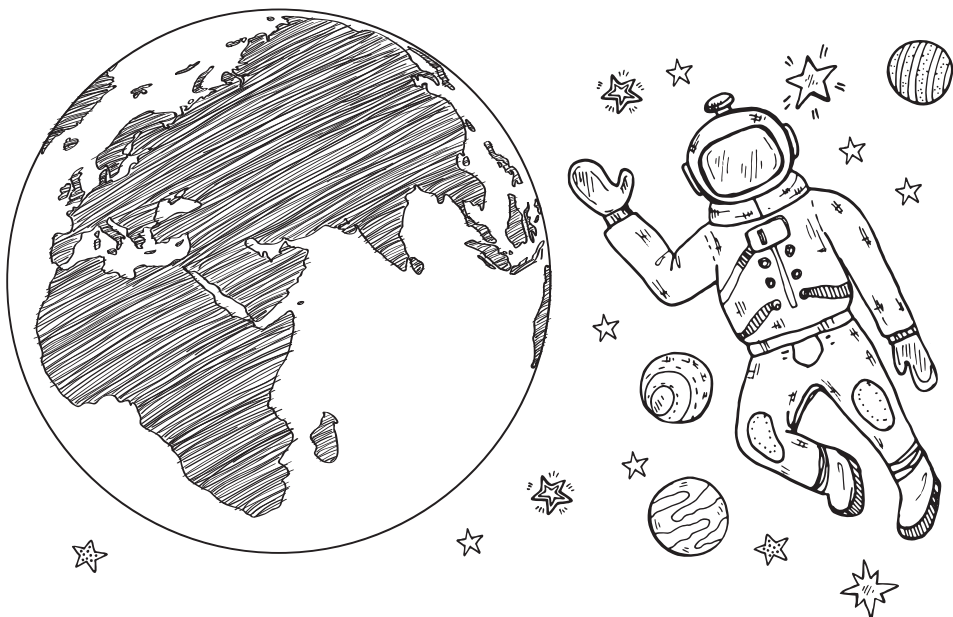


ПРЕДИСЛОВИЕ

Интерес к живым существам возник задолго до появления человека, еще в те далекие времена, когда впервые возник более или менее сложный мозг. Не только обезьяны, кошки и собаки, но даже мыши и ящерицы интересуются другими живыми существами гораздо больше, чем камнями, луной, звездами и облаками. У нашего далекого волосатого предка интерес ко всему живому наверняка был еще сильнее, хотя бы потому, что мозг у него был получше мышинового, и он понимал, что он тоже живое существо. Интерес этот не ограничивался чисто практическими соображениями. Только благодаря неумемному любопытству человек стал человеком. Посмотрите на себя. Что, вы купили эту книгу, чтобы лучше подготовиться к экзаменам? Или блеснуть эрудицией? Или научиться лечить прыщи? Да нет, вам просто «интересно».

Эта книга — не учебник биологии и не пособие для подготовки к экзаменам (хотя и в этом качестве она может оказаться небесполезной). Мы просто попытаемся рассказать вам об основных законах, управляющих жизнью на Земле, и о некоторых живых существах, как малоизвестных, так и хорошо знакомых, но от того не менее удивительных. Подробно рассказать о такой широкой области знаний, как биология, в одной книге просто невозможно. Что-то пропущено, по чему-то взгляд только скользнет, не задерживаясь. Но если ваш интерес к живому не насытится, а только возрастет — значит, все в порядке.



КОЕ-ЧТО О ЖИЗНИ ВООБЩЕ

СТРАННАЯ ПЛАНЕТА

Если бы существовал некий бесплотный дух, странствующий во Вселенной и мыслящий во вселенском масштабе, то наша Земля должна была бы вызвать у него недоумение. Вроде бы планета как планета, довольно заурядная, вертится себе, понемногу остывая. Состоит, в основном, из добропорядочных твердых веществ, каких и на других планетах пруд пруди. Но! Во-первых, почти все впадины планеты заполнены жидкой **водой**. Это уже огромная редкость, на большинстве других планет воды мало и она или газ (пар), или твердое вещество (лед). Жидкая вода — универсальный и очень агрессивный растворитель. Во-вторых, в атмосфере планеты полно чистого **кислорода**. Это уже вообще ни в какие ворота не

лезет. Кислород тоже штука очень агрессивная, реагирует чуть ли не со всем на свете и на большинстве планет в чистом виде почти отсутствует, а входит в состав сложных веществ, оксидов. Все это говорит о том, что на поверхности планеты идут какие-то странные химические реакции.

Чтобы обнаружить на планете жизнь, вселенскому духу пришлось бы воспользоваться хорошим микроскопом. Это сами себе мы кажемся такими большими и значительными. Но в масштабах не только вселенских, но даже планетарных, мы простым глазом неразличимы. Если представить Землю шаром с диаметром двадцать метров (согласитесь, внушительное сооружение), то глубина земных океанов в среднем будет около пяти миллиметров, самые глубокие океанские впадины и самые высокие горы — около полутора сантиметров. Так, небольшие шероховатости. А пленка жизни на поверхности этого шара окажется вещью совершенно микроскопической, ни на глаз, ни на ощупь вы эту пленку не обнаружите, ну разве что цвет поверхности планеты будет местами зеленоватым. Однако эта пленка состоит из огромных, по сравнению с любым другим веществом, и очень сложных молекул. Молекулы организованы в головоломные, но строго упорядоченные комплексы, и в этом микроскопическом слое идут совершенно необычные, очень бурные и стремительные химические реакции. И что особенно странно, реакции не замедляются, и количество гигантских молекул практически не меняется, хотя при такой химической активности весь реагирующий материал должен очень быстро израсходо-

ваться и поверхность планеты должна прийти в тот разумный и приличный вид, какой имеют все остальные планеты такого типа.

Во вселенском масштабе жизнь — это, прежде всего, очень странный, совершенно невероятный химический процесс. Всякие другие странности, вроде устройства отдельных комплексов молекул и их поведения, на этом фоне просто теряются. И изобретенный нами вселенский дух, скорее всего, никогда бы не узнал, что эта микроскопическая пленка состоит из кошек, собак, людей, деревьев и инфузорий, что они спят, охотятся и играют, что-то любят, а чего-то терпеть не могут.

Химические процессы, из которых, собственно, жизнь и состоит, изучает раздел биологии — **биохимия**. Хотя бы самое минимальное представление о ней стоит иметь любому биологу, даже если он занимается изучением семейной жизни бенгальских тигров. Давайте коснемся этой науки и мы.

ЧЕТЫРЕ КИТА

Основу любого живого организма составляют четыре группы веществ: **белки**, **нуклеиновые кислоты**, **углеводы** и **жиры**, точнее — липиды. Первые две группы веществ имеют очень крупные молекулы. И молекулы эти состоят не из простой углеродной цепочки, а из последовательности сложных звеньев. Эти звенья повторяются в цепи в определенном порядке. Вся макромолекула



называется *полимером*, а ее звенья — *мономерами*.

В белках и нуклеиновых кислотах последовательность мономеров не только определяет форму молекулы и ее химические свойства. Она еще служит кодом, несущим определенную информацию. И этот код определяет все процессы, идущие в живом организме. А вот углеводы (полимеры сравнительно простые) и липиды (которые вовсе не полимеры) хранителями информации не являются.



В состав всех живых организмов входят: углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, натрий, калий, кальций, хлор, магний, железо, медь, марганец, цинк, кобальт. Некоторые эксцентричные существа включают в себя кремний, йод, бор и прочие изыски. Но таких сравнительно немного. Асцидии, наши дальние родственники по типу хордовых, выделяют из морской воды и накапливают в своем организме довольно редкий элемент ванадий.

При всем огромном разнообразии живущих на Земле организмов биохимические процессы, происходящие в них, на удивление сходны. Сходны живые существа и по химическому составу. С точки зрения биохимика, амеба практически ничем

не отличается от нас с вами. Даже растения и животные, существа с разным способом получения энергии, во многом подобны. Сильно уклоняющиеся формы встречаются только среди бактерий, самой древней группы живых существ, от которой, вероятно, произошли все остальные формы жизни.



Говоря о четырех китах, на которых держится жизнь, мы следовали биохимической традиции. На самом деле этих китов пять, и пятый из них — простая вода. Всякий живой организм больше чем наполовину состоит из воды. Вода служит транспортным средством, доставляющим из одной части организма в другую необходимые вещества. Вода участвует во многих биологических процессах и как самостоятельный активный элемент, и в качестве растворителя.



С точки зрения биохимика, амеба, орхидея (любка) и человек почти не отличаются

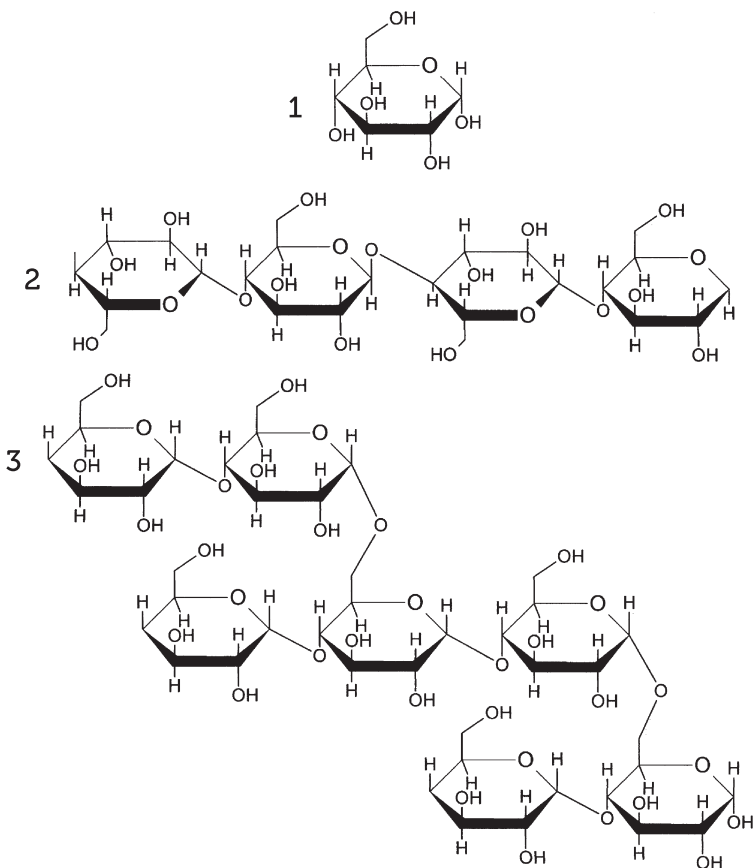
ЕДА, СКЕЛЕТ И БРОНЯ

Если рассматривать углеводы только с точки зрения их состава, то оказывается, что, кроме углерода, в них присутствуют водород и кислород, причем в том же соотношении, что и в воде. Общая формула углеводов — $C_x(H_2O)_y$, они как бы состоят «из угля и воды», почему и получили такое название. Углеводы могут образовывать простые цепочки, ветвящиеся цепочки, могут складываться в кольцевые структуры. Роль их в химической кухне организма велика и разнообразна.

Углеводы, которые не полимеры и состоят из простой цепочки (или кольца), называются **сахарами**. Они имеют сладкий вкус, и их название всегда оканчивается на «-оза» — *рибоза, сахароза, глюкоза, фруктоза*. Правда, такие есть и среди других углеводов, например, целлюлоза, которая сахаром никак не является. Почему она имеет такое же окончание? — вопрос к химикам.

Сахара могут служить источником энергии, организм расщепляет их на составные части и использует для самых разных целей энергию их химических связей. Но не менее важная их роль — участие в синтезе многих необходимых организму соединений.

Сахара и их «кусочки» используются при сборке многих ферментов, нуклеиновых кислот, в том числе ДНК. Используются сахара и для синтеза полимерных полисахаридов, в которых они выступают в качестве мономеров.



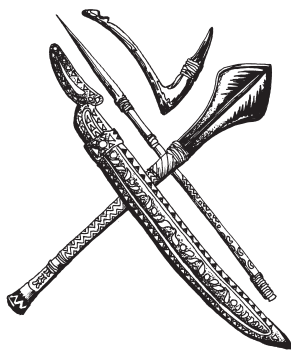
Углеводы: **1** — глюкоза; **2** — простая цепочка молекул глюкозы; **3** — цепочки глюкозы, соединенные водородными связями (целлюлоза)

Полисахариды выступают в основном в двух качествах. Это или запас пищи, или одновременно опора и защита. Запасами пищи обычно служат крахмал (у растений) или гликоген (у животных). И то и другое — ветвящиеся цепочки из глюкозы,

но отличающиеся по размеру и форме. И то и другое откладывается организмом про запас, причем иногда в большом количестве. В случае нужды они служат одновременно источником энергии, которая выделяется, когда их молекулы «рвут на части», и источником строительного материала.

Другой полисахарид: целлюлоза — широко распространена преимущественно в растительном мире. Она тоже — полимер глюкозы, но расщепляется крайне тяжело. Обидно: целлюлозы в мире огромное количество, но использовать ее для еды удастся только немногим организмам, у которых есть редкий фермент — целлюлаза. Из целлюлозы строятся клеточные стенки растений и некоторых микроорганизмов. В клеточных стенках сосудистых растений целлюлоза сочетается с лигнином — тоже полимером, но не сахаров, а фенолоспиртов. Лигнин, которого немногим меньше целлюлозы, вообще не усваивается никем, кроме некоторых грибов и бактерий. Штука это не только химически устойчивая, но и очень прочная. Из твердых пород деревьев (а древесина — это и есть сочетание целлюлозы с лигнином) в старину на островах Тихого океана, где не было подходящего камня, делали боевые мечи и кинжалы.

У животных целлюлозы и лигнина не бывает (исключение составляют асцидии, «туника» которых включает в свой состав целлюлозу),



Деревянное оружие
полинезийцев

но у них бывает хитин, тоже полисахарид (правда, в его состав входит еще и азот) и тоже очень прочный. Из хитина строят свои панцири жуки, крабы и многие другие беспозвоночные.

ОСНОВА ОСНОВ

Белок — основа любого живого организма. Если убрать из организма воду, то больше половины сухого остатка будет белком. Все белки — полимеры, состоящие из цепочки аминокислот. В состав белка, кроме вездесущих углерода, водорода и кислорода, всегда входит азот, на это указывает приставка «амино». Обнаружив это сочетание в названии любого вещества, можете быть уверены, что в него входит азот в соединении с водородом, так называемая NH_2 -группа. В состав белка часто входят и другие элементы, в частности — сера. Известно более десятка тысяч различных белков, и все они состоят только из двух десятков аминокислот, соединенных в разной последовательности.

Перечислить все, чем занимаются белки в живом существе, очень непросто. Почти нет процессов, в которых белки бы не участвовали.

Из белков формируются опорные ткани — связки, сухожилия, хрящи, а в сочетании с известью — кости. Из белка кератина состоят волосы, перья, когти, рога, чешуи рептилий. Белки служат смазкой и увлажнителем — различные слизистые выделения. Разбухая, белки удерживают воду и служат «гидроскелетом» клетки. Все ферменты



Какие только функции не выполняют белки!

и многие гормоны — белки. Антитела, ответственные за иммунитет, — тоже белки. Из белковых молекул, способных скользить друг по другу, состоят волокна мышц. Белки служат транспортным средством: захватывают определенные молекулы и переносят их к месту назначения. Например, всем известный белок гемоглобин транспортирует кислород. Ну и, кроме всего прочего, белки служат пищей, хотя это вовсе не главная их функция. Собственные белки организм без крайней нужды на такие примитивные цели старается не расходовать, это все равно, что забивать гвозди микроскопом. Думаю, уже ясно, что Фридрих Энгельс недаром назвал жизнь способом существования белковых тел.

ПАМЯТЬ ПОКОЛЕНИЙ

На фоне великого множества разнообразных белков **нуклеиновые кислоты** выглядят бедными родственниками — их существует всего две разновидности: ДНК (дезоксирибонуклеиновая) и РНК (рибонуклеиновая). Но роль этих двух соединений не уступает роли всех белков, вместе взятых. Именно в них зашифрована информация о том, какие белки, в каком количестве и при каких условиях будут синтезироваться в данной живой клетке. И именно они отвечают за «сборку» нужных белков из аминокислот.



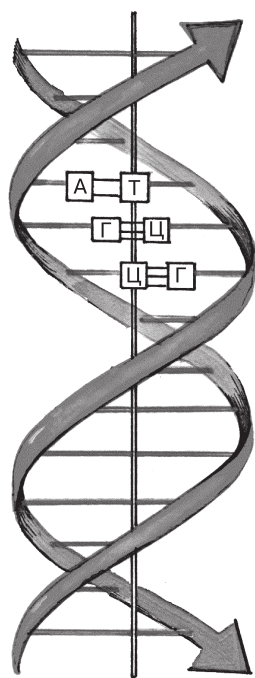
Нуклеиновыми кислоты названы потому, что первоначально были выделены из клеточного ядра, а ядро по-латыни — **нуклеус**.

В свое время биохимикам пришлось немало поломать голову, прежде чем удалось выяснить, как нуклеиновые кислоты устроены. И выяснилось, что устроены они сравнительно просто.

Представьте себе две цепочки или лучше — два стержня, каждый из которых состоит из чередующихся остатков сахара (рибозы) и фосфорной кислоты. Заверните эти стержни спиралью и соедините стержни поперечинами. Получится эдакая закрученная лестница. Поперечины, ступеньки лестницы, состоят каждая из двух азотистых оснований. Всего этих оснований четыре: аденин (А), тимин (Т), гуанин (Г) и цитозин (Ц). Каждая сту-

пенька состоит или из гуанина и цитозина, или из аденина и тимина. Составить ступеньку, скажем, из цитозина и тимина не удастся, в этом случае она просто «не влезет» в пространство между стержнями. Ступеньки присоединяются всегда к противоположащим остаткам сахара. Благодаря тому, что остатки сахара чередуются с остатками фосфорной кислоты, между ступеньками и образуются промежутки. Каждая ступенька может быть присоединена к стержню как тиминным (гуаниновым) концом, так и противоположным — адениновым (цитозиновым). Вот и все разнообразие: по сравнению с белком кажется негусто.

Тем не менее, в последовательности ступенек зашифрована практически вся биохимическая информация об организме. И какие белки и прочие вещества входят в его состав, и как должны идти процессы синтеза, и как используется энергия, и как регулируются и сочетаются все эти процессы. В конечном итоге от этой информации зависит и из каких клеток этот организм со-



Строение ДНК: 1 — нуклеотиды; 2 — воображаемая ось молекулы; 3 — цепочки из дезоксирибозы и остатков фосфорной кислоты