах. Важнейшей функцией белков можно считать ферментативную. Специализированные ферменты служат катализаторами всех метаболических реакций, репликации ДНК, транскрипции текста ДНК в текст мРНК, трансляции этого текста при биосинтезе белка. Белки являются и регуляторами генетических функций нуклеиновых кислот. Регуляторные ферменты, называемые *аллостерическими* (гл. 6), обеспечивают обратные связи в метаболических цепях.

Движение клеток и организмов, выполнение ими механической работы (например, мышечной) производится особыми сократительными белками, служащими рабочими веществами этих процессов. Сократительные белки выполняют ферментативную, АТФ-азную функцию, реализуют превращение химической энергии (запасенной в АТФ, с. 40) в механическую работу. «Зарядка аккумулятора», т. е. окислительное фосфорилирование, происходит в мембранах митохондрий при неперенном участии ферментов дыхательной цепи. Окислительно-восстановительные ферментативные процессы происходят и при фотосинтезе. Другие мембранные белки ответственны за активный транспорт молекул и ионов сквозь мембраны и, тем самым, за генерацию и распространение нервного импульса. Белки определяют все метаболические и биоэнергетические процессы.

В организмах животных некоторые специальные белки выполняют особые функции. Белки служат для запасаания (миоглобин) и переноса (гемоглобин, гемоцианин) кислорода. Некоторые низкомолекулярные белки, точнее, полипептиды, являются гормонами (с. 50). Гамма-глобулины высших организмов защищают их от чужеродных биополимеров, функционируя в качестве антител — в иммунных процессах. Наконец, белки, входящие в состав соединительной ткани, хрящей и сухожилий, а также белки кожи, волос и перьев выполняют опорную функцию, обеспечивая надежную и в то же время подвижную взаимосвязь органов, целостность организма и его защиту от внешних воздействий.

Можно сказать, что белки являются обязательными участниками запасаения, передачи, трансформации и рецепции химических сигналов — макромолекул, молекул и ионов — в живых системах. Во многих случаях сигналами, их рецепторами и преобразователями служат сами белки. Белки, входящие в состав рецепторных систем организма, перекодируют внешние сигналы на химический и электрохимический язык.

Молекулы белков — самые сложные из известных науке. Их биологически функциональная пространственная структура, а также структура надмолекулярных систем, содержащих белки (мембраны и др.), определяются как химическими связями в белковых цепях, так и целой гаммой слабых взаимодействий. Нативные белки никогда не являются статистическими клубками. Белковые глобулы — аperiodические кристаллы сложной структуры. Это не статистические, но динамические системы, своего рода машины, поведение которых зависит от положения и свойств всех их элементов. Наряду с глобулярными существуют фибриллярные белки — сократительные и опорные.

*Денатурация* белка, т. е. утрата им биологической функциональности при нагревании, воздействии кислот, оснований и других веществ, состоит в разрушении слабых взаимодействий и в конечном счете в превращении конденсированного тела (глобулы или фибриллы) в статистический клубок.

Определим основные задачи физики белка.

1. Теоретическое и экспериментальное исследование структуры белковых молекул и содержащих такие молекулы надмолекулярных систем.

2. Исследование динамического поведения белковых молекул и белковых кристаллов. Изучение денатурации белков.

3. Установление связи между первичной и высшими структурами белков в их нативном состоянии.

4. Изучение физических аспектов возникновения и изменений белков в ходе биологической эволюции.

5. Изучение взаимодействий белков с нуклеиновыми кислотами как факторов, определяющих регуляцию генов.

6. Изучение физических механизмов, лежащих в основе различных биологических функций белков, прежде всего ферментативной активности.

7. Изучение физических аспектов *белковой инженерии* — методов получения белков с заданными свойствами.

Решение этих задач будет означать раскрытие сущности биологических явлений на молекулярной основе.

## § 4.2. Конформации полипептидной цепи

Для понимания структуры белка необходимо рассмотреть возможные конформации полипептидной цепи. Они определяются, прежде всего, плоским строением пептидной связи —  $\text{CO—NH—}$  (с. 32). Структурные параметры пептидных единиц, установлен-