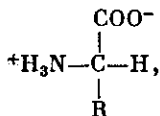


и с др. молекулами. Среди последних важную роль играют липиды, образующие биол. мембраны (см. *Клеточные структуры*). Липиды не являются полимерами, но обладают нек-рыми общими с ними свойствами, в частности способностью образовывать жидкокристаллич. структуры.

П. б. являются высокомолекулярными соединениями (молекулярная масса  $10^8$ — $10^{10}$  а. е. м.), к ним приложимы все закономерности, установленные для др. природных и синтетич. полимеров. Однако особенности хим. строения приводят к появлению у П. б. уникальной пространств. структуры, необычных физ., хим. и биол. свойств. По строению осн. цепи белки и НК однородны, подобно гомополимерам, у которых все мономерные звенья цепи идентичны. Но в последовательности боковых групп у П. б. закодирована генетич. информация, поэтому П. б. следует отнести к гетерополимерам с заданной нерегулярной последовательностью мономерных звеньев. В структуре и свойствах П. б. отражены эти особенности их хим. строения. Пространств. строение П. б. с определ. структурой всей макромолекулы наз. конформацией; от конформации зависит взаимодействие П. б. с др. молекулами. Наиб. важные биол. ф-ции П. б. также определяются его конформацией и способностью изменять её при разл. взаимодействиях. В большинстве случаев взаимодействия П. б. являются специфическими, т. е. зависят от последовательности мономерных звеньев и локальной структуры (см. также *Биофизика*).

Различают 4 уровня структурной организации П. б. Наиб. отчетливо они выражены у белков. Первичная структура — это хим. строение молекулы. Чаще всего под первичной структурой понимают последовательность мономерных звеньев П. б. В первичную структуру включаются хим. связи между цепями и внутри цепей (между отд. звеньями). Вторичная структура — спиральное расположение мономерных звеньев в тех или иных участках цепи П. б. Третичная структура — пространств. структура цепи, включая расположение элементов вторичной структуры и связывающих их участков. Четвертичная структура — расположение отд. цепей (единиц третичной структуры) в образуемом ими комплексе.

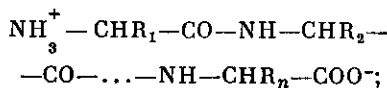
Белки состоят из одной или неск. полипептидных цепей, к-рые соединены между собой хим. или межмолекулярными связями. Полипептидные цепи построены из мономерных звеньев — аминокислотных остатков 20 разл. сортов. Аминокислоты представляют собой органич. (карбоновые) кислоты, содержащие 1 или 2 аминогруппы  $\text{NH}_2$ . В нейтральной среде они имеют структуру,



где R — боковая группа, своя для каждой из 20 аминокислот. Аминокислоты являются оптич. L-изомерами (см. *Изомерия молекул*). Число мономерных звеньев, входящих в полипептидные цепи, может изменяться от неск. десятков до неск. тысяч; полипептиды с меньшим числом звеньев наз. олигопептидами. Каждый белок имеет определ. размеры (молекулярная масса  $\geq 5 \cdot 10^3$ ), его индивидуальность определяется последовательностью аминокислотных остатков. По своим ф-циям белки делятся на каталитические (ферменты, биол. катализаторы хим. реакций), структурные, транспортные (гемоглобин), рецепторные, регуляторные (гормоны), защитные (антитела) и др. В зависимости от состава выделяют простые белки — протеины, состоящие только из аминокислот, и сложные белки — протиды, в состав к-рых наряду с аминокислотами входят углеводы (гликопротеиды),

липиды (липопротеиды), НК (нуклеопротеиды) и т. д. По форме различают глобулярные белки, образующие плотные глобулы, и фибриллярные белки, образующие длинные волокна или слои. Белки участвуют в важнейших генетич. и регуляторных процессах. Нек-рые структурные белки могут образовывать агрегаты в виде волокон, трубочек, оболочек. Иногда один и тот же белок выполняет неск. ф-ций.

Первичная структура. Образование полипептидной цепи с заданной последовательностью аминокислотных остатков происходит в клетке внутри клеточного аппарата — рибосомы. Присоединение каждого последующего звена цепи происходит с выделением молекулы воды. Образующаяся цепь имеет следующую структуру:



поскольку соединение мономеров происходит по принципу «голова к хвосту», цепь определ. образом направлена: слева находится N-конец цепи, справа — C-конец. Аминокислотные остатки цепи в зависимости от вида боковой группы R делятся на неск. типов. К неполярным, плохо растворимым в воде относятся аланин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, триптофан, тирозин, метионин, глицин и цистеин. Полярные и заряженные аминокислотные остатки обладают хорошей растворимостью в воде. К полярным относятся серин, треонин, аспарагин, пролин и глутамин. Заряжены аспарагиновая и глутаминовая к-ты (отрицательно), лизин и аргинин (положительно). Могут быть заряженными также цистеин и гистидин. В целом молекула белка несёт положительн. и отрицат. заряды. В первичной структуре белка заключена вся информация, определяющая его пространств. структуру и ф-ции. Определенные первичной структуры полипептидной цепи производят путём частичного расщепления её на короткие перекрывающиеся фрагменты с последующим анализом их аминокислотной последовательности, начиная с N-конца. Это удаётся сделать для не слишком длинных последовательностей, поэтому структуру длинных полипептидов находят, комбинируя данные для фрагментов.

Полипептидная цепь обладает гибкостью за счёт вращения вокруг хим. связей, образуемых атомами C (чёрные шарики на рис. 1, вращение изображено стрел-

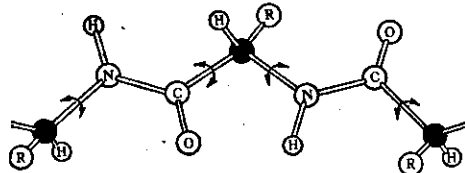


Рис. 1. Вращение пептидных групп.

ками). Связь между группами CO и NH наз. пептидной. Вращение вокруг пептидной связи затруднено, поэтому атомы H, N, C и O лежат в одной плоскости.

Вторичная структура. Благодаря своей гибкости полипептидные цепи способны образовывать упорядоченные структуры со спиральной симметрией. Наиболее распространены  $\alpha$ -спирали и  $\beta$ -структуры.  $\alpha$ -Спираль представляет собой правую спираль, у к-рой на один виток приходится 3,6 аминокислотных остатка; шаг спирали 5,4 Å, диаметр ~6 Å (без боковых групп). Спираль стабилизирована водородными связями между группами CO и NH разл. мономерных звеньев, отстоящих друг от друга на расстоянии 4 остатков. Водородные связи (пунктир на рис. 2,а) направлены вдоль оси спирали, в целом  $\alpha$ -спираль представляет собой довольно жёсткую структуру. Не всем аминокислотным остаткам энергетически выгодно образование