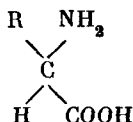


Далее в этой главе дается краткая характеристика наиболее важных биологических молекул и биохимических процессов. Наша задача состоит не в дублировании курсов биохимии, но в суммировании основных сведений, необходимых для изложения биофизики.

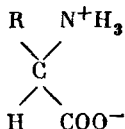
§ 2.2. Аминокислоты

Все белки построены из 20 типов аминокислотных остатков; ряд аминокислот, не фигурирующих в белках, участвует в метаболизме. По-видимому, аминокислоты возникали на Земле на первом этапе химической эволюции около $4 \cdot 10^9$ лет назад, в результате химических реакций в архаической восстановительной атмосфере и в океане при поглощении энергии (гл. 17). Простейшие аминокислоты встречаются и в метеоритах.

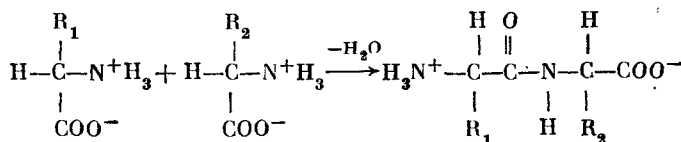
В белках фигурируют остатки α -аминокислот, имеющих строение



где R — радикал, углеводородный или содержащий помимо C и H и другие атомы — O, S, N. Как показывает изучение электрических свойств аминокислот (§ 2.3), их строение точнее выражается формулой *дипольного иона*



Образование белковой или полипептидной цепи происходит путем поликонденсации аминокислот:



причем образуются пептидные связи —NH—CO—.

В табл. 2.1 дана сводка 20 канонических аминокислотных остатков —CO—CHR—NH—, которые классифицированы по электрохимическим свойствам. Среди них есть алифатические углеводородные остатки (Ала, Вал, Гли, Иле, Лей), остатки, содержащие гидроксил (Сер, Тре), амидную группу (Асп, Глн), карбоксильную группу (Асп, Глу), содержащие серу (Цис, Мет), содержащие ароматические л-электронные циклы (Тир, Фен,

Т а б л и ц а 2.1. Канонические аминокислотные остатки

№	Наименование остатка и аминокислоты	Обозначение	Краткое обозначение	Радикал—R
1. Нейтральные остатки				
1	Глицил Глицин	Гли (Gly)	G	—H
2	Аланил Аланин	Ала (Ala)	A	—CH ₃
3	Валил Валин	Вал (Val)	V	—CH(CH ₃) ₂
4	Лейцил Лейцин	Лей (Leu)	L	—CH ₂ —CH(CH ₃) ₂
5	Изолейцил Изолейцин	Иле (Ile)	I	—CH(C ₂ H ₅)CH ₃
6	Фенилаланил Фенилаланин	Фен (Phe)	F	—CH ₂ —C ₆ H ₅
7	Пролил Пролин *)	Про (Pro)	P	—CH—(CH ₂) ₃ —N—
8	Триптофанил Триптофан	Трп (Trp)	W	—CH ₂ —C—C—CH=CH— HC C NH CH
9	Серил Серин	Сер (Ser)	S	—CH ₂ OH
10	Треонил Треонин	Тре (Thr)	T	—CH(OH)CH ₃
11	Метионил Метионин	Мет (Met)	M	—CH ₂ —CH ₂ —S—CH ₃
12	Аспарагинил Аспарагин	Асп (Asn)	N	—CH ₂ —CO—NH ₂
13	Глутаминил Глутамин	Гли (Gln)	Q	—CH ₂ —CH ₂ —CO—NH ₂
14	Цистеинил **) Цистеин	Цис—SH (Cys—SH)	C	—CH ₂ SH
2. Кислотные остатки (в виде анионов)				
15	Аспартил Аспарагиновая кислота	Асп (Asp)	D	—CH ₂ —COO ⁻
16	Глутамил Глутаминовая кислота	Глу (Glu)	E	—CH ₂ —CH ₂ —COO ⁻
17	Тирозил Тирозин	Тир (Tyr)	Y	—CH ₂ —C ₆ H ₄ —O ⁻

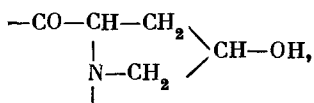
*) Пролин — не амино-, а иминокислота, содержащая вместо аминогруппы NH₂ иминогруппу NH.

**) Как правило, остатки цистеина в белке соединены дисульфидной связью с потерей водорода —CH₂—S—S—CH₂—. При этом остаток называется цистинилом и обозначается Дис (Cys), краткое обозначение также С.

№	Наименование остатка и аминокислоты	Обозначение	Краткое обозначение	Радикал—R
3. Основные остатки (в виде катионов)				
18	Гистидил Гистидин	Гис (His)	H	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—C=CH} \\ \quad \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \quad \text{N} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{CH} \end{array}$
19	Лизил Лизин	Лиз (Lys)	K	$\text{—(CH}_2\text{)}_4\text{—N}^+\text{H}_3$
20	Аргинил Аргинин	Арг (Arg)	R	$\text{—(CH}_2\text{)}_3\text{—NH—C—N}^+\text{H}_3$ $\quad \quad \quad \parallel$ $\quad \quad \quad \text{NH}$

Три, Гис). Этим обеспечивается все многообразие свойств и строения белков.

Помимо 20 канонических остатков, в белках встречаются производные некоторых радикалов. Среди этих минорных остатков важен оксипролил



так как он содержится в значительном количестве в одном из универсальных белков животных — в коллагене.

§ 2.3. Электролиты

Организмы содержат множество ионов — малые органические и неорганические катионы и анионы, основные и кислотные группы аминокислотных остатков в белках и нуклеотидов в нуклеиновых кислотах. Диссоциация электролитов на ионы определяется их водным окружением. Теория электролитов излагается в курсах физической химии; здесь мы ограничимся краткими сведениями, необходимыми для дальнейшего.

Согласно Бренстеду кислота есть молекула, от которой отщепляется протон, основание — молекула, присоединяющая протон. Вода является кислотой в реакции $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ и основанием в реакции $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+$ (ион оксония).

Вода — очень слабый электролит, ее константа диссоциации мала. При 25°C в воде

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K[\text{H}_2\text{O}] = 10^{-14} \text{ моль}^2/\text{л}^2. \quad (2.1)$$

Так как $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$, концентрация водородных ионов в воде составляет 10^{-7} моль/л. Удобно пользоваться отрицательным десятичным логарифмом этой величины, обозначаемым pH. Для