



## ВВЕДЕНИЕ

**М**ного лет проработав учителем биологии в школе, в том числе в профильных медико-биологических классах, я традиционно не люблю школьные учебники. Где-то хорошо дана одна тема и не очень хорошо другая, где-то есть ошибки, что-то устарело, о чем-то интересном и важном даже не упоминается, какие-то объяснения кажутся непонятными, а какие-то слишком очевидными. Полагаю, что любой биолог скажет нечто подобное. И это не случайно. Хороший, универсальный учебник по биологии сделать практически невозможно. Биология — это наука о жизни. Жизнь слишком сложна, разнообразна, переменчива, загадочна и восхитительна.

В наше время биология — одна из самых перспективных и бурно развивающихся областей зна-

ний. Многочисленные научные статьи и монографии непрерывно появляются в больших количествах и обычно узкоспециализированы. Без серьезной предварительной подготовки в них разобраться практически невозможно.

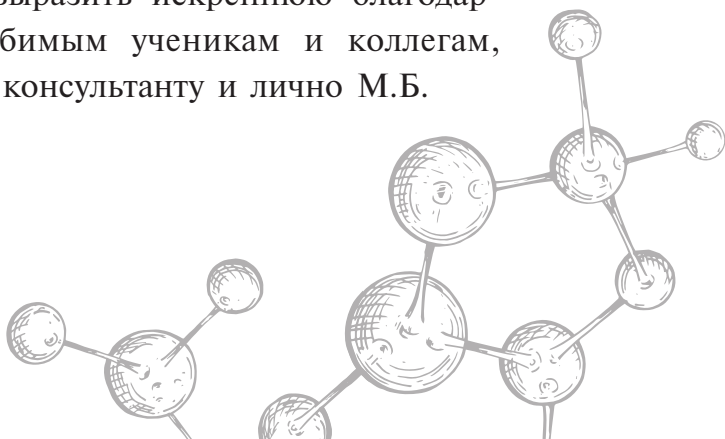
К счастью, сейчас есть много прекрасной научно-популярной литературы, но и здесь для получения удовольствия от чтения нужно неплохо знать хотя бы школьную программу.

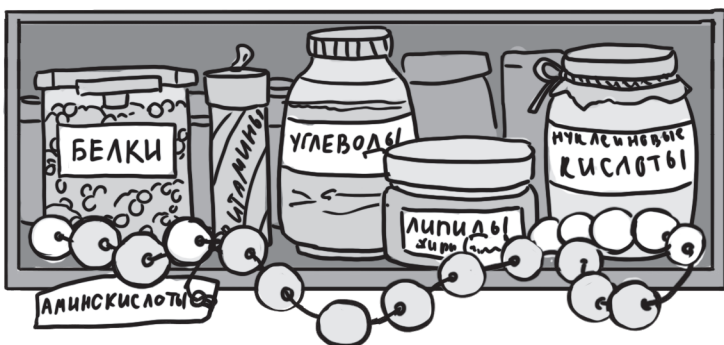
В результате складывается непростая ситуация для школьников, которые хотят понять и полюбить биологию. Впрочем, конечно, есть гении, готовые прорваться сквозь все, всегда есть исключения.

Настоящая книга — очередная попытка объяснить основы самой прекрасной науки, науки о жизни. Попытка, основанная на опыте преподавания в школе, работе в биологических кружках, подготовке к экзаменам и олимпиадам, сопровождении проектов. Очень надеюсь, что кому-то это окажется полезным.

### *Благодарность*

Хочу выразить искреннюю благодарность любимым ученикам и коллегам, научному консультанту и лично М.Б.





## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

### ОСНОВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

**Б**иология — наука о жизни. Общая биология — наука о закономерностях, присущих всем живым организмам. Точного внятного определения, что такое жизнь не существует. Можно лишь говорить **о признаках, характерных для живых организмов.** Один из таких признаков — наличие специфических органических веществ, например белков и нуклеиновых кислот. С этого и начнем, с разговора о самых важных биологических молекулах.

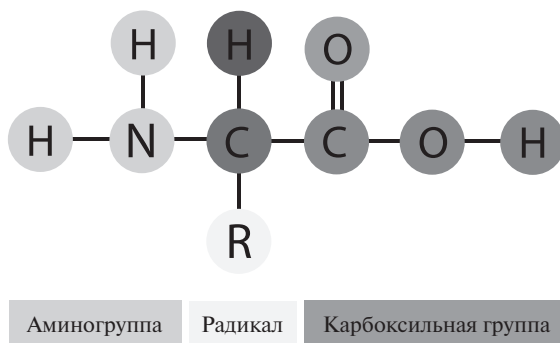
### БЕЛКИ

#### *Строение белков*

Каждый раз, покупая продукты в магазине, можно прочитать на упаковке, сколько в них содержится белков, жиров и углеводов. **Белки (протеины,**

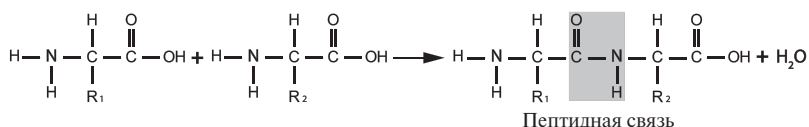
полипептиды) — самые важные биологические молекулы. Наследственная информация — это информация именно о белках.

Молекулы белков — очень большие. Они образуются при соединении между собой множества маленьких молекул — аминокислот. Каждый белок содержит от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч аминокислот (точнее, аминокислотных остатков). Поэтому белки называют полимерами, а аминокислоты — мономерами белков. («Поли» — много; «моно» — один; «мерос» — часть; с греческого).



*Схема строения аминокислоты*

Все аминокислоты содержат карбоксильную группу (-COOH), аминогруппу (-NH<sub>2</sub>) и так называемый радикал, которым аминокислоты отличаются друг от друга. При химическом соединении двух аминокислот через карбоксильную группу одной и аминогруппу другой, образуется пептидная связь и выделяется молекула воды.

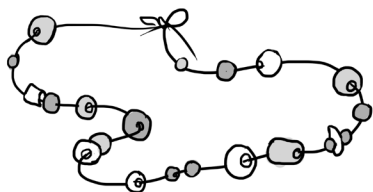


*Схема соединения двух аминокислот  
и образования пептидной связи*

Разных аминокислот, входящих в состав белковых молекул, всего двадцать.

Название	Сокращение	Сокращение
Аланин	Ала	Ala
Аргинин	Арг	Arg
Аспарагиновая кислота	Асп	Asp
Аспарагин	Асн	Asn
Валин	Вал	Val
Гистидин	Гис	His
Глицин	Гли	Gly
Глутаминовая кислота	Глу	Glu
Глутамин	Глн	Gln
Изолейцин	Иле	Ile
Лейцин	Лей	Leu
Лизин	Лиз	Lys
Метионин	Мет	Met
Пролин	Про	Pro
Серин	Сер	Ser
Тирозин	Тир	Tyr
Треонин	Тре	Thr
Триптофан	Три	Trp
Фенилаланин	Фен	Phe
Цистеин	Цис	Cys

*Список аминокислот, входящих в состав белков*

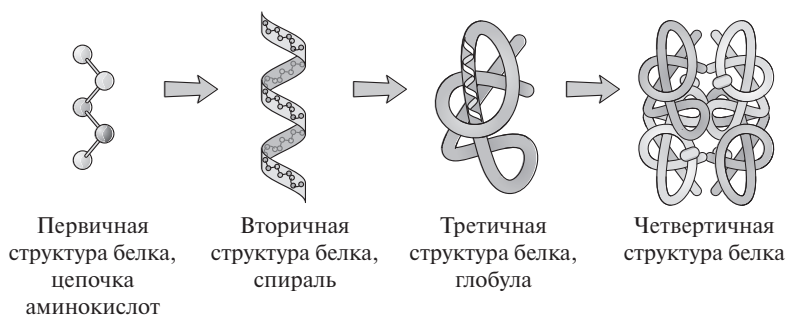


В магазинах продаются детские наборы для создания бус: коробочки с бусинками разного цвета и леска для нанизывания. Представьте, что у вас двадцать таких коробочек, в каждой много бусинок определенного цвета. Из такого набора можно создать практически бесконечное количество вариантов разноцветных бус, состоящих из нескольких сотен, тысяч или даже десятков тысяч бусинок. Представили? Примерно так и устроены линейные цепочки из аминокислот.

Каждый белок состоит из аминокислот (точнее, аминокислотных остатков), соединенных между собой в строго определенной последовательности. Такая **цепочка** аминокислот называется **первичной структурой белка**. Длинная первичная цепочка определенным образом скручивается в **спираль**, которая образует **вторичную структуру белка**. Спираль компонуется в **комочек-глобулу** (в слове глобус тот же корень) — **третичную структуру**. Несколько глобул могут объединяться, образуя **четвертичную структуру белка**.

Свойства каждого белка зависят от всех уровней **организации**: состава первичной цепочки аминокислот и пространственной конфигурации.

Кроме глобулярных белков, бывают белки фибриллярные, имеющие удлиненное, а не шаро-



*Схема пространственной структуры белковых молекул*  
 образное (глобулярное) строение и мембранные белки, связанные с клеточными мембранами.

### *Функции белков*

**Белки** — самые важные молекулы. Белки могут синтезироваться только в живых клетках. Именно информация о белках записана в геноме. Набор белков определяет видовую принадлежность и особенности организма.

Белки выполняют целый ряд важных функций.

#### *Ферментативная функция белков*

Когда упоминается слово ферменты, у большинства из нас возникают ассоциации, связанные с пищеварением. На самом деле **ферменты** — это **белковые молекулы, увеличивающие скорость химических реакций в живых организмах.** Вещества,



влияющие на скорость реакций и не расходуемые в процессе, называются **катализаторами**. Ферменты — частный случай катализаторов, и они обладают целым рядом особенностей. Во-первых, это белки. Во-вторых, они работают в живых организмах. В-третьих, практически ни одна химическая реакция в живых организмах не идет без ферментов. В-четвертых, ферменты специфичны, то есть для каждой реакции нужен свой фермент. Для расщепления продуктов в процессе пищеварения тоже нужны разные ферменты, но в организмах, кроме пищеварения, постоянно происходит очень много химических реакций. Нет соответствующего фермента — нет реакции, нет цепочки реакций — нет сложных многоступенчатых биохимических процессов.

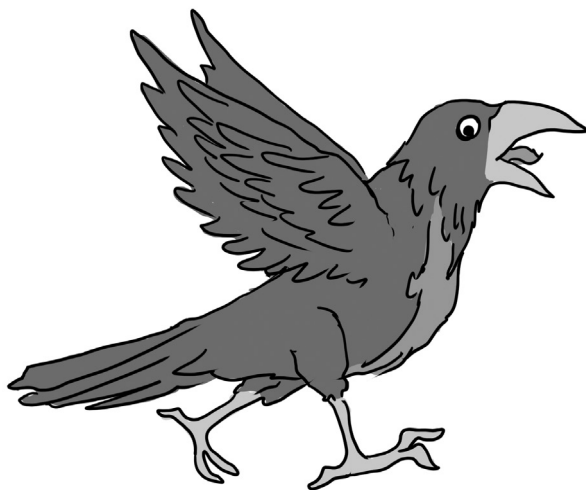
### *Структурная (строительная) функция белков*

Доля белков от общей массы клетки довольно большая: в животных клетках порядка 20%. Уже это дает представление о важности белков. Разные белки входят в состав **клеточных мембран**. В клетках растений, животных и грибов специальные белки образуют каркас, или **цитоскелет** (клеточный скелет), придающий клеткам форму и жесткость. Это белки **актин** и **тубулин**. Белковые нити и трубочки цитоскелета **участвуют в процессе деления клеток**. Благодаря цитоскелету **клетки могут менять**

**форму.** Изменение формы бесформенной амёбы каждый раз связано с перестройкой цитоскелета. **Реснички** и **жгутики**, которые есть у некоторых клеток, например у сперматозоидов, у инфузории туфельки, в своей основе имеют белковые структуры. Эти структуры **обеспечивают движение.** Ну и собственно движение этих жгутиков и ресничек происходит благодаря работе специальных белков.

Волосы, когти, ногти, перья птиц образованы белком **кератином.** Белки **коллаген** и **эластин** входят в состав костной, хрящевой и других соединительных тканей животных.

Таким образом, в каждой живой клетке и, соответственно, любом организме очень много чего сделано из белков.



*Основное вещество перьевого покрова  
птиц — белок кератин*



*Только тренировками мышечную массу не нарастить, нужно дополнительное потребление белков*

### *Двигательная функция белков*

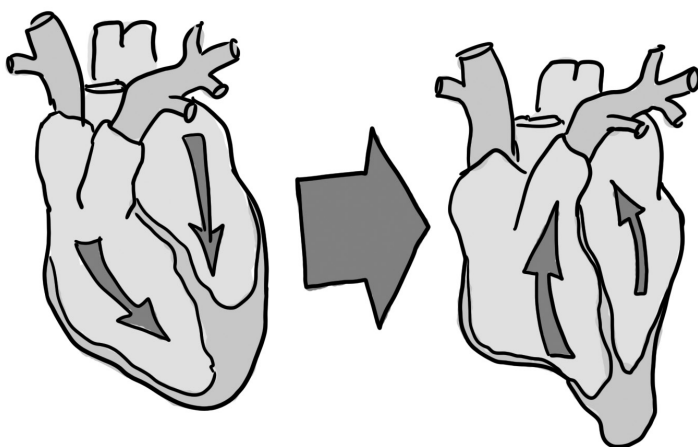
Спортсменам, набирающим мышечную массу, необходимо много белка. У них специальная диета. В спортивных магазинах продается специальное **белковое (протеиновое) питание для спортсменов**. Просто тренировками, без достаточного потребления белков, мышечную массу не нарастить. Мышечные клетки обладают способностью сокращаться, стано-

виться короче. Благодаря этому происходит движение, совершается работа.

**Сокращаются мышечные клетки из-за скольжения друг относительно друга белковых нитей актина и миозина.**

Клетки скелетной мускулатуры вообще не очень похожи на нормальные клетки. Они набиты белками актином и миозином. **Чем лучше развиты мышцы, тем больше там этих белков.**

Кстати, мышцы бывают не только скелетные. Есть сердце, это тоже мышечный орган. Есть гладкая мускулатура, которая входит в состав стенок полых органов: желудка, кишечника, кровеносных

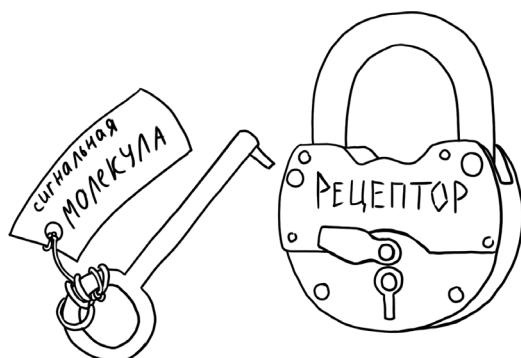


*Сердце — мышечный орган*

сосудов, мочеточников и др. Стенки таких органов сокращаются для изменения объема и продвижения веществ внутри них.

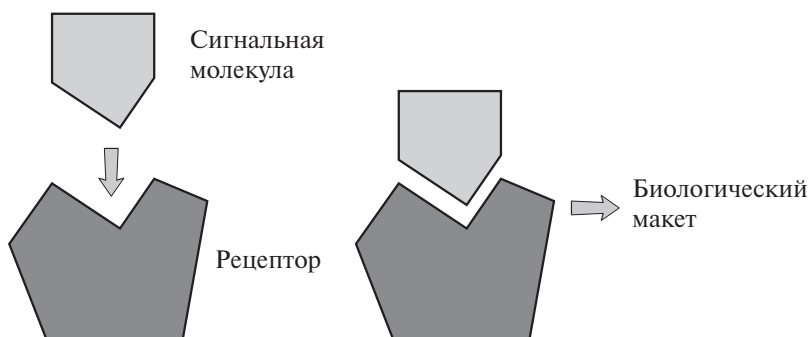
#### *Регуляторная функция белков*

Клетки посылают друг другу сигналы для согласования совместных действий, для регулирования различных процессов. Химические сигналы передаются специальными молекулами. Многие из них являются белками. Например, некоторые гормоны, регулирующие функции организма; цитокины, определяющие согласованную работу иммунной системы; часть нейромедиаторов, участвующих в функционировании нервной системы. Есть сигнальные белки, управляющие процессами внутри клеток.



*Сигнальная молекула и рецептор подходят друг к другу как ключ с замком*

Чтобы передать информацию, в результате чего запускаются или приостановятся определенные процессы, белковая молекула должна соединиться с **рецептором** как ключ с замком. Такими рецепторами обычно тоже являются белковые молекулы, сидящие на мембране клетки-мишени или мембранах внутриклеточных структур. То есть белки нужны как для передачи, так и для восприятия сигнала.



*Схема взаимодействия сигнальной молекулы и рецептора*

лов, с помощью которых клетки и весь организм работают согласованно. Это называется регуляторная и рецепторная функции белков, или сигнальная и рецепторная.

### *Защитная функция белков*

В разгар пандемии коронавируса было принято мериться антителами. Что такое **антитела**? А это тоже белки. Они образуются специальными В-клетками, оказываются в плазме крови и либо нейтрализуют возбудителей инфекции, либо метят возбудителей или зараженные ими клетки. Такие метки позволяют иммунной системе лучше **опознать** и

