



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений и условных обозначений. . . . .	15
Предисловие. . . . .	17
<b>ЧАСТЬ I. СТРУКТУРА БИОЛОГИЧЕСКИХ МАКРОМОЛЕКУЛ. . .</b>	<b>19</b>
<b>Глава 1. Структура белков. . . . .</b>	<b>21</b>
Определение. . . . .	21
Краткая характеристика аминокислот. . . . .	24
Уровни структурной организации белков. . . . .	26
Первичная структура. . . . .	26
Вторичная структура. . . . .	27
Надвторичная (супервторичная) структура. . . . .	30
Третичная структура. . . . .	32
Четвертичная структура. . . . .	34
Молекулярные шапероны. . . . .	39
Физико-химические свойства белков. . . . .	42
Молекулярная масса. . . . .	42
Термостабильность и термолабильность белков. . . . .	42
Растворимость и заряд белков. . . . .	42
Форма белковых молекул. . . . .	44
Методы разделения и очистки белков. . . . .	45
Протеомика. . . . .	52
Простые и сложные белки. . . . .	53
Функции белков. . . . .	56
<b>Глава 2. Структура углеводов. . . . .</b>	<b>59</b>
Определение и классификация углеводов. . . . .	59
Моносахариды. . . . .	60
Стереометрия моносахаридов. . . . .	61
Циклические формы моносахаридов. . . . .	63
Таутомерия. . . . .	63
Конформация моносахаридов. . . . .	64
Химические свойства и производные моносахаридов. . . . .	65

Олигосахариды . . . . .	68
Полисахариды . . . . .	70
Гомополисахариды . . . . .	70
Гетерополисахариды . . . . .	72
<b>Глава 3. Структура липидов . . . . .</b>	<b>76</b>
Общая характеристика липидов . . . . .	76
Жирные кислоты . . . . .	77
Номенклатура жирных кислот . . . . .	78
Структура жирных кислот . . . . .	79
Глицеролипиды . . . . .	81
Глицерофосфолипиды . . . . .	82
Сфинголипиды . . . . .	85
Гликоэфинголипиды . . . . .	87
Стероидные липиды . . . . .	90
Стероиды и стероиды . . . . .	91
Секостероиды . . . . .	93
Пренольные липиды . . . . .	94
Витамины группы А . . . . .	94
Витамины группы Е . . . . .	96
Витамины группы К . . . . .	96
Убихиноны . . . . .	97
Полипренолы . . . . .	99
Гликолипиды и поликетиды . . . . .	99
<b>Глава 4. Нуклеиновые кислоты . . . . .</b>	<b>101</b>
Общая характеристика . . . . .	101
Структура нуклеотидов . . . . .	101
Строение нуклеиновых кислот . . . . .	106
Дезоксирибонуклеиновые кислоты . . . . .	107
Рибонуклеиновые кислоты . . . . .	111
<b>ЧАСТЬ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ . . . . .</b>	<b>113</b>
<b>Глава 5. Ферменты . . . . .</b>	<b>115</b>
Определение . . . . .	115
Каталитическая активность ферментов . . . . .	117
Классификация ферментов . . . . .	118
Специфичность ферментов . . . . .	119

Кинетика ферментативных реакций . . . . .	120
Свойства ферментов как белков . . . . .	122
Структура ферментов . . . . .	122
Активный центр . . . . .	122
Кислотно-основной и ковалентный катализ . . . . .	124
Кофакторы и коферменты . . . . .	126
Коферменты — производные водорастворимых витаминов . . . . .	127
Кофакторы — модифицированные остатки аминокислот . . . . .	133
Факторы, влияющие на активность ферментов . . . . .	133
Влияние температуры и рН на активность ферментов . . . . .	133
Механизм действия ферментов . . . . .	136
Регуляция активности ферментов . . . . .	138
Способы изменения активности фермента . . . . .	138
Ингибирование активности ферментов . . . . .	139
Смешанное и бесконкурентное ингибирование . . . . .	144
Аллостерическая регуляция . . . . .	144
Ковалентная модификация . . . . .	146
Изоферменты . . . . .	149
Ферменты в медицине . . . . .	151
Энзимодиагностика . . . . .	151
Энзимотерапия . . . . .	153
<b>Глава 6. Рибозимы и абзимы . . . . .</b>	<b>155</b>
Рибозимы . . . . .	155
Каталитически активные антитела (абзимы) . . . . .	157

### **ЧАСТЬ III. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ**

#### **БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН. ПЕРЕДАЧА СИГНАЛА . . . . . 159**

#### **Глава 7. Молекулярная организация клеточных мембран . . . . . 161**

Определение и общая характеристика биологических мембран. . . . . 161

Липидный бислой . . . . . 164

    Мембранные фосфолипиды. . . . . 164

    Асимметрия фосфолипидов в мембране . . . . . 165

    Мембранные белки . . . . . 166

Латеральная неоднородность (гетерогенность) биологических мембран . . . . . 169

Функции мембран . . . . . 170

<b>Глава 8. Транспорт веществ через мембрану</b> . . . . .	171
Общая характеристика . . . . .	171
Особенности функционирования мембранных транспортеров . . . . .	174
Унипорт . . . . .	174
Симпорт . . . . .	174
Антипорт . . . . .	176
Трансмембранный перенос макромолекул, надмолекулярных комплексов и частиц . . . . .	177
Эндоцитоз . . . . .	178
Пиноцитоз . . . . .	179
Экзоцитоз . . . . .	180
Параклеточный транспорт . . . . .	180
<b>Глава 9. Принципы межклеточной сигнализации и трансмембранная передача сигнала</b> . . . . .	182
Структура и классификация сигнальных молекул . . . . .	182
Эндокринные сигнальные молекулы (гормоны) . . . . .	183
Паракринные сигнальные молекулы . . . . .	185
Аутокринные сигнальные молекулы . . . . .	186
Регуляция высвобождения сигнальных молекул . . . . .	186
Контроль за высвобождением гормонов . . . . .	186
Регуляция высвобождения факторов роста . . . . .	189
Контроль за высвобождением нейромедиаторов . . . . .	189
Механизмы действия сигнальных молекул . . . . .	189
Ядерный механизм действия липофильных гормонов . . . . .	190
Механизмы преобразования сигнала через мембранные рецепторы . . . . .	191
Внутриклеточные сигнальные пути, опосредуемые цАМФ . . . . .	191
Внутриклеточные сигнальные пути, опосредуемые цГМФ . . . . .	194
Сигнальные системы с участием других вторичных посредников . . . . .	196
Протеинкиназы . . . . .	198
Лигандзависимые ионные каналы . . . . .	199
Пути выключения рецепторных эффектов сигнальных молекул . . . . .	200
Удаление сигнальных молекул . . . . .	200
Деградация вторичных посредников . . . . .	200
Обратная модификация внутриклеточных белков-мишеней . . . . .	201

<b>ЧАСТЬ IV. ВВЕДЕНИЕ В ОБМЕН ВЕЩЕСТВ.</b>	
<b>БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ</b> . . . . .	203
<b>Глава 10. Понятие о метаболизме. Цикл трикарбоновых кислот</b> . . . . .	205
Понятие о метаболизме . . . . .	205
Превращение пирувата в ацетил-КоА . . . . .	207
Цикл трикарбоновых кислот . . . . .	209
Амфиболические функции цикла трикарбоновых кислот . . . . .	213
Регуляция цикла трикарбоновых кислот . . . . .	214
<b>Глава 11. Дыхательная цепь митохондрий</b> . . . . .	215
Строение дыхательной цепи . . . . .	215
Механизм синтеза АТФ в дыхательной цепи . . . . .	219
Баланс между синтезом АТФ и транспортом электронов в дыхательной цепи . . . . .	220
Использование $\Delta\mu\text{H}^+$ в ходе трансмембранного переноса субстратов . . . . .	221
Разобщение дыхания и фосфорилирования . . . . .	222
Ингибиторы дыхательной цепи . . . . .	224
Патологии при нарушении транспорта электронов по дыхательной цепи . . . . .	225
Врожденные нарушения дыхательной цепи . . . . .	225
Приобретенные нарушения дыхательной цепи . . . . .	226
<b>Глава 12. Свободное окисление. Активные формы кислорода</b> . . . . .	227
Общая характеристика ферментов, использующих кислород в качестве акцептора электронов . . . . .	227
Оксидазы . . . . .	227
Оксигеназы . . . . .	228
Диоксигеназы . . . . .	228
Микросомальное окисление . . . . .	228
Свободные радикалы . . . . .	231
Активные формы кислорода . . . . .	232
Перекисное окисление липидов . . . . .	234
Защита от активных форм кислорода . . . . .	235
<b>ЧАСТЬ V. ОСНОВНЫЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ</b> . . . . .	239
<b>Глава 13. Обмен углеводов</b> . . . . .	241
Переваривание углеводов . . . . .	241
Всасывание моносахаридов в кишечнике . . . . .	243

Гидролиз углеводов в толстой кишке . . . . .	243
Транспорт глюкозы в клетки . . . . .	244
Обмен глюкозы в клетках. . . . .	246
Общие пути превращения глюкозы в клетках. . . . .	246
Гликолиз . . . . .	247
Гликолитическая оксидоредукция . . . . .	249
Аэробный распад глюкозы . . . . .	251
Окисление цитоплазматического НАДН.	
Челночные механизмы . . . . .	252
Энергетическая эффективность аэробного распада глюкозы . . . . .	254
Глюконеогенез . . . . .	255
Синтез глюкозы из лактата . . . . .	258
Синтез глюкозы из аланина . . . . .	259
Синтез глюкозы из глицерола . . . . .	260
Регуляция гликолиза и глюконеогенеза. . . . .	261
Обмен гликогена . . . . .	265
Синтез гликогена . . . . .	265
Распад гликогена . . . . .	267
Регуляция синтеза и распада гликогена . . . . .	268
Пентозофосфатный путь превращения глюкозы. . . . .	271
Обмен других моносахаридов . . . . .	274
Обмен фруктозы . . . . .	274
Обмен галактозы . . . . .	276
Регуляция уровня глюкозы в крови . . . . .	277
<b>Глава 14. Обмен липидов . . . . .</b>	<b>279</b>
Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте . . . . .	279
Гидролиз липидов в тонком кишечнике . . . . .	280
Всасывание липидов . . . . .	284
Транспорт липидов в составе липопротеинов . . . . .	286
Тканевый липолиз. . . . .	289
Регуляция тканевого липолиза . . . . .	290
Обмен глицерола . . . . .	290
Обмен насыщенных жирных кислот . . . . .	291
$\beta$ -Окисление насыщенных жирных кислот. . . . .	292
Реакции $\beta$ -окисления насыщенных жирных кислот	
с четным числом атомов углерода в матриксе митохондрий . . . . .	293

Окисление жирных кислот в пероксисомах . . . . .	296
Синтез и метаболизм кетоновых тел . . . . .	297
Биосинтез насыщенных жирных кислот . . . . .	300
Источники атомов углерода и водорода для синтеза липидов . . . . .	300
Источники молекул восстановленного НАДФ . . . . .	300
Биосинтез пальмитиновой кислоты . . . . .	300
Регуляция биосинтеза и $\beta$ -окисления жирных кислот . . . . .	306
Обмен полиненасыщенных жирных кислот . . . . .	307
Обмен арахидоновой кислоты . . . . .	308
Синтез лейкотриенов, липоксинов и гепоксилинов . . . . .	310
Окисление полиненасыщенных жирных кислот . . . . .	312
Синтез триацилглицеролов . . . . .	314
Обмен фосфолипидов . . . . .	316
Синтез глицерофосфолипидов . . . . .	316
Обмен холестерина . . . . .	319
Биосинтез холестерина . . . . .	319
Превращения холестерина в разных тканях . . . . .	324
Транспорт холестерина . . . . .	324
<b>Глава 15. Катаболизм белков . . . . .</b>	<b>327</b>
Характеристика пищевых белков . . . . .	327
Переваривание белков в желудочно-кишечном тракте . . . . .	327
Всасывание аминокислот . . . . .	331
Белковая недостаточность . . . . .	331
Распад аминокислот под действием микроорганизмов . . . . .	332
Обезвреживание продуктов гниения . . . . .	333
Распад тканевых белков . . . . .	335
Распад белков в лизосомах . . . . .	336
Гидролиз белка в протеосомах . . . . .	336
Катаболизм белков межклеточного матрикса . . . . .	338
Ограниченный протеолиз белков . . . . .	338
Регуляция активности протеиназ . . . . .	339
Белковые ингибиторы протеиназ . . . . .	340
<b>Глава 16. Обмен аминокислот . . . . .</b>	<b>341</b>
Транспорт аминокислот в клетку . . . . .	341
Метаболические превращения аминокислот . . . . .	343
Деаминарование аминокислот . . . . .	344



Трансаминирование аминокислот . . . . .	347
Непрямое дезаминирование аминокислот . . . . .	349
Обезвреживание аммиака . . . . .	350
Восстановительное аминирование . . . . .	350
Синтез глутамина и аспарагина . . . . .	351
Биосинтез мочевины . . . . .	352
Взаимосвязь синтеза мочевины и цитратного цикла Кребса . . . . .	354
Регуляция мочевинообразования . . . . .	355
Превращение углеродного скелета аминокислот . . . . .	355
Декарбоксилирование аминокислот . . . . .	357
Роль биогенных аминов в реализации внутриклеточных процессов . . . . .	358
Инактивация биогенных аминов . . . . .	359
Синтез заменимых аминокислот . . . . .	360
Особенности метаболизма отдельных аминокислот . . . . .	361
Обмен серина и глицина . . . . .	362
Обмен метионина . . . . .	364
Синтез креатина . . . . .	364
Превращения аргинина . . . . .	366
Обмен лизина . . . . .	366
Обмен пролина . . . . .	367
Обмен фенилаланина . . . . .	368
Обмен тирозина . . . . .	370
Патология обмена отдельных аминокислот . . . . .	375
<b>Глава 17. Обмен гемопротеинов . . . . .</b>	<b>377</b>
Структура гема . . . . .	377
Биосинтез гемопротеинов . . . . .	378
Регуляция биосинтеза гемопротеинов . . . . .	381
Аномальные гемоглобины . . . . .	382
Катаболизм гемопротеинов . . . . .	382
Билирубинемии . . . . .	386
Обмен железа . . . . .	388
<b>Глава 18. Метаболизм нуклеотидов . . . . .</b>	<b>390</b>
Расщепление нуклеиновых кислот в желудочно-кишечном тракте . . . . .	390
Биосинтез пуриновых нуклеотидов . . . . .	391
Образование пуриновых нуклеозидтрифосфатов . . . . .	394

Регуляция синтеза пуриновых нуклеотидов . . . . .	395
Катаболизм пуринов . . . . .	395
Метаболизм пиримидиновых азотистых оснований . . . . .	397
Синтез пиримидиновых нуклеотидов . . . . .	397
Образование пиримидиновых нуклеозидтрифосфатов . . . . .	400
Образование дезоксирибонуклеотидов . . . . .	400
<b>ЧАСТЬ VI. ХРАНЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ</b>	
<b>ИНФОРМАЦИИ . . . . .</b>	<b>403</b>
<b>Глава 19. Основные принципы репликации и репарации ДНК</b>	
<b>у эукариот . . . . .</b>	<b>405</b>
Общие принципы репликации ДНК у эукариот . . . . .	405
Расплетание двойной спирали ДНК . . . . .	407
Общая характеристика ДНК полимераз эукариот . . . . .	409
Инициация синтеза новых цепей ДНК . . . . .	410
Элонгация. Фрагменты Оказаки . . . . .	410
Типы ДНК-полимераз эукариот . . . . .	411
Репликация концов ДНК . . . . .	412
Репарация ДНК . . . . .	413
Репарация поврежденной ДНК . . . . .	414
<b>Глава 20. Транскрипция генов эукариот . . . . .</b>	<b>418</b>
Общая характеристика транскрипции генов . . . . .	418
Структура гена . . . . .	418
Общая характеристика процесса транскрипции	
у эукариот . . . . .	420
Инициация транскрипции . . . . .	421
Терминация транскрипции . . . . .	423
Регуляция транскрипции. Распаковывание ДНК . . . . .	428
Транскрипционные факторы . . . . .	429
Индукция и репрессия гена . . . . .	429
ДНК-связывающие белки . . . . .	431
Стабильность мРНК . . . . .	431
<b>Глава 21. Биосинтез белка . . . . .</b>	<b>432</b>
Общая характеристика биосинтеза белка . . . . .	432
Характеристика основных факторов, участвующих в процессе	
биосинтеза белка . . . . .	432
Генетический код и его свойства . . . . .	432

Транспортные РНК . . . . .	435
Присоединение аминокислоты к тРНК . . . . .	437
Рибосомы . . . . .	437
Белковые факторы . . . . .	438
Общая характеристика процесса трансляции . . . . .	439
Инициация трансляции . . . . .	439
Элонгация . . . . .	441
Терминация трансляции . . . . .	443
Синтез белка в митохондриях . . . . .	443
Влияние антибиотиков и токсинов на синтез белка . . . . .	443
Ферменты, участвующие в фолдинге белка . . . . .	444
Посттрансляционная модификация белков . . . . .	444
Гликозилирование белков в просвете эндоплазматического ретикулума . . . . .	445
Деградация белков . . . . .	446
<b>ЧАСТЬ VII. ЧАСТНАЯ БИОХИМИЯ . . . . .</b>	<b>447</b>
<b>Глава 22. Межклеточный матрикс соединительной ткани . . . . .</b>	<b>449</b>
Общая характеристика соединительной ткани . . . . .	449
Клетки, участвующие в формировании межклеточного матрикса . . . . .	449
Основные компоненты межклеточного матрикса . . . . .	451
Коллагеновые белки . . . . .	451
Структура молекулы фибриллярного коллагена . . . . .	452
Биосинтез коллагеновых белков . . . . .	454
Распад коллагеновых белков . . . . .	459
Эластиновые волокна . . . . .	460
Синтез эластина . . . . .	461
Адгезивные гликопротеины . . . . .	462
Протеогликаны . . . . .	466
Структура и функции протеогликанов . . . . .	466
Биосинтез протеогликанов . . . . .	467
Распад протеогликанов . . . . .	469
Обмен гиалуроновой кислоты . . . . .	470
<b>Глава 23. Хрящевая ткань . . . . .</b>	<b>472</b>
Общая характеристика хрящевой ткани . . . . .	472

Основные компоненты межклеточного матрикса хрящевой ткани . . . . .	473
Обызвествление хряща . . . . .	476
Регуляция роста хрящевой ткани . . . . .	477
Возрастные изменения в структуре хряща . . . . .	477
<b>Глава 24. Минерализованные ткани . . . . .</b>	<b>478</b>
Общая характеристика	
минерализованных тканей . . . . .	478
Состав минерализованных тканей . . . . .	478
Виды кристаллов . . . . .	479
Характеристика основных белков минерализованных тканей . . . . .	483
Формирование минерализованного матрикса . . . . .	484
Костная ткань . . . . .	485
Белки костной ткани . . . . .	485
Ремоделирование костной ткани . . . . .	486
Резорбция костной ткани . . . . .	487
Образование костной ткани . . . . .	489
Зубные ткани . . . . .	491
Развитие зубных тканей . . . . .	491
Дентиногенез (образование дентина зуба) . . . . .	491
Амелогенез (образование эмали зуба) . . . . .	493
Цементогенез (образование цемента зуба) . . . . .	495
<b>Глава 25. Биохимия крови . . . . .</b>	<b>496</b>
Общая характеристики крови . . . . .	496
Клеточные элементы крови . . . . .	497
Эритроциты . . . . .	497
Белки эритроцитов . . . . .	497
Транспорт газов эритроцитами . . . . .	498
Метаболизм эритроцитов . . . . .	500
Лейкоциты . . . . .	502
Лимфоциты . . . . .	503
Тромбоциты . . . . .	504
Плазма крови . . . . .	504
Минеральные компоненты плазмы крови . . . . .	504
Белки плазмы крови . . . . .	505
Ферменты плазмы крови . . . . .	513

---

<b>Глава 26. Биологические жидкости</b> .....	516
Смешанная слюна .....	516
Образование железистого компонента.....	516
Состав смешанной слюны .....	518
Мицеллы слюны.....	522
Функции смешанной слюны .....	523
Ферменты слюны.....	528
Роль белков слюны в образовании биопленки на тканях полости рта .....	531
Десневая жидкость .....	535
Состав десневой жидкости .....	536
Белки и ферменты десневой жидкости .....	537
Лимфа .....	538
Спинномозговая жидкость .....	538
Моча .....	540
Образование мочи .....	540
Физико-химические свойства мочи .....	543
Химический состав мочи .....	545
Органические компоненты мочи .....	545
Патологические компоненты мочи .....	547
Предметный указатель .....	551

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная биохимия — динамично развивающаяся область биомедицинских знаний. Ее изучение — неотъемлемый компонент подготовки специалистов медицинского профиля. Это обусловлено тем, что биохимия все больше становится важной составной частью таких медико-биологических наук, как нормальная и патологическая физиология, фармакология, медицинская генетика, внутренние болезни, стоматологические науки и т.д.

Предлагаемый вниманию читателей учебник написан в соответствии с программами обучения студентов лечебного и стоматологического факультетов учреждений высшего медицинского образования. Материал представлен в 7 частях, каждая из которых разбита на главы. В учебнике последовательно рассмотрены структура биологических макромолекул, биологические катализаторы, молекулярная организация биомембран и трансмембранная передача сигнала, введение в обмен веществ и биологическое окисление, характеристика основных метаболических процессов в клетке, хранение и реализация генетической информации, а также вопросы частной биохимии.

В первой части учебника приведены основные характеристики аминокислот и белков с описанием современных методов их исследования. Описана структура других биологических молекул — углеводов, липидов и нуклеиновых кислот. Вторая часть учебника знакомит читателя с биологическими катализаторами. В ней содержится глава, посвященная таким биологическим катализаторам, как ферменты, рибозимы и абзимы (каталитически активные антитела). В третьей части учебника представлены материалы по строению биологических мембран, принципам межклеточной сигнализации и трансмембранной передаче регуляторных сигналов.

Введение в обмен веществ и биологическое окисление рассмотрены в четвертой части, где изложены современные представления о работе цикла трикарбоновых кислот, дыхательной цепи и других путях использования кислорода в клетке. Особое внимание в последней главе этой части уделено активным формам кислорода, окислительному стрессу и антиоксидантам различной природы, участвующих в предотвращении и прерывании реакций свободнорадикального окисления.

В главах пятой части последовательно приведены современные представления о метаболических превращениях углеводов, липидов,

белков, аминокислот и нуклеотидов. Особенно важными для будущих врачей можно считать изложение вопросов по образованию метаболитов полиненасыщенных жирных кислот — эйкозаноидов, а также по распаду белков и регуляции этих процессов.

Процессы хранения и реализации генетической информации (репликация, транскрипция и трансляция) изложены в трех главах шестой части учебника.

Заключительная часть учебника посвящена некоторым частным вопросам биохимии. Учитывая адресную направленность учебника (для студентов стоматологических вузов), в разделе «Частная биохимия» основное внимание уделено соединительной и минерализованной тканям, а также крови и другим биологическим жидкостям, которые широко используют в клинико-лабораторной диагностике независимо от медицинской специализации.

Учебник хорошо иллюстрирован, содержит много схем и таблиц. В связи со все возрастающей ролью биохимии в практике здравоохранения ряд важных (но часто выходящих за рамки вузовской программы) вопросов помещен в отдельную рубрику — «В записную книжку врача».

Хотя данный учебник предназначен для студентов-медиков стоматологического и лечебного факультетов, он может оказаться полезным и для студентов других медико-биологических специальностей, занимающихся изучением биохимии.

*Т.П. Вавилова, А.Е. Медведев*

Часть I

**СТРУКТУРА БИОЛОГИЧЕСКИХ  
МАКРОМОЛЕКУЛ**



# Глава 1

## СТРУКТУРА БЕЛКОВ

### Вопросы по теме

- Характеристика протеиногенных аминокислот.
- Структуры белковых молекул.
- Физико-химические свойства белков.
- Классификация белков.
- Краткая характеристика отдельных белков.
- Методы исследования белков.
- Функции белков.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Белки — важнейший класс биологических макромолекул, которые играют ключевую роль в жизнедеятельности всех живых организмов. На их долю приходится не менее 50% сухой массы всех органических веществ клетки. Жизнь всех (и одно-, и многоклеточных) организмов определяется высококоординированной работой тысяч и тысяч белков, молекулы которых, взаимодействуя между собой и с другими органическими и неорганическими веществами, выполняют многочисленные функции в клетке. В медицине известно немало примеров, как изменение структуры и функции одного единственного белка в организме человека может вызвать фатальные последствия, предотвратить которые врачи до сих пор не могут.

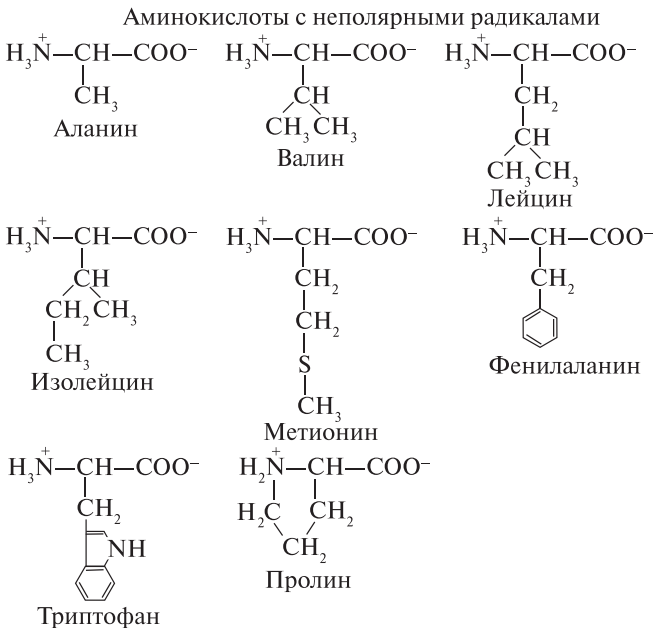
**Белки** (синоним: протеины; от греч. *protos* — первый) — биополимеры, построенные из  $\alpha$ -L-аминокислот, соединенных пептидными связями.

Точно такое же определение можно дать и пептидам: граница между белками и пептидами достаточно условна. Главное отличие между белками и пептидами в том, что белки могут формировать (самопроизвольно или с помощью особых помощников — шаперонов) и поддерживать

определенную **пространственную структуру**. Такая стабилизация структуры обеспечивается сложной системой ковалентных и нековалентных связей и взаимодействий, которые возникают лишь при определенной длине полипептидной цепи.

Включенную в молекулу белка аминокислоту называют *аминокислотным остатком*, а порядок расположения аминокислотных остатков в белковой молекуле — *аминокислотной последовательностью*. Каждый индивидуальный белок характеризуется специфичной аминокислотной последовательностью.

В настоящее время в составе белков человека обнаружена 21 L-аминокислота, структура которых приведена на рис. 1-1, а в табл. 1-1 даны их трех- и однобуквенные обозначения. Их отличительная особенность в том, что каждая из этих аминокислот генетически закодирована одним или несколькими триплетами азотистых оснований — кодонами. Именно поэтому аминокислоты, кодируемые кодонами и входящие в состав белков, называют протеиногенными.



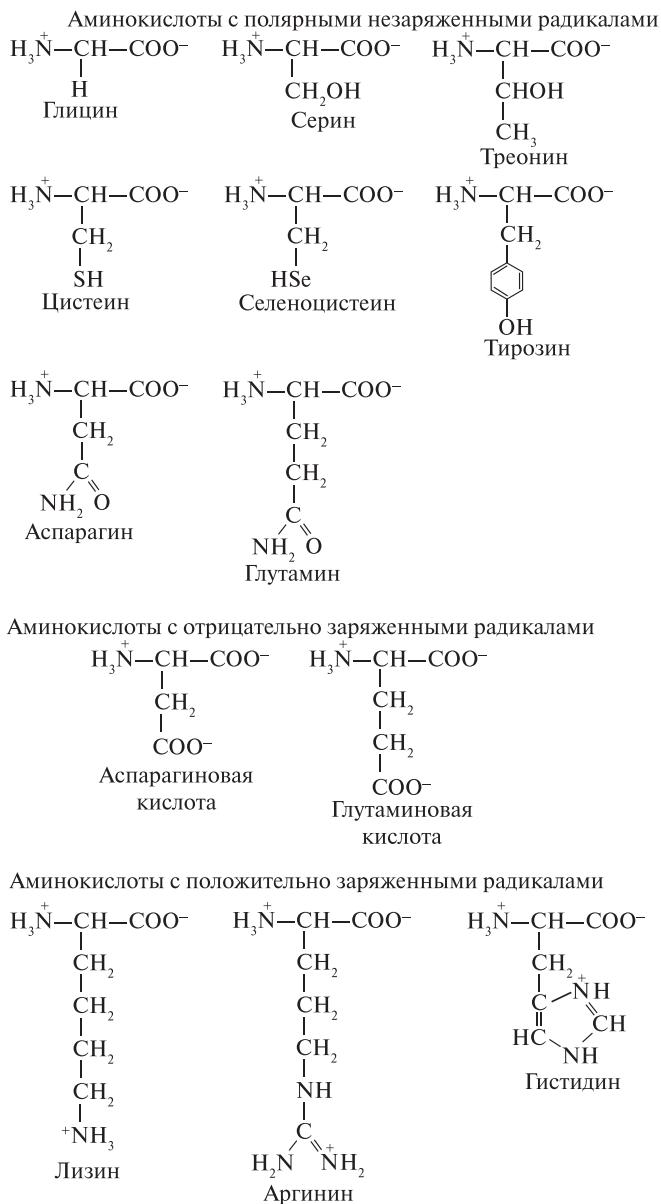


Рис. 1-1. Структура протеиногенных аминокислот

Таблица 1-1. Принятые трех- и однобуквенные обозначения аминокислот

Тривиальное название	Трехбуквенные обозначения		Однобуквенное обозначение
Аланин	Ала	<i>Ala</i>	A
Аргинин	Арг	<i>Arg</i>	R
Аспарагин	Асн	<i>Asn</i>	N
Аспарагиновая кислота	Асп	<i>Asp</i>	D
Валин	Вал	<i>Val</i>	V
Гистидин	Гис	<i>His</i>	H
Глицин	Гли	<i>Gly</i>	G
Глутамин	Глн	<i>Gln</i>	Q
Глутаминовая кислота	Глу	<i>Glu</i>	E
Изолейцин	Иле	<i>Ile</i>	I
Лейцин	Лей	<i>Leu</i>	L
Лизин	Лиз	<i>Lys</i>	K
Метионин	Мет	<i>Met</i>	M
Пролин	Про	<i>Pro</i>	P
Селеноцистеин*	Se-Цис*	<i>Sec</i>	U
Серин	Сер	<i>Ser</i>	S
Тирозин	Тир	<i>Tyr</i>	Y
Треонин	Тре	<i>Thr</i>	T
Триптофан	Три	<i>Trp</i>	W
Фенилаланин	Фен	<i>Phe</i>	F
Цистеин	Цис	<i>Cys</i>	C

\* В русскоязычной литературе трехбуквенного обозначения для селеноцистеина пока не придумали.

## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АМИНОКИСЛОТ

Аминокислоты — производные карбоновых кислот, у которых один или несколько атомов водорода замещены аминогруппой. В состав белка входят  $\alpha$ -аминокислоты, у которых аминогруппа находится у  $\alpha$ -атома углерода (рис. 1-2).

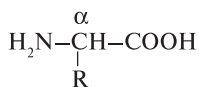


Рис. 1-2. Структура  $\alpha$ -аминокислот