Реферат

Нуклеиновые кислоты. Обмен веществ и энергии в клетке

Нуклеиновые кислоты. АТФ

Название «нуклеиновые кислоты» происходит от латинского слова «нуклеус», т. е. ядро: они впервые были обнаружены и выделены из ядер клеток. Существует два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновые кислоты (сокращенно — ДНК) и рибонуклеиновые кислоты (РНК). ДНК содержится почти исключительно в ядре клетки, а РНК и в ядре, и в цитоплазме. Содержание ДНК в ядрах клеток строго постоянно, содержание РНК сильно колеблется.

Биологическое значение нуклеиновых кислот очень велико. Они играют центральную роль в синтезе белков клетки. Любая клетка возникает в результате деления материнской клетки. При этом дочерние клетки наследуют свойства и признаки материнской. Свойства же и признаки клетки определяются главным образом ее белками. ДНК и РНК, как это будет показано дальше, обеспечивают синтез белков той же структуры и того же состава, которые имеются у материнской клетки.

ДНК. По своей структуре ДНК представляет своеобразное, не похожее ни на одно известное в химии соединение. На рисунке 69 видно, что молекула ДНК состоит из двух спирально закрученных друг вокруг друга цепей. Ширина такой двойной спирали ДНК всего около 20 А, зато длина ее исключительно велика. Она может достигнуть нескольких десятков и даже сотен микрометров. Для того чтобы оценить эту величину, учтем, что длина самой крупной белковой молекулы (в развернутом состоянии) не превышает 0,1 мкм. Таким образом, длина молекулы ДНК в сотни и тысячи раз больше самой крупной белковой молекулы. Молекулярный вес ДНК гигантски велик: он составляет десятки и даже сотни миллионов. Эти цифры относятся к двойной спирали. На каждую цепь приходится половина веса.

С химической стороны каждая цепь ДНК — полимер, мономерами которого являются так называемые нуклеотиды. Для того чтобы представить себе, что такое нуклеотид, из которой видно, что нуклеотид является продуктом химического соединения трех разных веществ: азотистого основания, простого углевода (пентозы) и фосфорной кислоты.

В состав ДНК входят четыре разных типа нуклеотидов. Они различаются между собой только по структуре азотистого основания, остальная часть их молекул у всех нуклеотидов одинакова. Нуклеотиды поэтому и называют по содержащемуся в них азотистому основанию. Углевод, содержащийся во всех нуклеотидах ДНК, называется дезоксирибозой.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Авотистое основание | Название нуклеотида | Обозначение |
| Аденин | Адениновый | А |
| Гуанин | Гуаниновый | Г |
| Тимин | Тиминовый | Т |
| Цитозин | Цитозиновый | Ц |

Сцепление нуклеотидов между собой, когда они соединяются в цепь ДНК, происходит через фосфорную кислоту и дезоксирибозу. За счетгидроксила фосфорной кислоты одного нуклеотида и гидроксила дезоксирибозы соседнего нуклеотида выделяется молекула воды и остатки нуклеотидов соединяются прочной ковалентной связью. Из двух нуклеотидов получается динуклеотид, из трех нуклеотидов — тринуклеотид, из многих — полинуклеотид. Каждая цепь ДНК и представляет собой полинуклеотид, т. е. длинную цепь, в которой в строго определенном и для каждой ДНК всегда постоянном порядке следуют нуклеотиды. Достаточно переставить хотя бы один нуклеотид — и возникнет новая структура, с новыми свойствами. Произведем несложный подсчет. Молекулярная масса одного нуклеотида в среднем равна 330. Молекулярную массу одной цепи ДНК примем равной 10 "млн. Отсюда следует, что такая цепь состоит из 30 000 нуклеотидов. Хотя в строении ДНК участвуют всего 4 нуклеотида, но при таком огромном их числе, входящем в каждую цепь ДНК, нетрудно представить себе, какое гигантское число изомеров ДНК может существовать.

Познакомимся теперь, как располагаются друг относительно друга цепи ДНК, когда образуется спираль, и какие силы удерживают цепи между собой.

На рисунке 72 изображен небольшой участок двойной спирали ДНК. Азотистые основания одной цепи располагаются точно против азотистых оснований другой. Обратите внимание: в расположении противолежащих нуклеотидов нет ничего случайного: против А одной цепи оказывается всегда Т на другой цепи, а против Г только Ц на другой. Никаких других вариантов не бывает. Объясняется это тем, что в А и Т, так же как в Г и Ц, края молекул азотистых оснований соответствуют друг другу геометрически (как две половинки разбитого стекла), поэтому они могут тесно сблизиться друг с другом и образовать между собой водородные связи. При этом между Г и Ц образуются 3 водородные связи, а между А и Т только 2. Связь Г—Ц, таким образом, более прочная, чем А—Т. Понятно теперь, почему говорит, что в паре А—Т, а также в паре Г—Ц один нуклеотид дополняет другой. Слово «дополнение» на латинском языке — «комплемент». Принято поэтому говорить, что Г является комплементарным нуклеотидом к Ц, а Ц — комплементарным к Г; А — комплементарен к Т, и наоборот, Т комплементарен к А. Если на каком-нибудь участке цепи ДНК следуют один за другим нуклеотиды: А, Г, Г, Ц, Т, А, Ц, Ц, то на противолежащем участке другой цепи окажутся комплементарные к ним нуклеотиды: Т, Ц, Ц, Г, А, Т, Г, Г. Таким образом, если известен порядок следования нуклеотидов в одной цепи, то по принципу комплементарности сразу же выясняется порядок следования нуклеотидов в другой цепи.

Слабые связи, повторенные многократно, дают прочное соединение. Двойная спираль ДНК, «прошитая» многочисленными «слабыми» водородными связями, образует структуру, с одной стороны, достаточно устойчивую, а с другой стороны, подвижную: она легко раскручивается и легко восстанавливает свою двутяжевую структуру. Почти вся ДНК содержится в ядре клетки. Содержание ДНК в ядрах отличается постоянством. В ядре любой клетки человека (кроме половых) содержится 6,6X10-12 г ДНК, в ядрах половых клеток ДНК ровно вдвое меньше – 3.3x10-12 г.

*Редупликация ДНК*

Принцип комплементарности, лежащий в основе структуры ДНК, позволяет понять, как синтезируются новые молекулы ДНК при делении клетки.

Этот синтез основан на замечательной способности молекулы ДНК к удвоению и лежит в основе передачи наследственных свойств от материнской клетки к дочерним. Процесс удвоения молекул ДНК происходит в клетке незадолго перед ее делением.

Спиральная двутяжевая цепь ДНК начинает с одного конца расходиться, и на каждой цепи из находящихся в окружающей среде свободных нуклеотидов собирается новая цепь. Сборка новой цепи идет в точном соответствии с принципом комплементарности. Против каждого А встает Т, против Г — Ц и т. д. В результате вместо одной молекулы ДНК возникают две молекулы такого же точно нуклеотидного состава, как и первоначальная. Этот процесс называется редупликацией, т. е. удвоением. Одна цепь в каждой вновь образовавшейся молекуле ДНК происходит из первоначальной молекулы, а другая синтезируется вновь.

Синтез ДНК представляет собой ферментативный процесс. Он осуществляется в результате деятельности фермента ДНК — полимеразы. ДНК только задает порядок расположения нуклеотидов, а процесс редупликации осуществляет белок- Предполагается, что фермент как бы ползет вдоль длинной двутяжевой молекулы ДНК от одного конца до другого и позади себя оставляет раздвоенный «хвост».

РНК. Существует несколько разных РНК- Они носят название в зависимости от выполняемой в клетке функции. Один вид РНК называется транспортные РНК (т-РНК), так как они транспортируют аминокислоты к месту синтеза белка. Другие РНК называются информационными (и-РНК): эти РНК переносят информацию о структуре белка, который должен синтезироваться.

Структура РНК очень сходна со структурой ДНК, однако есть и отличия. В структуре РНК нет двойной спирали, по своему строению она сходна с одной из цепей ДНК- РНК, как и ДНК, — полимер. Ее мономерами, так же как и у ДНК, служат нуклеотиды. Нуклеотиды РНК близки, хотя и не тождественны, нуклеотидам ДНК. Так же как и нуклеотиды ДНК, нуклеотиды РНК состоят из остатков азотистого основания, пентозы и фосфорной кислоты. Азотистые основания в трех нуклеотидах РНК такие же, как у ДНК (аденин, гуанин и цитозин). В четвертом нуклеотиде вместо тимина присутствует очень близкий к нему по строению урацил, и нуклеотид называется урациловым (У). Нуклеотиды РНК отличаются от нуклеотидов ДНК и по характеру углевода: в нуклеотидах ДНК углеводом является дезок-сирибоза, а в РНК — рибоза. Характер соединения нуклеотидов при образовании цепей РНК такой же, как при образовании цепей ДНК: нуклеотиды сцепляются друг с другом ковалентными связями между рибозой одного нуклеотида и фосфорной кислотой соседнего.

Как уже сказано, существует несколько типов РНК. Т-РНК имеют самые короткие молекулы, их молекулярная масса всего 25—30 тыс. И-РНК по размерам гораздо больше, чем т-РНК. Их молекулярная масса колеблется от 100 000 до 1000 000. Содержание РНК в клетке непостоянно. Оно сильно увеличивается, когда в клетках происходит интенсивный синтез белка.

АТФ. Это сокращенное название аденозинтрифосфорной кислоты. АТФ содержится в каждой клетке животных и растений. Количество АТФ колеблется и в среднем составляет 0,04% (на сырую массу клетки). Наибольшее количество АТФ содержится в скелетных мышцах — 0,2—0,5%. По химической структуре АТФ является нуклеотидом, и, как у всякого нуклеотида, в ней имеется азотистое основание (аденин), пентоза (рибоза) и фосфорная кислота. Однако в части, содержащей фосфорную кислоту, молекула АТФ имеет существенные отличия от обычных нуклеотидов. У нее в этой части сконденсированы три молекулы фосфорной кислоты (рис. 74). Это очень неустойчивая структура. Самопроизвольно, а особенно легко под влиянием фермента в АТФ разрывается связь между Р и О, и к f освободившимся связям присоединяется одна или две молекулы воды, причем отщепляется одна или две молекулы фосфорной кислоты. Если отщепляется одна молекула фосфорной кислоты, то АТФ переходит в АДФ, т. е. в аденозиндифосфорную кислоту; если же отщепляются две молекулы фосфорной кислоты, то АТФ переходит в АМФ, т. е. в аденозинмонофосфорную кислоту. Реакция отщепления каждой молекулы фосфорной кислоты от АТФ сопровождается большим энергетическим эффектом, а именно отщепление одной грамм-молекулы фосфорной кислоты сопровождается освобождением почти 40 кдж (10 000 кал). Это очень большая величина. Все другие экзотермические реакции клетки сопровождаются значительно меньшим выходом Энергии. Самые эффективные из них дают не более 8—10 кдж (2000—2500 кал). Чтобы под черкнуть такую особенно высокую энергетическую эффективность фосфорнокислородной связи в АТФ, ее называют связью, богатой энергией, или макроэргической связью, и наличие такой связи обозначают не черточкой, как обычно, а знаком. В АТФ имеются две макроэргические связи.

Значение АТФ в жизни клетки очень велико. Как мы увидим дальше, она играет центральную роль в клеточных превращениях энергии. АТФ в реакциях, как правило, теряет одну молекулу фосфорной кислоты и переходит в АДФ. Из АДФ же путем присоединения фосфорной кислоты снова синтезируется АТФ. Понятно, что эта реакция идет с поглощением энергии (40 кдж, или 10 000 кал) на грамм-моль.

1. **Обмен веществ и энергии в клетке**

Для химических реакций, протекающих в клетке, характерны величайшая организованность и упорядоченность: каждая реакция протекает в строго определенном месте. Молекулы ферментов расположены в один слой на внутренних структурах — мембранах митохондрий и эндоплазматической сети, выстилая их, как кафель стенку. При этом местоположение ферментов не случайно: они расположены в том порядке, в котором идут реакции. Мембраны клетки, выстланные молекулами ферментов, представляют своего рода «каталитический конвейер», на котором с исключительной точностью осуществляются химические реакции.

Пластический и энергетический обмен (ассимиляция и диссимиляция). В клетке обнаружена примерно тысяча ферментов. С помощью этого мощного каталитического аппарата осуществляется сложнейшая и многообразная химическая деятельность. Из громадного числа химических реакций клетки выделяются два противоположных по характеру типа реакций. Первый из них представляет реакции синтеза. В клетке постоянно идут процессы созидания. Из простых веществ образуются более сложные, из низкомолекулярных — высокомолекулярные. Синтезируются белки, сложные углеводы, жиры, нуклеиновые кислоты. Синтезированные вещества используются для построения разных частей клетки, ее органоидов, секретов, ферментов, запасных веществ. Синтетические реакции особенно интенсивно идут в растущей клетке, но и у вполне взрослой, т. е. закончившей рост и развитие, клетки постоянно происходит синтез веществ для замены молекул, израсходованных и износившихся в процессе функционирования или разрушенных при повреждении. На место каждой разрушенной молекулы белка или какого-нибудь другого вещества встает новая молекула. Таким путем клетка сохраняет постоянной свою форму и химический состав, несмотря на непрерывное их изменение в процессе жизнедеятельности.

Синтез веществ, идущий в клетке, называется биологическим синтезом или сокращенно биосинтезом.

Все реакции биосинтеза идут с поглощением энергии.

Совокупность реакций биосинтеза называется пластическим обменом или ассимиляцией. Первое слово происходит от греческого «пластикос», что значит скульптурный. Так же как скульптор из глины или мрамора лепит (высекает) изваяние, так из веществ, синтезированных в процессе биосинтеза, клетка создает свое тело. Второе слово (ассимиляция) происходит от латинского «симилис» (сходный, подобный). Смысл этого термина состоит в том, что поступающие в клетку из внешней среды пищевые вещества, резко отличающиеся от веществ клетки, в результате химических превращений становятся подобными веществам клетки.

Второй тип химических реакций клетки — реакции расщепления. Сложные вещества распадаются на более простые, высокомолекулярные — на низкомолекулярные. Белки распадаются на аминокислоты, крахмал — на глюкозу. Эти вещества расщепляются на еще более низкомолекулярные соединения, и в конце концов образуются совсем простые, бедные энергией вещества: СО2 и Н2О. Реакции расщепления в большинстве случаев сопровождаются выделением энергии. Биологическое значение этих реакций состоит в обеспечении клетки энергией, необходимой для ее деятельности. Любая форма активности — движение, секреция, биосинтез и др. — нуждается в затрате энергии, которая черпается из энергии, освобождаемой в результате химических реакций расщепления.

Совокупность реакций расщепления называется энергетическим обменом клетки или диссимиляцией. Диссимиляция прямо противоположна ассимиляции: в результате расщепления вещества утрачивают сходство с веществами клетки.

Пластический и энергетический обмены (ассимиляция и диссимиляция) находятся между собой в неразрывной связи. Связь эта состоит в том, что, с одной стороны, реакции биосинтеза нуждаются в затрате энергии, которая черпается из реакций расщепления. С другой стороны, для осуществления реакций энергетического обмена необходим постоянный биосинтез обслуживающих эти реакции ферментов, так как в процессе своей работы они изнашиваются и разрушаются.

*Обмен веществ и энергии*

Сложные системы реакций, составляющие процесс пластического и энергетического обмена, тесно связаны не только между собой, но и с внешней средой. Из внешней среды в клетку поступают пищевые вещества, которые служат материалом для реакций пластического обмена, а в реакциях расщепления из них освобождается энергия, необходимая для функционирования клетки. Во внешнюю же среду, выделяются продукты, которые клеткой более не могут быть использованы.

Совокупность всех ферментативных реакций клетки, т. е. совокупность пластического и энергетического обменов (ассимиляции и диссимиляции), связанных между собой и с внешней средой, называется обменом веществ и энергии. Этот процесс является основным условием поддержания жизни клетки, источником ее роста, развития и функционирования.

АТФ как единое и универсальное энергетическое вещество. Любое проявление жизнедеятельности, любая функция клетки требуют затраты энергии. Энергия нужна для движения, для биосинтетических реакций и различных других форм клеточной активности.

Каким же образом энергия реакций расщепления используется клеткой для различных ее функций?

Любая деятельность клетки всегда точно совпадает во времени с распадом АТФ.

При усиленной, но кратковременной работе, например при беге на короткую дистанцию, мышца работает почти исключительно за счет содержащейся в ней АТФ. При усиленной секреции в секреторных клетках также идет интенсивное расщепление АТФ. При синтезе сложных веществ, например при синтезе сложных углеводов или белка, одновременно с синтетической реакцией идет распад АТФ. Отсюда следует, что непосредственным источником энергии и для сокращения мышц, и для секреции, и для синтеза сложных соединений в клетке является энергия, освобождающаяся при расщеплении АТФ. Так как запас АТФ в клетке ограничен, то ясно, что после распада АТФ' должно произойти ее восстановление. Так оно в действительности и происходит. В этом и заключается биологический смысл остальных реакций энергетического обмена. Функция этих реакций одна: их энергия используется для восполнения убыли АТФ. Понятно поэтому, что при длительной работе содержание АТФ в клетке существенно не изменяется. Это объясняется тем, что реакции расщепления углеводов и других веществ обеспечивают быстрое и полное восстановление израсходованной АТФ. Таким образом, АТФ — единый и универсальный источник энергии для функциональной деятельности клетки. Отсюда понятно, что возможна передача энергии из одних частей клетки в другие. Синтез АТФ может происходить в одном месте клетки и в одно время, а использоваться она может в другом месте и в другое время. Синтез АТФ в основном происходит в митохондриях клетки. Образовавшаяся здесь АТФ по каналам эндоплазматической сети направляется в те места клетки, где возникает потребность в энергии.

Три этапа энергетического обмена. Для изучения энергетического обмена клетки его удобно разделить на 3 последовательных этапа. Рассмотрим эти этапы на примере животной клетки.

Первый этап подготовительный. На этом этапе крупные молекулы углеводов, жиров, белков, нуклеиновых кислот распадаются на небольшие молекулы: из крахмала образуется глюкоза, из жиров — глицерин и жирные кислоты, из белков — аминокислоты, из нуклеиновых кислот — нуклеотиды. Распад веществ на этом этапе сопровождается незначительным энергетическим эффектом. Вся освобождающаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла.

Второй этап энергетического обмена называется без кислородным или неполным. Вещества, образовавшиеся в подготовительном этапе, — глюкоза, глицерин, органические кислоты, аминокислоты и др. — вступают на путь дальнейшего распада. Это сложный, многоступенчатый процесс. Он состоит из ряда следующих одна за другой ферментативных реакций. Ферменты, обслуживающие этот процесс, расположены на внутриклеточных мембранах правильными рядами. Вещество, попав на первый фермент этого ряда, передвигается, как на конвейере, на второй фермент, далее на третий и т. Д. Это обеспечивает быстрое и эффективное течение процесса. Разберем его на примере без кислородного расщепления глюкозы, которое имеет специальное название — гликолиза. Гликолиз представляет собой совокупность более десятка последовательных ферментативных реакций. В нем принимают участие 13 ферментов и образуются 12 промежуточных веществ. Не останавливаясь на отдельных реакциях гликолиза, укажем, что на первую ступень ферментного конвейера вступает глюкоза, а с последней сходят две молекулы молочной кислоты. Суммарное уравнение гликолиза должно быть записано так:

C6H12O6 = 2C3H6O3

*Глюкоза Молочная кислота*

Процесс гликолиза происходит у всех животных клеток и у некоторых микроорганизмов. Всем известное молочнокислое брожение (при скисании молока) вызывается молочнокислыми грибками и бактериями. По механизму оно вполне тождественно гликолизу. Спиртовое брожение тоже сходно с гликолизом. Большая часть реакций гликолиза и брожение совпадают полностью. Различие состоит лишь в заключительной стадии: при гликолизе процесс заканчивается образованием молочной кислоты, а при брожении добавляется еще одно звено. Из молочной кислоты под влиянием фермента, содержащегося в дрожжах, выделяется СО2 и образуется этиловый спирт:

C3H6O3 = CO2 + C2H5OH

Таким образом, суммарное уравнение спиртового брожения должно быть записано так:

C6H12O6 = 2CO2 + 2C2H5OH

*Глюкоза Этиловый спирт*

Как видно из уравнений гликолиза и брожения, в этих процессах кислород не участвует, почему они и называются без кислородными процессами. Вполне ясно также, почему эти процессы называются неполными: полным расщеплением глюкозы будет разрушение ее до конца, т. е. превращение ее в простейшие соединения (СО2 и Н2О), что соответствует уравнению:

C6H12O6 + 6O2 = 6CO2 + 6H2O

Почти все промежуточные реакции при без кислородном расщеплении глюкозы идут с освобождением энергии. Каждая отдельная реакция дает небольшой выход энергии, а в сумме получается немалая величина: расщепление одной грамм-молекулы глюкозы (180 г) на две грамм-молекулы молочной кислоты дает почти 200 кдж (50 000 кал). Если бы энергия, освобождающаяся при превращении глюкозы в молочную кислоту, освободилась сразу, в результате одной реакции, то это привело бы к опасному перегреву и повреждению клетки. Разделение же процесса на ряд промежуточных звеньев обусловливает постепенное выделение энергии, что предохраняет клетку от теплового повреждения.

Процесс гликолиза идет только в присутствии АТФ и АДФ, так как оба эти нуклеотида являются обязательными участниками происходящих реакций. АТФ необходима в начале гликолиза, АДФ — в конце. АТФ фосфорилирует глюкозу: передавая глюкозе остаток фосфорной кислоты, АТФ при этом переходит в АДФ. АДФ обеспечивает обратный процесс: дефосфорилирование промежуточных продуктов гликолиза. Присоединяя остаток фосфорной кислоты, АДФ превращается в АТФ. В конце гликолиза АТФ всегда образуется больше, чем ее тратится в начале. В ходе расщепления одной молекулы глюкозы происходит образование двух новых молекул АТФ. Таким образом, в итоге процесса гликолиза АТФ всегда накапливается.

Так как синтез АТФ представляет эндотермический процесс, то очевидно, что энергия для синтеза АТФ черпается за счет энергии реакций без кислородного расщепления глюкозы. Следовательно, энергия, освобождающаяся в ходе реакций гликолиза, не вся переходит в тепло. Часть ее идет на синтез двух богатых энергией фосфатных связей.

Произведем несложный расчет: всего в ходе без кислородного расщепления грамм-молекулы глюкозы освобождается 200 кдж (50 000 кал). На образование одной связи, богатой энергией, при превращении грамм-молекулы АДФ в АТФ затрачивается 40 кдж (10 000 кал). Входе без кислородного расщепления образуются две такие связи. Таким образом, в энергию двух грамм-молекул АТФ переходит 2x40 = 80кдж (2X10 000 = 20 000 кал). Итак, из 200 кДж (50 000 кал) только 80 (20 000) сберегаются в виде АТФ, а 120 (30 000) рассеиваются в виде тепла. Следовательно, в ходе без кислородного расщепления глюкозы 40% энергии сберегается клеткой.

Третий этап энергетического обмена — стадия кислородного, или полного, расщепления, или дыхания. Продукты, возникшие в предшествующей стадии, окисляются до конца, т. е. до СО2 и Н2О.

Основное условие осуществления этого процесса — наличие в окружающей среде кислорода и поглощение его клеткой. Стадия кислородного расщепления, как и предыдущая стадия без кислородного расщепления, представляет собой ряд последовательных ферментативных реакций. Каждая реакция катализируется особым ферментом.

Весь ферментативный ряд кислородного расщепления сосредоточен в митохондриях, где ферменты расположены на мембранах правильными рядами. Сущность каждой из реакций состоит в окислении органической молекулы, которая с каждой ступенью постепенно разрушается и превращается в конечные продукты окисления: СО2 и Н2О.

Все промежуточные реакции кислородного расщепления, как и промежуточные реакции без кислородного процесса, идут с освобождением энергии. Количество энергии, освобождаемой на каждой ступени при кислородном процессе, однако, много больше, чем на каждой ступени без кислородного процесса. В сумме кислородное расщепление дает громадную величину — 2600 кдж (650 000 г-кал) (на две грамм-молекулы молочной кислоты). Если бы при расщеплении содержащейся в клетке молочной кислоты вся энергия освободилась в результате одной реакции, клетка подверглась бы тепловому повреждению. При рассредоточении же процесса на ряд промежуточных звеньев такой опасности нет.

Подробное исследование стадии кислородного расщепления показало, что в ней, как и в без кислородном процессе, происходит образование АТФ из АДФ. В ходе кислородного расщепления двух молекул молочной кислоты синтезируются 36 молекул АТФ, т. е. 36 богатых энергией фосфатных связей.

Теперь должно быть ясным значение третьей стадии энергетического обмена — кислородного расщепления молочной кислоты. Если в ходе без кислородного расщепления освобождается 200 кдж (50 000 кал) (на моль глюкозы), то в стадии кислородного расщепления освобождается еще 2600 кдж (650 000 кал) Если в ходе без кислородного процесса синтезируются две молекулы АТФ, то в процессе кислородного расщепления синтезируется еще 36 молекул АТФ. Иными словами, на стадии кислородного расщепления образуется свыше 90% энергии, получаемой клеткой в процессе расщепления глюкозы.

Займемся снова расчетом. Всего в процессе расщепления глюкозы до СО2 и Н2О, т. е. в ходе процессов без кислородного и кислородного расщепления, синтезируется 2 + 36=38 молекул; АТФ. Таким образом, в потенциальную энергию АТФ переходит 38X40=1520 кдж (38x10 000 = 380 000 кал). Всего же при расщеплении глюкозы (в без кислородную и кислородную стадии), освобождается 200 + 2600 = 2800 кдж (50 000 + 650 000=700 000 кал). Следовательно, почти 55% всей энергии, освобождаемой при расщеплении глюкозы, сберегается клеткой в форме АТФ. Остальная часть (45%) рассеивается в виде тепла. Чтобы оценить значение этих цифр, вспомним, что в паровых машинах из энергии, освобождаемой при сгорании угля, в полезную форму преобразуется не более 12—15%. В лучших турбинах этот процент повышается до 20—25. В двигателях внутреннего сгорания/ он достигает примерно 35%. Таким образом, по эффективности: преобразования энергии живая клетка превосходит все известные преобразователи энергии в технике.

При сопоставлении количества энергии, освобождаемой в ходе без кислородного и кислородного расщепления глюкозы, а также числа молекул АТФ, синтезируемых в обе стадии, что кислородный процесс несравненно более эффективен, чем без кислородный. В стадии без кислородного расщепления освобождается примерно 1/20 часть энергии, освобождающейся при кислородном процессе. Вполне понятно поэтому, что в нормальных условиях для мобилизации энергии в клетке всегда используется как без кислородный, так и кислородный путь расщепления. Если осуществление кислородного процесса затруднено или вовсе невозможно, например при недостатке кислорода, тогда для поддержания жизни остается только без кислородный процесс. Но при этом для получения АТФ в количестве, необходимом для жизнедеятельности, клетке приходится расщеплять очень большое количество глюкозы.

*Дыхание и горение*

Расщепление органических веществ, происходящее в клетке, часто сравнивают с горением: в обоих случаях происходит поглощение кислорода и выделение продуктов окисления — СО2 и Н2О. Однако состав продуктов горения неопределенный и непостоянный, он меняется в зависимости от соотношения окисляемого вещества и кислорода, зависит от температуры и других условий. Дыхание же происходит в результате высокоупорядоченного процесса, ряда последовательных ферментативных реакций. Образование CO2 при горении происходит в результате прямого присоединения кислорода к углероду, а при биологическом окислении CO2 возникает путем расщепления органических кислот под влиянием ферментов.

Таким образом, вполне ясно, что между процессами горения и биологического окисления существует глубокое, принципиальное различие. Дыхание же происходит в результате высокоупорядоченного процесса, ряда последовательных ферментативных реакций. Образование СОг при горении происходит в результате прямого присоединения кислорода к углероду, а при биологическом окислении СО2 возникает путем расщепления органических кислот под влиянием ферментов.

Таким образом, вполне ясно, что между процессами горения и биологического окисления существует глубокое, принципиальное различие.

**Список литературы**

1. Азимов А. Краткая история биологии. М.,1997.
2. Кемп П., Армс К. Введение в биологию. М.,2000.
3. Либберт Э. Общая биология. М.,1978 Льоцци М. История физики. М.,2001.
4. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. Учебное пособие. М.,1999.
5. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. М.,1993.