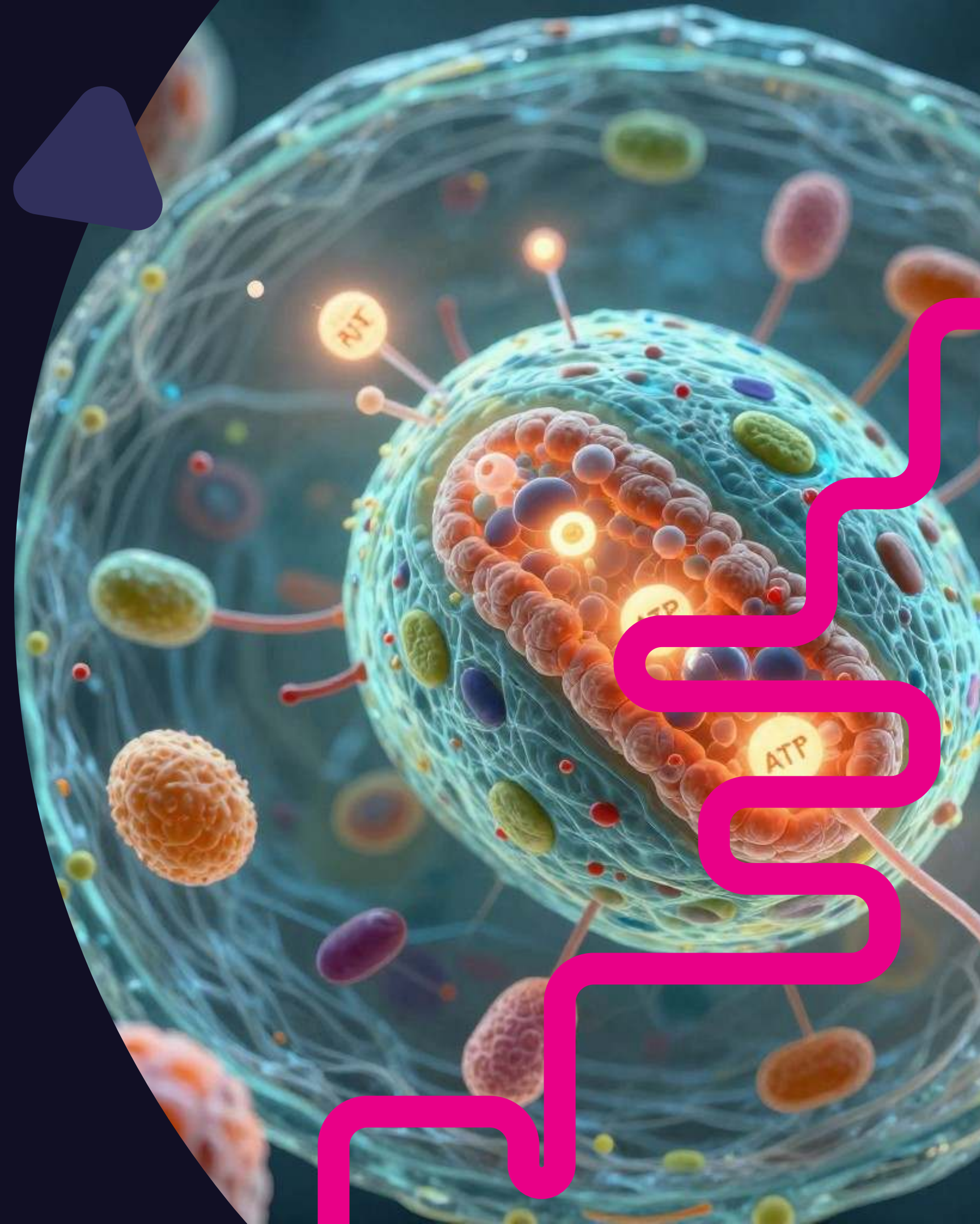
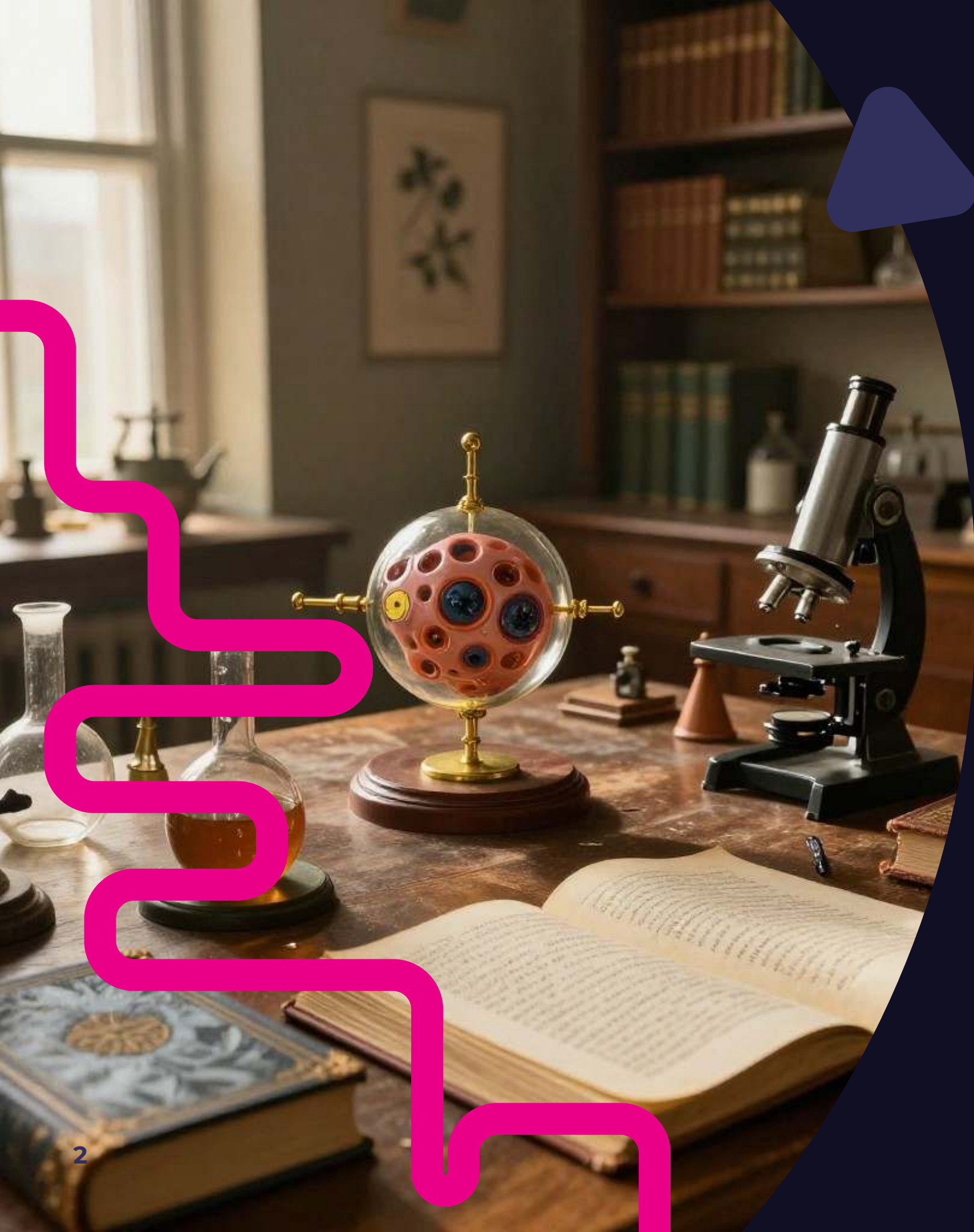


Современное значение обмена веществ и энергии в клетке

Обмен веществ и энергии —
фундаментальный процесс,
обеспечивающий жизнедеятельность
клетки.





История исследований обмена веществ

От открытий Лавуазье о дыхании к раскрытию ферментативных путей в XIX веке, до понимания цикла Кребса и гликолиза в XX веке — изучение метаболизма проложило путь к современной биохимии.

Понятие обмена веществ и его общая характеристика

01

Метаболизм — совокупность химических реакций с двумя основными направлениями: катаболизм, разрушающий молекулы с выделением энергии.

02

Анаболизм обеспечивает синтез сложных молекул из простых, используя энергию для роста и восстановления клеток.

03

Обмен веществ поддерживает гомеостаз, обеспечивая постоянство внутренней среды и адаптивные реакции организма.

Ключевые клеточные компоненты обмена веществ

Цитоплазма – центр гликолиза

В цитоплазме происходят первые этапы расщепления глюкозы, где ферменты эффективно катализируют реакции гликолиза,



Митохондрии – энергетические станции

В митохондриях завершается катаболизм, здесь происходит цикл Кребса и синтез АТФ, обеспечивающий клетки



Рибосомы – фабрика белка

Рибосомы отвечают за сборку аминокислот в белковые молекулы, что является ключевым анаболическим



Пластиды у растений

Пластиды, включая хлоропласты, осуществляют фотосинтез и синтез запасных питательных веществ,



Катаболизм: этапы и процессы

01

Гидролиз полимеров до мономеров обеспечивает расщепление белков, липидов и углеводов на простые компоненты для дальнейшего использования.

02

Преобразование мономеров в простые молекулы высвобождает энергию и подготавливает субстраты для циклов окисления.

03

Выделение энергии происходит преимущественно в форме АТФ, которая аккумулирует освободившуюся энергию.

04

Катаболизм способствует удалению лишних и поврежденных молекул, поддерживая метаболический баланс клетки.

Анаболизм: процессы построения новых молекул

01

Анаболизм формирует полисахариды, белки и липиды из простых молекул, соединяя их в сложные структуры для клеточного роста.

02

Энергия необходима для синтеза макромолекул — ферменты катализируют эти реакции, направляя процесс в нужное русло.

03

Анаболические процессы важны для регенерации, деления клеток и поддержания функциональной активности тканей.

Ключевые различия между катаболизмом и анаболизмом

Сравнение основных характеристик катаболизма и анаболизма по процессам, энергопотреблению и субстратам.

Баланс между этими процессами необходим для нормальной жизнедеятельности клеток и организма.

Учебник биологии, 2023

Катаболизм	Анаболизм
Расщепление сложных молекул	Синтез сложных молекул
Выделение энергии (АТФ, тепло)	Потребление энергии
Субстраты: углеводы, жиры, белки	Субстраты: аминокислоты, нуклеотиды, сахара

Ключевые этапы энергетического обмена

Гликолиз

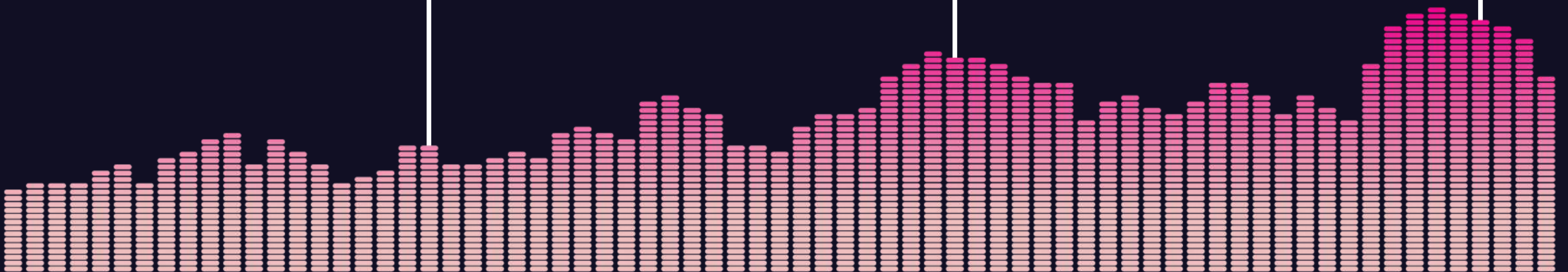
Цитоплазматический процесс расщепления глюкозы на пируват с образованием молекул АТФ и восстановленного НАДН.

Цикл Кребса

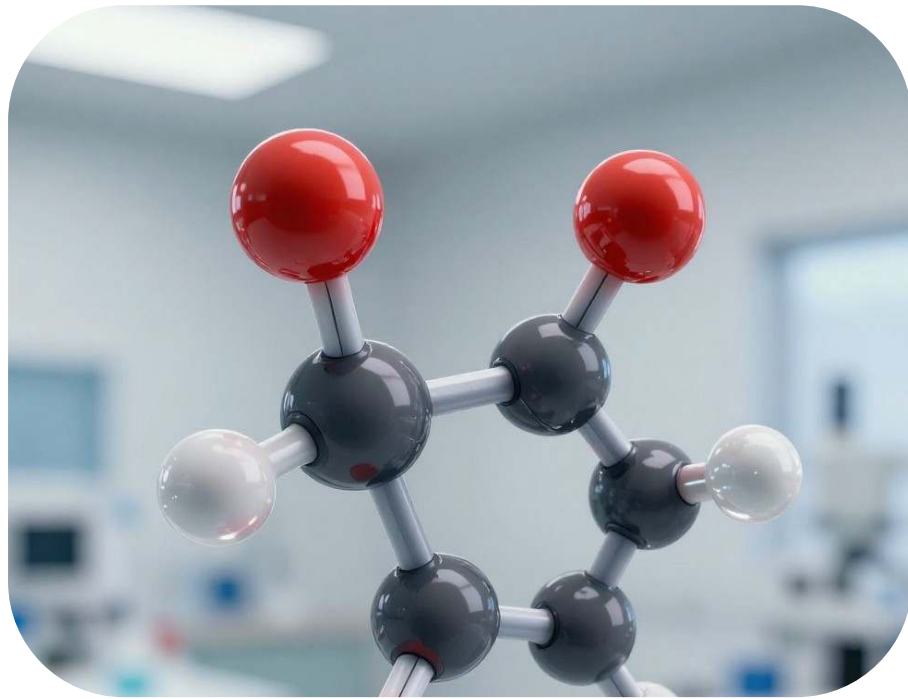
Митохондриальный цикл окисления пирувата, обеспечивающий перенос электронов и выделение CO₂.

Дыхательная цепь

Серия окислительно-восстановительных реакций с синтезом большого количества АТФ на внутренней мембране митохондрий.

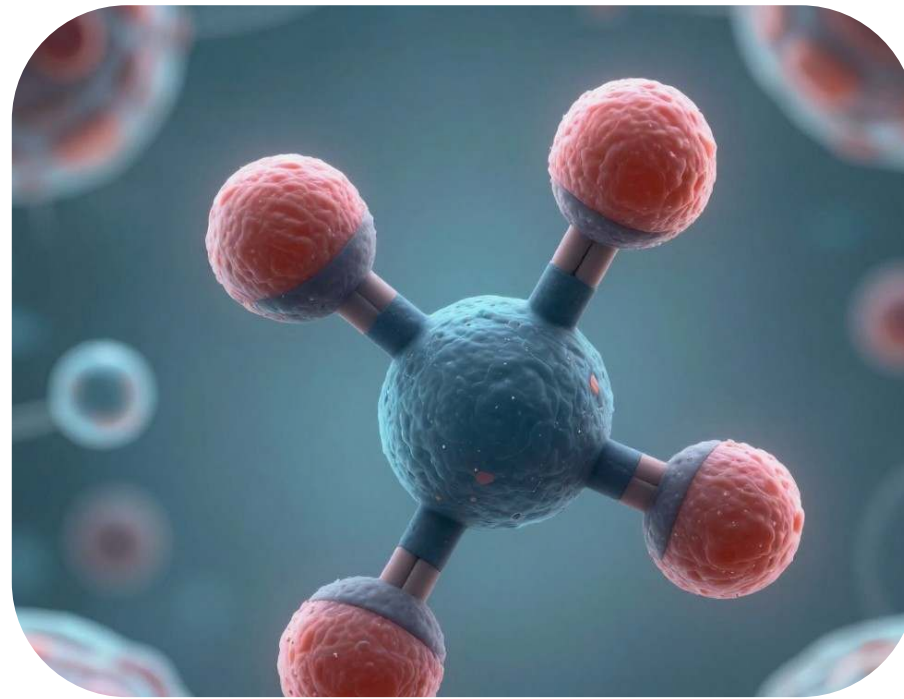


Молекула АТФ: энергетический носитель клетки



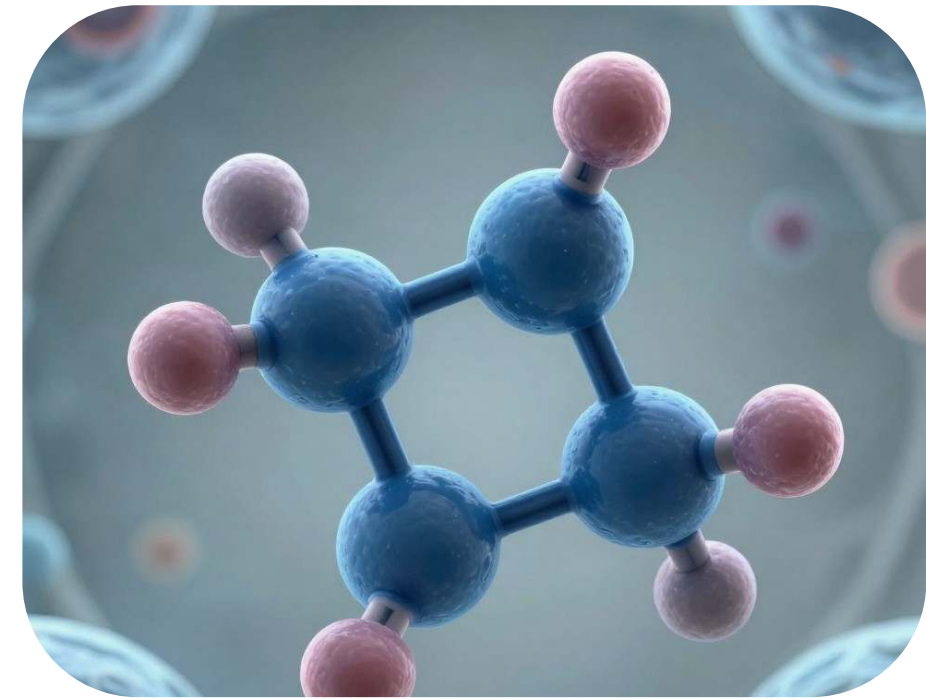
Структура АТФ

АТФ состоит из аденина, рибозы и трёх фосфатных групп. Такое строение обеспечивает возможность быстрой отдачи и накопления энергии в клетке.



Гидролиз АТФ

Разрушение связи между фосфатными группами сопровождается выделением энергии около 30,5 кДж/моль, достаточной для обеспечения биохимических реакций.



Функции АТФ

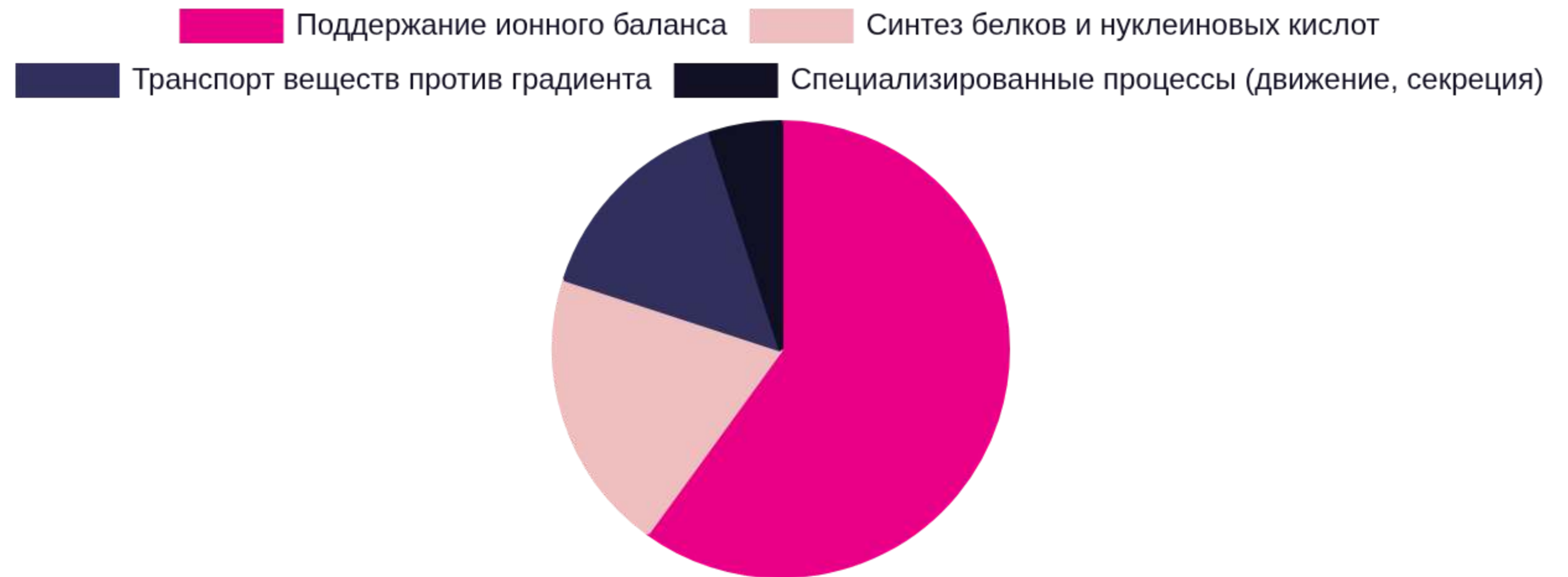
АТФ служит универсальным источником энергии для синтеза, транспорта веществ и клеточного движения, играя ключевую роль в метаболизме.

Энергозатраты клетки

Большая часть энергии клетки расходуется на поддержание гомеостаза, что обеспечивает стабильность ее жизнедеятельности.

Эффективное распределение энергии критично для гармоничного функционирования всех клеточных процессов.

Учебник биологии, 2023



Гликолиз: основные этапы и биологическое значение

01

Гликолиз происходит в цитоплазме и представляет собой последовательность из десяти ферментативных реакций, расщепляющих глюкозу до двух молекул пирувата без участия кислорода.

03

Гликолиз является универсальным процессом, протекающим у большинства организмов, и служит основным способом получения энергии в анаэробных условиях.

02

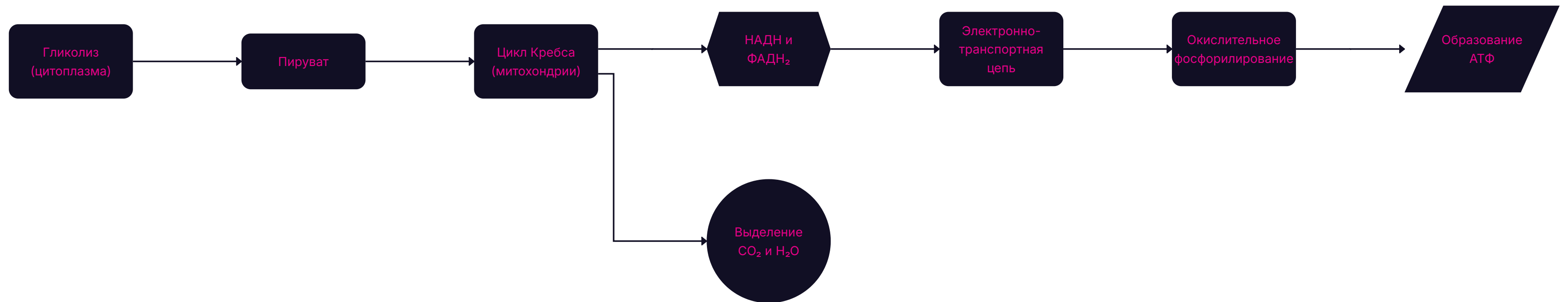
В результате на каждой молекуле глюкозы образуются две молекулы АТФ, две молекулы пирувата и две молекулы восстановленного кофермента НАДН, обеспечивая базовый запас энергии.

04

Образованные пируват и НАДН далее участвуют в аэробных процессах клеточного дыхания, поддерживая энергетический обмен и обеспечивая рост и жизнедеятельность клетки.

Потоки энергетического обмена: от глюкозы до АТФ

Последовательность основных метаболических этапов биогенеза энергии в клетке



Ключевые этапы цикла Кребса и окислительного фосфорилирования

01

В митохондриях цикл Кребса полностью окисляет пируват до углекислого газа, высвобождая электроны и протоны, которые переносятся коферментами НАД⁺ и ФАД.

02

Электроны, передаваемые коферментам, поступают в электронно-транспортную цепь, где происходит создание протонного градиента на внутренней мембране митохондрий.

03

Окислительное фосфорилирование использует этот градиент для синтеза большого количества АТФ — до 36 молекул из одной молекулы глюкозы, максимизируя выход энергии.

Анаэробные и аэробные пути получения энергии

01

Анаэробный метаболизм начинается с гликолиза, после которого пируват превращается в молочную или винную кислоту, обеспечивая ограниченный выход энергии — всего 2 молекулы АТФ на глюкозу.

02

Аэробный путь включает полное окисление органических веществ с участием кислорода, что позволяет получить значительно большую энергию — 36–38 молекул АТФ на каждую молекулу глюкозы.

03

Анаэробное получение энергии характерно для некоторых микроорганизмов и при дефиците кислорода у тканей, тогда как аэробный способ встречается у большинства эукариотических клеток.

04

Эффективность энергетического обмена напрямую зависит от доступности кислорода, что определяет уровень жизнедеятельности клеток и всего организма.

Энергетическая эффективность различных путей обмена

Путь обмена	Выход АТФ (на глюкозу)
Гликолиз	2
Брожение (анаэробное)	2
Аэробное дыхание	36–38

Сравнительная таблица выхода АТФ при разных способах клеточного метаболизма и влияние кислорода на эффективность энергетического обмена.

Аэробное дыхание значительно превосходит по энергетической эффективности анаэробные процессы, что обусловлено использованием кислорода в окислении.

Учебник биологии, 2023

Митохондрии — энергетические станции клетки

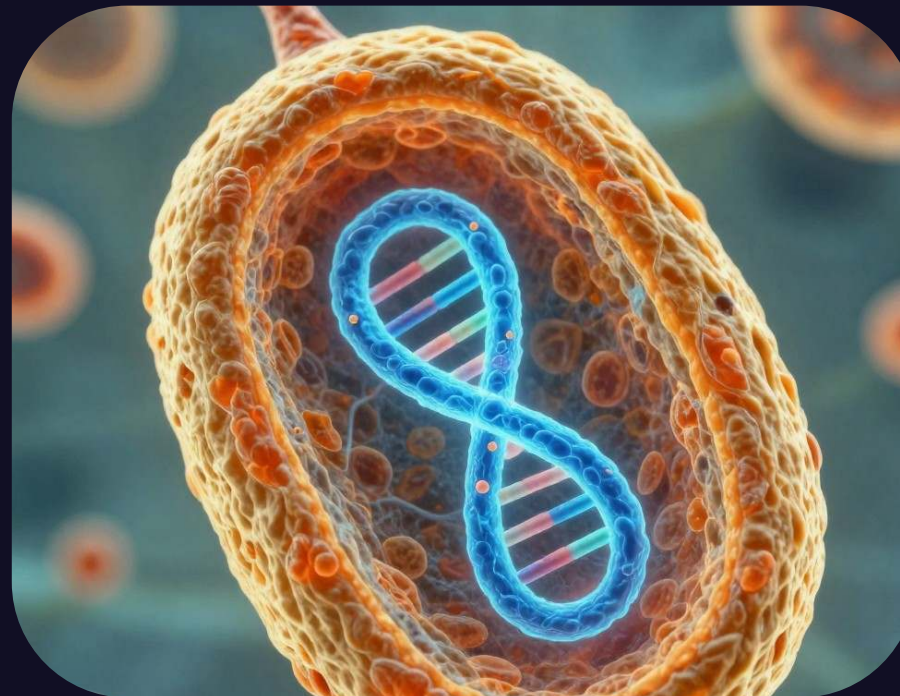
Особенности строения митохондрий

Митохондрии обладают двумя мембранами: внешней гладкой и внутренней с многочисленными складками — кристами, где происходит ключевой этап синтеза АТФ. Они располагаются в цитоплазме, обеспечивая энергией все процессы клетки.



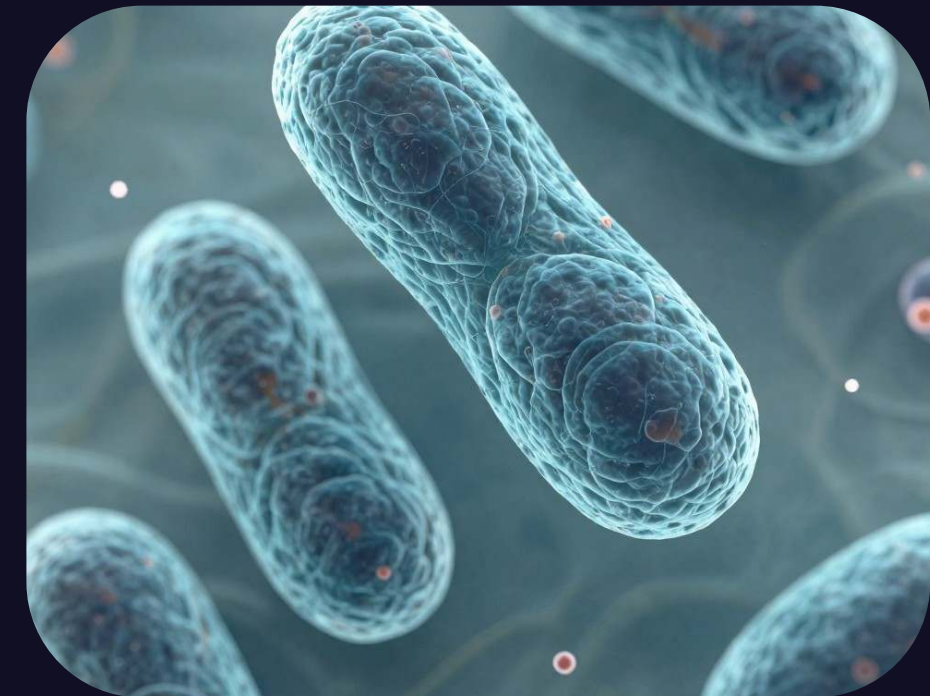
Генетическая автономия митохондрий

Митохондрии содержат собственную кольцевую молекулу ДНК и способны к самостоятельному делению, что позволяет им быстро реагировать на энергетические потребности клетки и поддерживать свою численность.



Микроскопические изображения митохондрий

На электронных микрофотографиях митохондрии видны как органеллы с четко выраженными кристами. Такие изображения помогают изучать их строение и функционирование на молекулярном уровне.



Особенности энергетического обмена у растений

01

В хлоропластах растений осуществляются реакции фотосинтеза, где солнечная энергия преобразуется в химическую, образуя глюкозу — первичный энергетический продукт.

02

Глюкоза из фотосинтеза служит исходным веществом для дыхания, включая гликолиз и цикл Кребса, что обеспечивает растения энергией аэробного типа.

03

Таким образом, энергетический обмен растений сочетает фотосинтез и клеточное дыхание, что отличает их метаболизм от животного и позволяет эффективно использовать энергию света.

Биологическая роль обмена веществ и энергии

01

Обмен веществ обеспечивает непрерывный рост и регенерацию клеток за счёт синтеза и распада необходимых органических соединений.

02

Он играет ключевую роль в адаптации организма к изменяющимся условиям среды, регулируя внутренние процессы для поддержания гомеостаза.

03

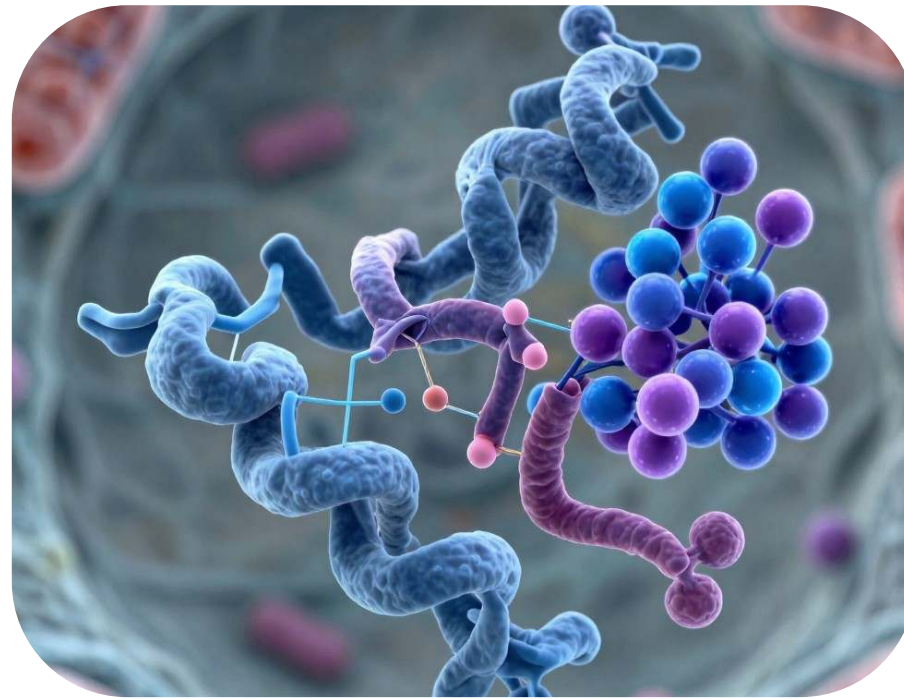
Обеспечение энергии поддерживает физиологические функции, включая размножение и передачу наследственной информации, что критично для жизнедеятельности многоклеточных организмов.

Патологии обмена веществ: примеры и последствия



Сахарный диабет и метаболизм глюкозы

Нарушение усвоения глюкозы приводит к повышению её уровня в крови (гипергликемии), вызывая повреждение сосудов и осложнения вплоть до нарушения работы жизненно важных органов.



Фенилкетонурия — генетический дефект обмена аминокислот

Из-за мутации фермента фенилаланин-гидроксилазы фенилаланин не преобразуется, что приводит к его накоплению и вызывает умственную отсталость без раннего лечения и диеты.



Митохондриальные болезни и энергетический обмен

Нарушения работы митохондрий снижают синтез АТФ, что отражается на функциях мышц, сердца и нервной системы, вызывая широкий спектр клинических проявлений и серьезные последствия.

Значение сбалансированного обмена веществ для здоровья и науки

Гармоничное взаимодействие катаболизма и анаболизма, а также эффективное управление энергией являются фундаментом жизнедеятельности. Изучение этих процессов способствует развитию медицины, биотехнологий и экологии.