# <http://www.ref.by/refs/10/31707/1.html>

# Обмен веществ и энергии в клетке

Главным условием жизни как организма в целом, так и отдельной клетки является обмен веществ и энергии с окружающей средой. Для поддержания сложной динамической структуры живой клетки требуется непрерывная затрата энергии. Кроме того, энергия необходима и для осуществления большинства функций клетки (поглощение веществ, двигательные реакции, биосинтез жизненно важных соединений). Источником энергии в этих случаях служит расщепление органических веществ в клетке. Совокупность реакций расщепления высокомолекулярных соединений называется **энергетическим** обменом, или диссимиляцией. Запас органических веществ, расходуемых в процессе диссимиляции, должен непрерывно пополняться либо за счет пищи, как это происходит у животных, либо путем синтеза из неорганических веществ при использовании энергии света (у растений). Приток органических веществ необходим также для построения органоидов клетки и для создания новых клеток при делении. Совокупность всех процессов биосинтеза называется **пластическим** обменом, или ассимиляцией.

Обмен веществ клетки включает многочисленные физические и химические реакции, объединенные в пространстве и времени в единое упорядоченное целое. В такой сложной системе упорядоченность может достигаться только при участии эффективных механизмов регуляции. Ведущую роль в регуляции играют ферменты, определяющие скорость биохимической реакции. Основная роль в обмене веществ принадлежит плазматической мембране, которая в силу избирательной проницаемости обусловливает осмотические свойства клетки.

**Биосинтез белка**

Информационная РНК, несущая сведения о первичной структуре белковых молекул, синтезируется в ядре. Пройдя через поры ядерной оболочки, и-РНК направляется к рибосомам, где осуществляется расшифровка генетической информации — перевод ее с «языка» нуклеотидов на «язык» аминокислот.

Аминокислоты, из которых синтезируются белки, доставляются к рибосомам с помощью специальных РНК, называемых транспортными (т-РНК). В т-РНК последовательность трех нуклеотидов комплементарна нуклеотидам кодона в и-РНК. Такая последовательность нуклеотидов в структуре т-РНК называется антикодоном. Каждая т-РНК присоединяет определенную, «свою» аминокислоту, при помощи ферментов и с затратой АТФ. В этом состоит первый этап синтеза.

Для того чтобы аминокислота включилась в цепь белка, она должна оторваться от т-РНК. На втором этапе синтеза белка т-РНК выполняет функцию переводчика с «языка» нуклеотидов на «язык» аминокислот. Такой перевод происходит на рибосоме. В ней имеется два участка: на одном т-РНК получает команду от и-РНК — антикодон узнает кодон, на другом — выполняется приказ — аминокислота отрывается от т-РНК.

### Третий этап синтеза белка заключается в том, что фермент синтетаза присоединяет оторвавшуюся от т-РНК аминокислоту к растущей белковой молекуле. Информационная РНК непрерывно скользит по рибосоме, каждый триплет сначала попадает в первый участок, где узнается антикодоном т-РНК, затем на второй участок. Сюда же переходит т-РНК с присоединенной к ней аминокислотой, здесь аминокислоты отрываются от т-РНК и соединяются друг с другом в той последовательности, в которой триплеты следуют один за другим.

### Когда на рибосоме в первом участке оказывается один из трех триплетов, являющихся знаками препинания между генами, это означает, что синтез белка завершен. Готовая цепь белка отходит от рибосомы. Процесс синтеза белковой молекулы требует больших затрат энергии. На соединение каждой аминокислоты с т-РНК расходуется энергия одной молекулы АТФ.

### Для увеличения производства белков и-РНК часто одновременно проходит не через одну, а через несколько рибосом последовательно. Такую структуру, объединенную одной молекулой и-РНК, называют полисомой. На каждой рибосоме в таком, похожем на нитку бус, конвейере последовательно синтезируются несколько молекул одинаковых белков.

### Синтез белка на рибосомах носит название трансляции. Синтез белковых молекул происходит непрерывно и идет с большой скоростью: в одну минуту образуется от 50 до 60 тыс. пептидных связей. Синтез одной молекулы белка длится всего 3-4 секунды. Каждый этап биосинтеза катализируется соответствующими ферментами и снабжается энергией за счет расщепления АТФ. Синтезированные белки поступают в каналы эндоплазматической сети, по которым транспортируются к определенным участкам клетки.

# Энергетический обмен в клетке

Первичным источником энергии в живых организмах является Солнце. Энергия, приносимая световыми квантами (фотонами), поглощается пигментом хлорофиллом, содержащимся в хлоропластах зеленых листьев, и накапливается в виде химической энергии в различных питательных веществах.

Все клетки и организмы можно разделить на два основных класса в зависимости от того, каким источником энергии они пользуются. У первых, называемых аутотрофными (зеленые растения), СО2 и Н2О превращаются в процессе фотосинтеза в элементарные органические молекулы глюкозы, из которых и строятся затем более сложные молекулы.

Клетки второго класса, называемые гетеротрофными (животные клетки), получают энергию из различных питательных веществ (углеводов, жиров и белков), синтезируемых аутотрофными организмами. Энергия, содержащаяся в этих органических молекулах, освобождается главным образом в результате соединения их с кислородом воздуха (т.е. окисления) в процессе, называемом аэробным дыханием. Этот энергетический цикл у гетеротрофных организмов завершается выделением СО2 и Н2О.

Клеточное дыхание — это окисление органических веществ, приводящее к получению химической энергии (АТФ). Большинство клеток использует в первую очередь углеводы. Полисахариды вовлекаются в процесс дыхания лишь после того, как они будут гидролизованы до моносхаридов: Крахмал, Глюкоза (у растений)Гликоген (у животных) .

Жиры составляют «первый резерв» и пускаются в дело главным образом тогда, когда запас углеводов исчерпан. Однако в клетках скелетных мышц при наличии глюкозы и жирных кислот предпочтение отдается жирным кислотам. Поскольку белки выполняют ряд других важных функций, они используются лишь после того, как будут израсходованы все запасы углеводов и жиров, например, при длительном голодании.

**Этапы энергетического обмена:** Единый процесс энергетического обмена можно условно разделить на три последовательных этапа:

Первый из них **— подготовительный**. На этом этапе высокомолекулярные органические вещества в цитоплазме под действием соответствующих ферментов расщепляются на мелкие молекулы: белки — на аминокислоты, полисахариды (крахмал, гликоген) — на моносахариды (глюкозу), жиры — на глицерин и жирные кислоты, нуклеиновые кислоты — на нуклеотиды и т.д. На этом этапе выделяется небольшое количество энергии, которая рассеивается в виде тепла.

Второй этап — **бескислородный,** или неполный. Образовавшиеся на подготовительном этапе вещества — глюкоза, аминокислоты и др. — подвергаются дальнейшему ферментативному распаду без доступа кислорода. Примером может служить ферментативное окисление глюкозы (гликолиз), которая является одним из основных источников энергии для всех живых клеток. **Гликолиз** — многоступенчатый процесс расщепления глюкозы в анаэробных (бескислородных) условиях до пировиноградной кислоты (ПВК), а затем до молочной, уксусной, масляной кислот или этилового спирта, происходящий в цитоплазме клетки. Переносчиком электронов и протонов в этих окислительно-восстановительных реакциях служит никотинамидаденин-динуклеотид (НАД) и его восстановленная форма НАД \*Н. Продуктами гликолиза являются пировиноградная кислота, водород в форме НАД • Н и энергия в форме АТФ.

При разных видах брожения дальнейшая судьба продуктов гликолиза различна. В клетках животных и многочисленных бактерий ПВК восстанавливается до молочной кислоты. Известное всем молочнокислое брожение (при списании молока, образовании сметаны, кефира и т.д.) вызывается молочнокислыми грибками и бактериями.

При спиртовом брожении продуктами гликолиза являются этиловый спирт и СО2. У других микроорганизмов продуктами брожения могут быть бутиловый спирт, ацетон, уксусная кислота и т.д.

В ходе бескислородного расщепления часть выделяемой энергии рассеивается в виде тепла, а часть аккумулируется в молекулах АТФ.

Третий этап энергетического обмена — стадия **кислородного расщепления**, или аэробного дыхания, происходит в митохондриях. На этом этапе в процессе окисления важную роль играют ферменты, способные переносить электроны. Структуры, обеспечивающие прохождение третьего этапа, называют цепью переноса электронов. В цепь переноса электронов поступают молекулы — носители энергии, которые получили энергетический заряд на втором этапе окисления глюкозы. Электроны от молекул — носителей энергии, как по ступеням, перемещаются по звеньям цепи с более высокого энергетического уровня на менее высокий. Освобождающаяся энергия расходуется на зарядку молекул АТФ. Электроны молекул — носителей энергии, отдавшие энергию на «зарядку» АТФ, соединяются в конечном итоге с кислородом. В результате этого образуется вода. В цепи переноса электронов кислород — конечный приемник электронов. Таким образом, кислород нужен всем живым существам в качестве конечного приемника электронов. Кислород обеспечивает разность потенциалов в цепи переноса электронов и как бы притягивает электроны с высоких энергетических уровней молекул — носителей энергии на свой низкоэнергетический уровень. По пути происходит синтез богатых энергией молекул АТФ.

# Энергетический обмен в клетке

Первичным источником энергии в живых организмах является Солнце. Энергия, приносимая световыми квантами (фотонами), поглощается пигментом хлорофиллом, содержащимся в хлоропластах зеленых листьев, и накапливается в виде химической энергии в различных питательных веществах.

Все клетки и организмы можно разделить на два основных класса в зависимости от того, каким источником энергии они пользуются. У первых, называемых аутотрофными (зеленые растения), СО2 и Н2Опревращаются в процессе фотосинтеза в элементарные органические молекулы глюкозы, из которых и строятся затем более сложные молекулы.

Клетки второго класса, называемые гетеротрофными (животные клетки), получают энергию из различных питательных веществ (углеводов, жиров и белков), синтезируемых аутотрофными организмами. Энергия, содержащаяся в этих органических молекулах, освобождается главным образом в результате соединения их с кислородом воздуха (т.е. окисления) в процессе, называемом аэробным дыханием. Этот энергетический цикл у гетеротрофных организмов завершается выделением  СО2 и Н2О.

Клеточное дыхание — это окисление органических веществ, приводящее к получению химической энергии (АТФ). Большинство клеток использует в первую очередь углеводы. Полисахариды вовлекаются в процесс дыхания лишь после того, как они будут гидролизованы до моносахаридов: Крахмал (у растений) ,Гликоген (у животных) .

Жиры составляют «первый резерв» и пускаются в дело главным образом тогда, когда запас углеводов исчерпан. Однако в клетках скелетных мышц при наличии глюкозы и жирных кислот предпочтение отдается жирным кислотам. Поскольку белки выполняют ряд других важных функций, они используются лишь после того, как будут израсходованы все запасы углеводов и жиров.

## Этапы энергетического обмена

Единый процесс энергетического обмена можно условно разделить на три последовательных этапа:

**Первый этап**: - расщепление органических вещ-в в пищеварительной системе до промежуточных продуктов распада.(гидролиз).

Белки + Н2О=аминокислота + тепло(рассеивается )

Жиры + Н2О = глицерин + жирные кислоты + тепло

Полисахариды + Н2О = глюкоза + тепло

**Второй этап**: (в клетке, в цитоплазме) – гликолиз – без кислородное расщепление глюкозы.Глюкоза под воздействием ферментов расщипляется до двух молекул С3Н6О3 С свыделением энергии.60% этой энергии рассеивается в виде тепла, 40% в виде АТФ.

### Третий этап: (кислородное расщепление в митохондриях ) На кислородном этапе: с внутренней стороны мембраны крист находятся молекулы переносчики . Электрон подхватывается молекулами переносчиками и перетаскивается с одной молекулы на другую (окисление), при этом он теряет энергию. Эта энергия на восстановление АТФ из АДФ. Этот процесс называется окислительное фосфорилирование. В конце цепи переносчиков стоит кислород он является акцептором . Анионы накапливаются с внутренней стороны мембраны , ионы с наружной стороны . Когда разность потенциалов между ними достигнет критического уровня ион через ферментативный канал проходит на внутреннею сторону мембраны. При этом выделяется энергия, она идет на фосфолирирование (АДФ-АТФ). В итоге на кислородном этапе образуется 36 АТФ.

# Пластический обмен. Ассимиляция

По типу ассимиляции все клетки делятся на две группы — автотрофные и гетеротрофные.

Автотрофные клетки способны к самостоятельному синтезу необходимых для них органических соединений за счет СО2, воды и энергии света (фотосинтез) или энергии, выделившейся при окислении неорганических соединений (хемосинтез). К автотрофам принадлежат все зеленые растения и некоторые бактерии. Гетеротрофные клетки не способны синтезировать органические вещества из неорганических. Эти клетки для жизнедеятельности нуждаются в поступлении органических соединений: углеводов, белков, жиров. Гетеротрофами являются все животные, большая часть бактерий, грибы, некоторые высшие растения — сапрофиты и паразиты, а также клетки растений, не содержащие хлорофилл.

Фотосинтез — синтез органических соединений, идущий за счет энергии солнечного излучения.

**Световая фаза :** Во время световой фазы энергия солнечного света (или энергия искусственных источников света) улавливается зелеными растениями и превращается в химическую энергию, заключенную в органических веществах, богатых энергией (богатых энергией АТФ, НАДФ и т.д.). В последующем энергия этих богатых энергией соединений используется в клетке для процессов биосинтеза, которые могут происходить как на свету, так и в темноте.

Во время световой фазы фотосинтеза кванты света поглощаются электроном в молекуле хлорофилла. В результате один из электронов приобретает большой запас энергии и покидает хлорофилл. Эта энергия используется для синтеза АТФ и восстановления НАДФ, что приводит к образованию восстановленного никотинамйдадениндинук-леотидфосфата НАДФ Н. Вместе с тем солнечный свет приводит к фотолизу воды — разложению воды на ион водорода Н+ и ион гидроксила ОН- . Одновременно с этим ион гидроксила отдает свой электрон е. хлорофиллу, а возникающие радикалы ОН образуют воду и кислород Образующийся таким образом кислород выделяется зелеными растениями, что в течение многих сотен миллионов лет привело к созданию кислородной атмосферы Земли. В настоящее время зеленые растения продолжают непрерывно обогащать кислородом атмосферу нашей планеты.

**Темновая фаза :**фотосинтеза связана с использованием макроэргических веществ (АТФ, НАДФ • Н и некоторых других) для синтеза различных органических соединений (главным образом углеводов).

Цель: синтез органических веществ ,в строме (в полости хлоропластов )

СО2 связывается с производными рибозы с образованием  глюкозы  : 6 СО2 +18АТФ+ 12НАДФ\*Н= С6Н12О6 .

Кроме фотосинтеза существует еще одна форма автотрофной ассимиляции — хемосинтез.

**Хемосинтез.** Способность синтезировать органические вещества из неорганических свойственна также некоторым видам бактерий, у которых нет хлорофилла. Способ, с помощью которого они мобилизуют энергию для синтетических реакций, принципиально иной, нежели у растительных клеток.. Бактерии используют для синтеза энергию химических реакций. Они обладают специальным ферментным аппаратом, позволяющим им преобразовывать энергию химических реакций, в частности энергию окисления неорганических веществ, в химическую энергию синтезируемых органических соединений. Этот процесс называют хемосинтезом. Из хемосинтетиков важны азотфиксирующие и нитрифицирующие бактерии. Источником энергии у одной группы этих бактерий служит реакция окисления аммиака в азотистую кислоту; другая группа использует энергию, выделяющуюся при окислении азотистой кислоты в азотную. Хемосинтетиками являются железобактерии и серобактерии. Первые из них используют энергию, освобождающуюся при окислении двухвалентного железа в трехвалентное; вторые окисляют сероводород до серной кислоты. Роль хемосинтетиков очень велика, особенно азотфиксирующих бактерий. Они имеют важное значение для повышения урожайности, так как в результате жизнедеятельности этих бактерий азот, находящийся в воздухе, недоступный для усвоения растениями, превращается в аммиак, который хорошо ими усваивается.

 Первичным источником энергии в живых организмах является Солнце. Энергия, приносимая световыми квантами (фотонами), поглощается пигментом хлорофиллом, содержащимся в хлоропластах зеленых листьев, и накапливается в виде химической энергии в различных питательных веществах.

**Автотрофы** – организмы синтезирующие органические вещества из неорганических (растения, некоторые бактерии)

**Гетеротрофы** – организмы потребляющие органические вещества в готовом виде (животные, грибы).

Молекулы хлорофилла могут поглощать солнечные лучи разной длинны

**Первый этап** (световой)  происходит в тилакоидах, цель: образование аккумуляторов энергии: АТФ и НАДФ\*Н (никотинамидадениндинуклеотидфосфат\*Н)

Молекула хлорофилла 1 , поглощает квант света, при этом из неё выбивается электрон, он переходит на более высокий энергетический уровень, а затем подхватывается молекулами переносчиками. Электрон перескакивает с одного переносчика на другой, теряя энергию, эта энергия идет на фосфориллирование (месте электрона образуется дырка). В конце переносчиков электрон подхватывается НАДФ+. Молекула хлорофилла 2  под воздействием кванта света теряет электрон (дырка). Электрон подхватывается молекулами переносчиками, теряет энергию (на синтез АТФ). Электрон идет в хлорофилл 1 (закрывает дырку). Под воздействием кванта света идет фотолиз воды. Водород идет к НАДФ, а электрон в дырку 2.

**Итог**: синтез АТФ, НАДФ\*Н и молекулярный кислород.

**Второй этап** (темновой).

**Цель**: синтез органических веществ.

**Где**: строме (в полости хлоропластов.) Углекислый газ связывается с производными рибозы с образованием глюкозы

6CO2

18АТФ                С6Н12О6 (глюкоза)

12НАДФ\*Н

Значение фотосинтеза:

1. Насыщение атмосферы кислородом
2. Поглощение углекислого газа из атмосферы
3. Первичный источник органических веществ на планете – растения
4. Космическая роль зеленых растений: преобразуют солнечную энергию, в энергию химических связей органических веществ (доступную всем живым организмам)

### 

