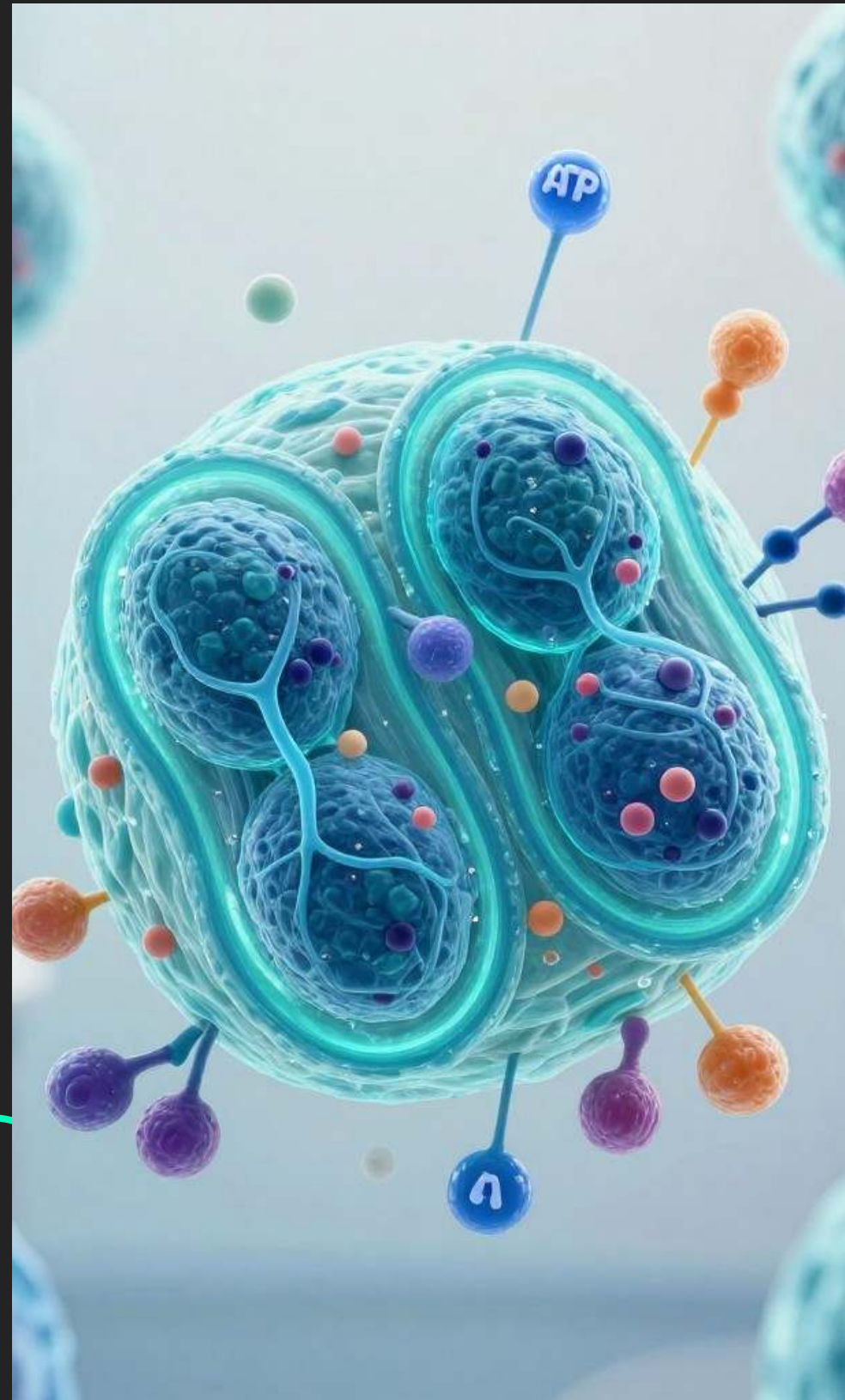




Обзор: обмен веществ и превращение энергии в клетке

Метаболизм — совокупность химических реакций, поддерживающих жизнь клетки.

Историческое и биологическое значение метаболизма



Изучение обмена веществ началось в XIX веке, капитально раскрывая роль ферментов и дыхательных процессов. Сегодня метаболизм рассматривается как основа питания, регуляции и энергетики клетки.

01

Катаболизм — процесс разложения сложных молекул с высвобождением энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки.

02

Анаболизм — цепь реакций по синтезу сложных соединений из простых с затратами энергии, стимулирующей рост и восстановление.

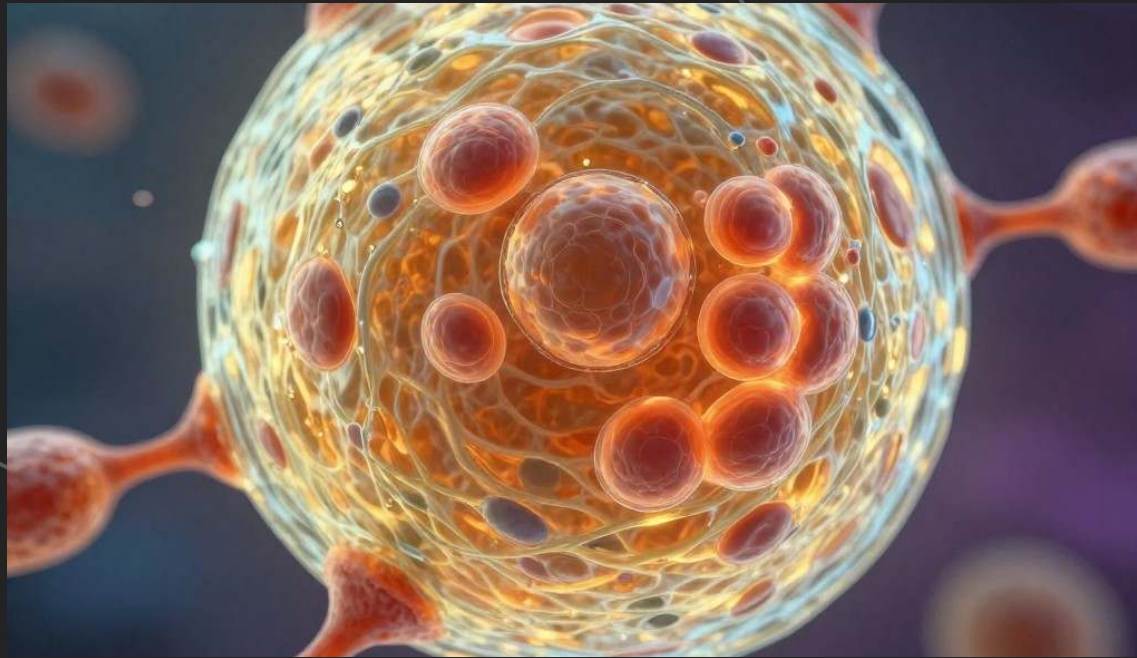
03

Эти процессы взаимосвязаны и обеспечивают энергобаланс, поддерживая устойчивость и адаптивность клетки к окружающей среде.

Катаболизм и анаболизм — два пути метаболизма



Основные источники энергии для жизнедеятельности клетки



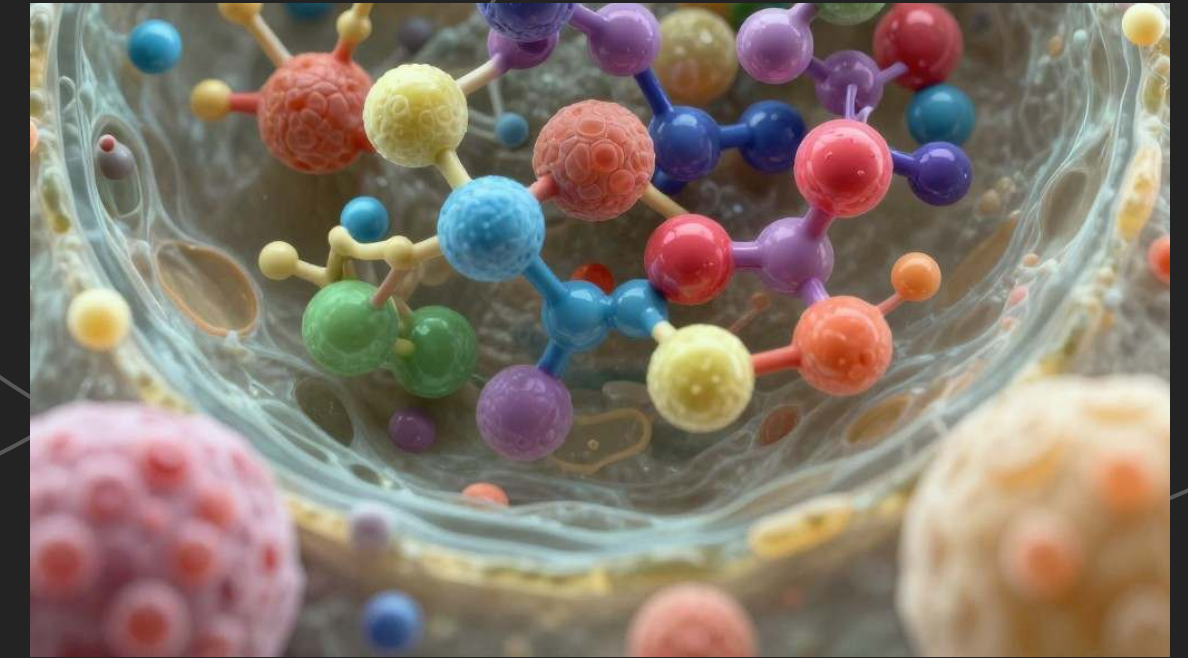
Глюкоза — первый энергетический ресурс

Глюкоза является главным источником энергии для мозга и многих клеток организма. Она быстро окисляется, обеспечивая молекулы АТФ, необходимые для функционирования.



Жирные кислоты — резерв мощности

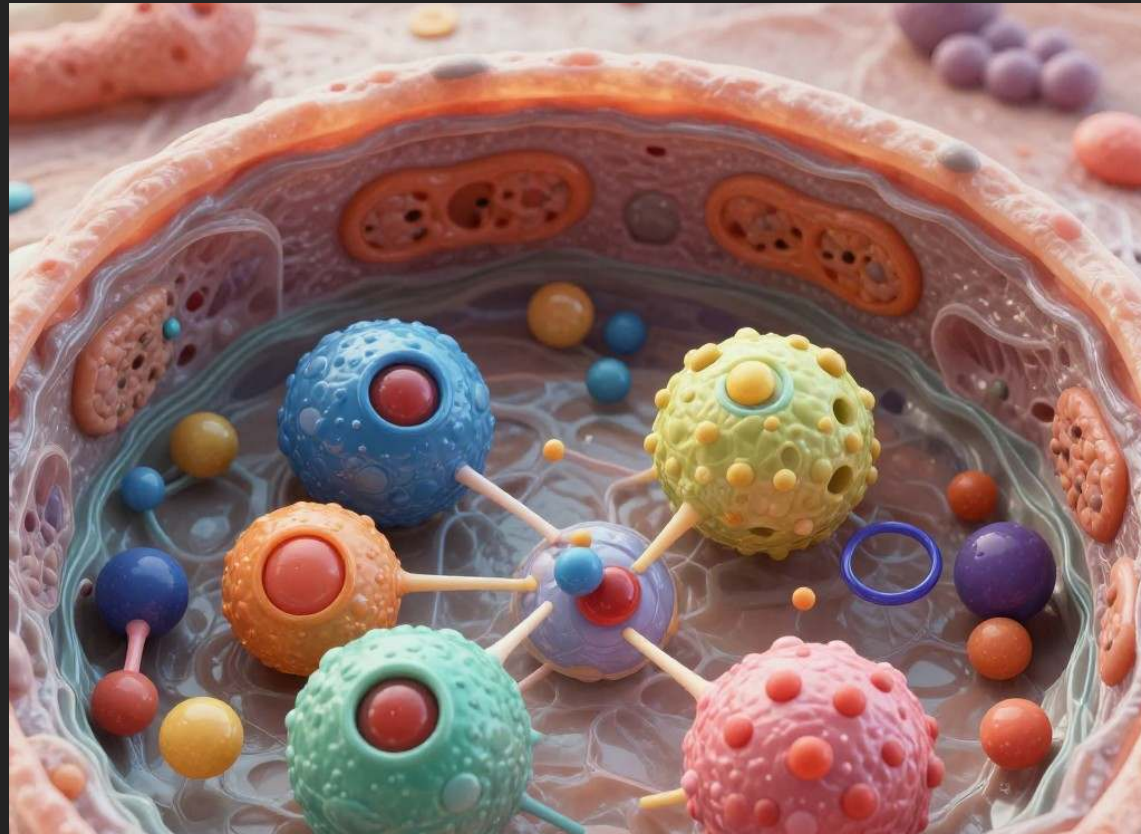
Жиры содержат наибольшее количество энергии на грамм и используются как долговременный источник питания, особенно во время голода или интенсивной физической нагрузки.



Аминокислоты — альтернативный энергетический материал

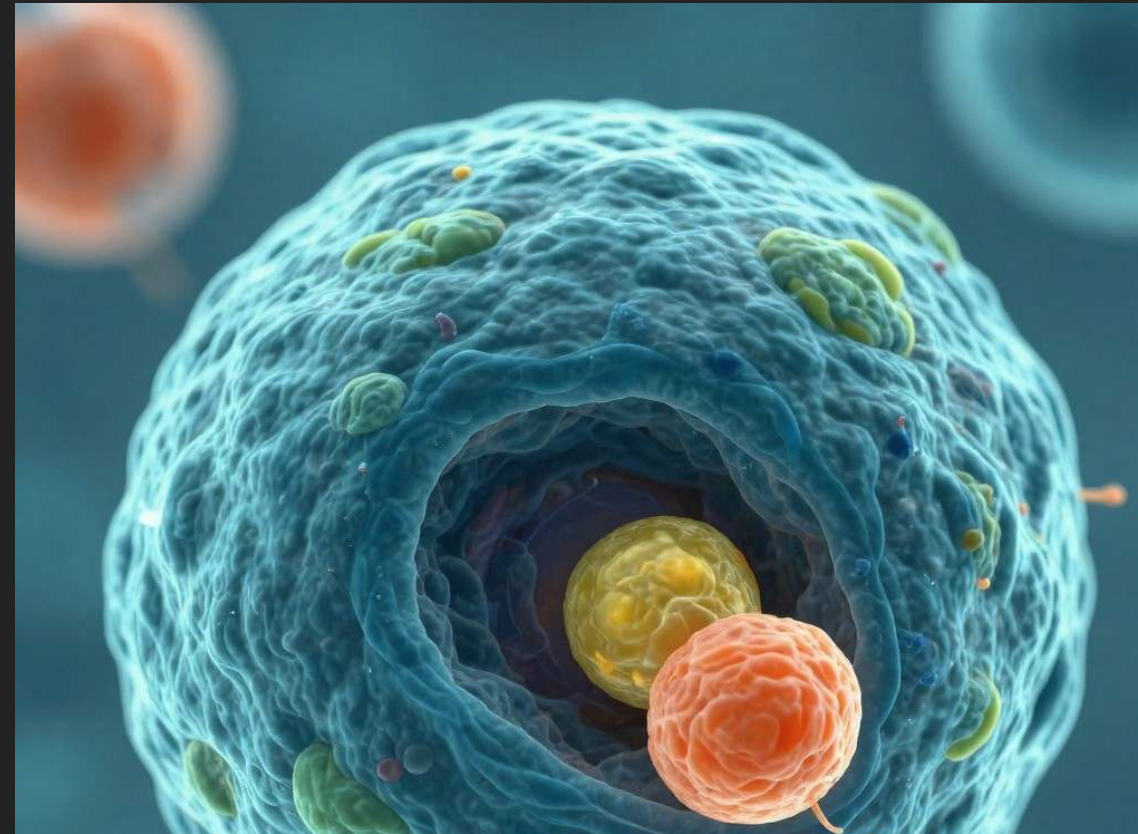
Белки в основном выполняют структурные функции, но в стрессовых условиях аминокислоты расщепляются для получения энергии, поддерживая клеточные процессы.

Роль ферментов как катализаторов метаболизма



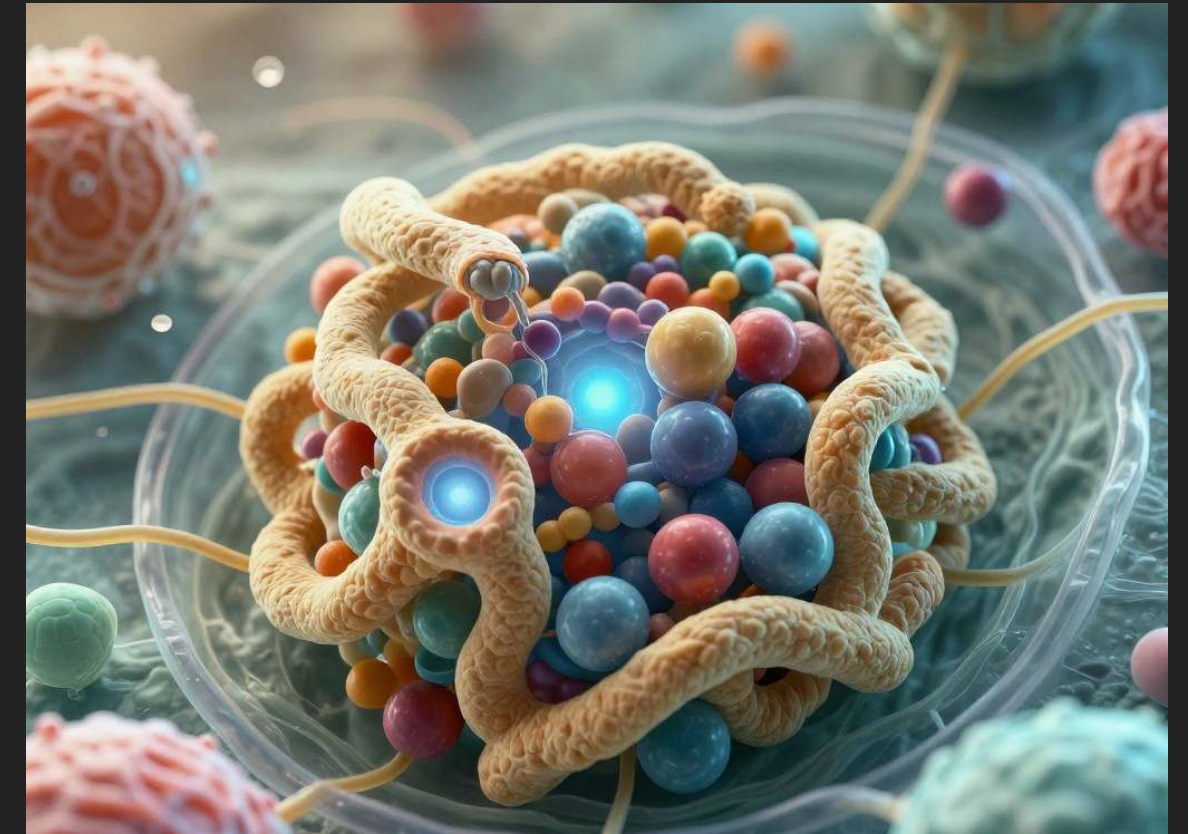
Ускорение химических реакций

Ферменты повышают скорость биохимических реакций в сотни миллионов раз, снижая энергию активации и обеспечивая эффективное протекание метаболических процессов.



Специфичность действия

Каждый фермент действует на строго определённый субстрат благодаря форме активного центра, что обеспечивает точность и координацию в клеточных реакциях.



Регуляция активности ферментов

Активность ферментов контролируется различными механизмами: обратной связью, ингибиторами и модификациями, что позволяет клетке адаптироваться к изменениям среды.

Этапы энергетического обмена в клетке



На каждом этапе синтезируются специфические соединения, обеспечивающие преобразование энергии и поддержание клеточных функций.

Основная часть энергии высвобождается во время окислительного фосфорилирования, что обеспечивает максимальный выход АТФ.

Все данные основаны на общепринятых биохимических источниках, 2024



Гликолиз: ключевой этап обмена веществ

Гликолиз — гибкий путь, перерабатывающий глюкозу в двухмолекулярный пируват без нужды в кислороде, что делает этот процесс универсальным для всех клеток.

При этом образуются 2 молекулы АТФ и НАДН, которые служат первичной энергией и восстановителями для последующих стадий метаболизма.



Цикл Кребса: основной аэробный путь

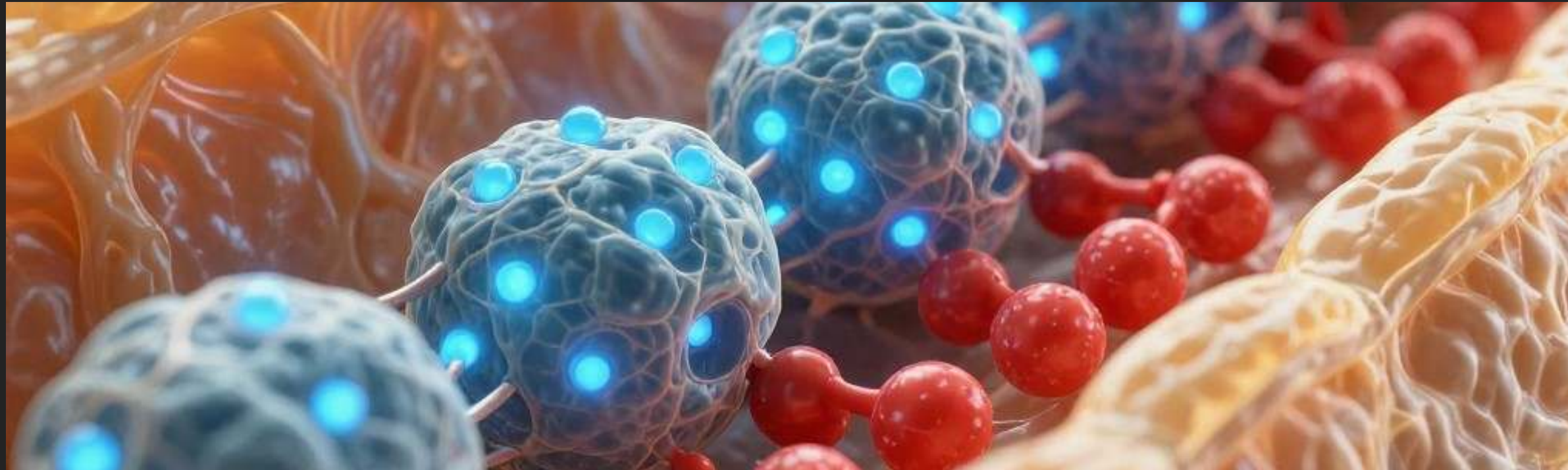


Цикл Кребса является центральным звеном аэробного метаболизма с эффективным получением восстановленных переносчиков электронов.

Результаты цикла подготавливают субстраты для дыхательной цепи, что повышает энергетическую эффективность процесса.

Классические биохимические исследования, 2024

Окислительное фосфорилирование: синтез энергии



Механизм транспорта электронов

Электроны проходят по дыхательной цепи митохондрий, плавно передавая энергию для активного транспорта протонов через мембрану.

Протонный градиент и АТФ-синтаза

Создание протонного градиента обеспечивает движение протонов обратно через АТФ-синтазу, приводя к синтезу большого количества молекул АТФ.

01

Катаболизм разбивает макромолекулы, освобождая энергию и образуя простые субстраты для анаболизма.

02

Анаболизм использует энергию катаболизма для построения сложных питательных и структурных компонентов клетки.

03

Баланс между этими путями обеспечивает гомеостаз, своевременную адаптацию к изменениям и эффективное функционирование клеточной системы.

04

Нарушения в гармонии катаболизма и анаболизма ведут к развитию метаболических заболеваний и нарушению жизненных процессов.

Катаболизм и анаболизм — функциональная взаимосвязь путей метаболизма

Органоиды клетки и их роль в обмене веществ

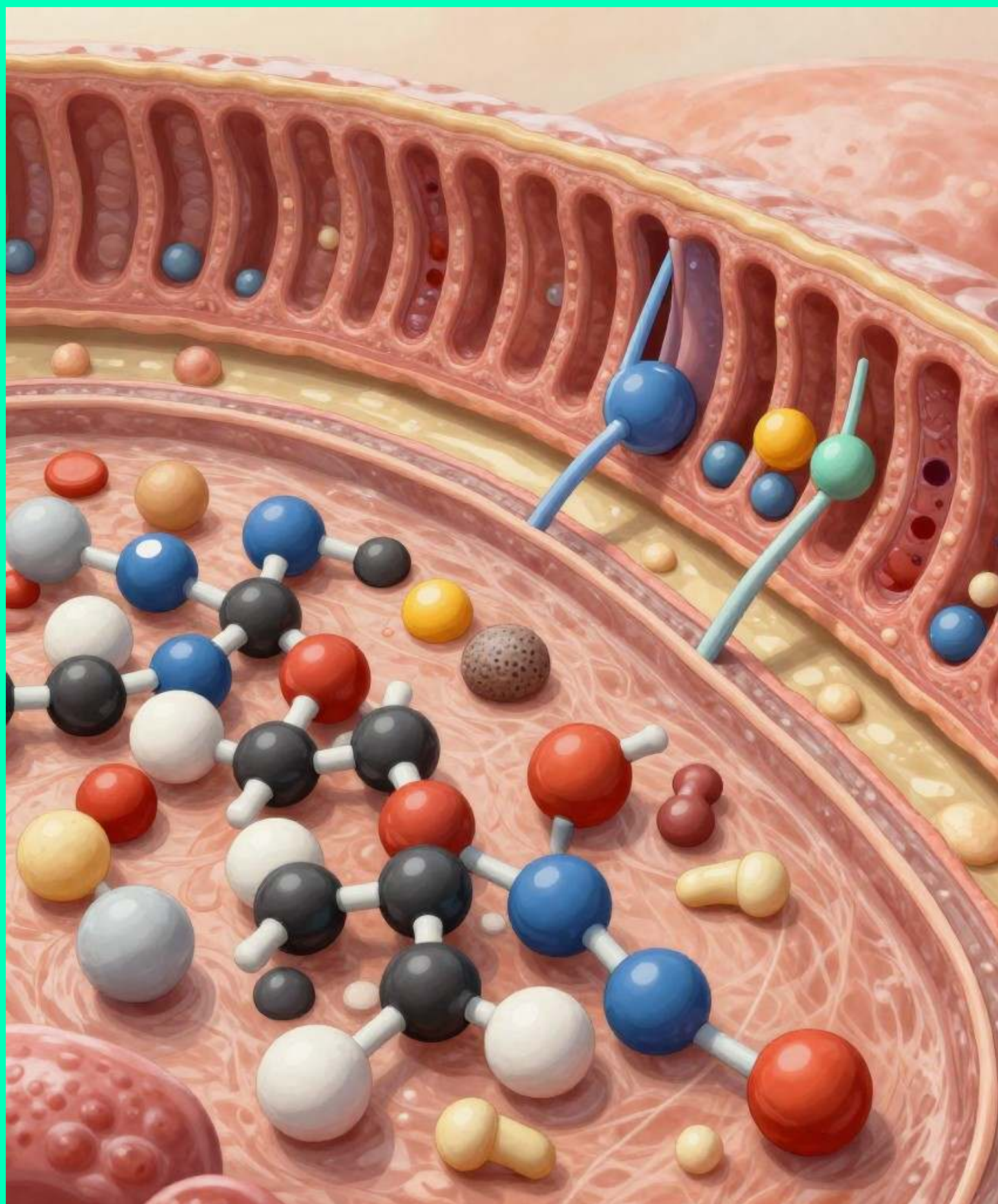
Митохондрии и рибосомы

Митохондрии отвечают за синтез АТФ и осуществление окислительного фосфорилирования, что обеспечивает энергию для клетки. Рибосомы выполняют синтез белка, делая возможным рост и восстановление тканей.



Эндоплазматическая сеть, лизосомы и вакуоли

Эндоплазматическая сеть синтезирует липиды и углеводы, поддерживая структуру мембран. Лизосомы расщепляют крупные молекулы, а вакуоли в растительных клетках накапливают и выводят продукты обмена.



Процессы энергетического обмена: последовательность этапов

01

Углеводы, белки и липиды проходят через этапы гликолиза в цитоплазме, где начинается расщепление. Этот процесс подготавливает субстраты для дальнейшего окисления в митохондриях.

02

Далее цикл Кребса в митохондриях обеспечивает полное окисление, а дыхательная цепь генерирует большую часть АТФ, завершая энергетический обмен с максимальной эффективностью.

Брожение и его биологическое значение

01

Брожение протекает в отсутствии кислорода, позволяя бактериям, грибам и некоторым животным клеткам получать энергию анаэробно. Этот процесс важен для выживания в кислородно-дефицитных условиях.

02

У дрожжей продукты брожения — этанол и углекислый газ, которые используются в хлебопечении и виноделии. В мышцах при недостатке кислорода возникает молочная кислота, вызывая усталость.

03

Хотя брожение производит лишь 2 молекулы АТФ на глюкозу, оно служит краткосрочным источником энергии, поддерживая жизненные функции при нехватке кислорода.



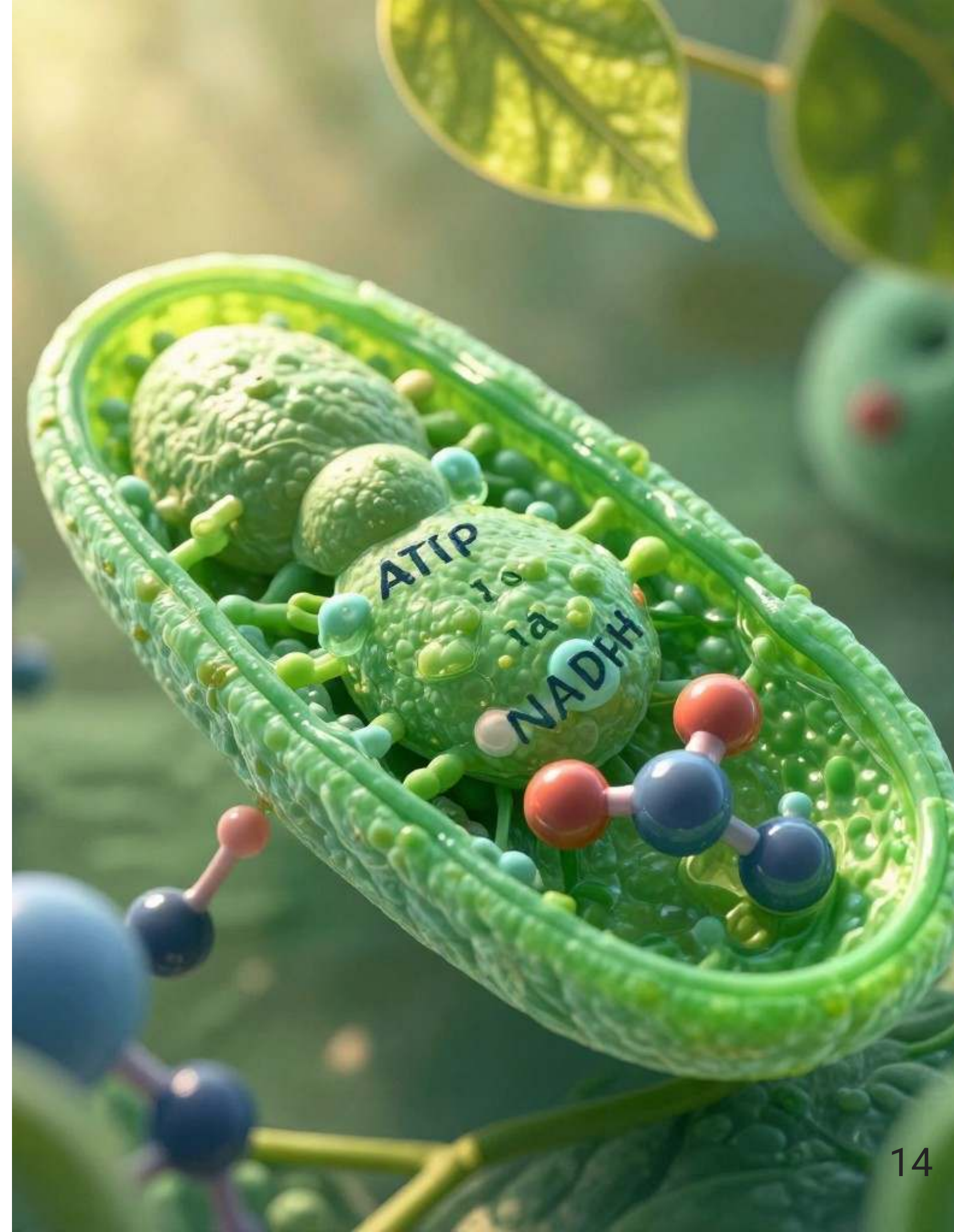
Преобразование энергии в фотосинтезе

01

В световой фазе фотосинтеза хлоропласты создают АТФ и восстановленный НАДФ*Н, используя энергию света. Этот процесс обеспечивает первичный энергообмен в растительных клетках.

02

Темновая фаза фиксирует углекислый газ и синтезирует углеводы, превращая неорганические вещества в органические молекулы, необходимые для роста растений и поддержания экосистемы.



АТФ является универсальным носителем энергии и обеспечивает работу всех клеточных функций, несмотря на малое его общее количество в клетке.

От 10
до

молекул АТФ расходуется и восстанавливается в клетках каждого дня, обеспечивая непрерывный энергетический обмен для всех жизненных процессов.

Биохимические исследования клеточного метаболизма

Регуляция обмена веществ на клеточном уровне

01

Активность ферментов регулируется специфическими молекулами, которые могут ускорять или тормозить метаболические реакции, обеспечивая адаптацию к потребностям клетки.

02

Гормоны, например инсулин и адреналин, контролируют утилизацию глюкозы и мобилизацию энергетических запасов, координируя физиологические процессы организма.

03

Нервная система через сигналы и обратную связь поддерживает гомеостаз, позволяя клеткам эффективно реагировать на изменения внешней среды.

Нарушения обмена веществ и их последствия

01

Сахарный диабет возникает при дефиците или нечувствительности к инсулину, что приводит к гипергликемии и нарушению энергетического обмена.

02

Фенилкетонурия связана с дефектами обмена аминокислот, вызывающими повреждение нервной системы и когнитивные нарушения при отсутствии лечения.

03

Болезни митохондрий влияют на синтез АТФ, вызывая мышечную слабость и неврологические симптомы, что затрудняет поддержание жизнедеятельности организма.

04

Эти заболевания требуют постоянного мониторинга и терапии, направленной на поддержку метаболического баланса и предотвращение осложнений.

01

У животных основное выделение продуктов обмена происходит через почки, выводящие мочевину, что позволяет поддерживать водно-солевой баланс.

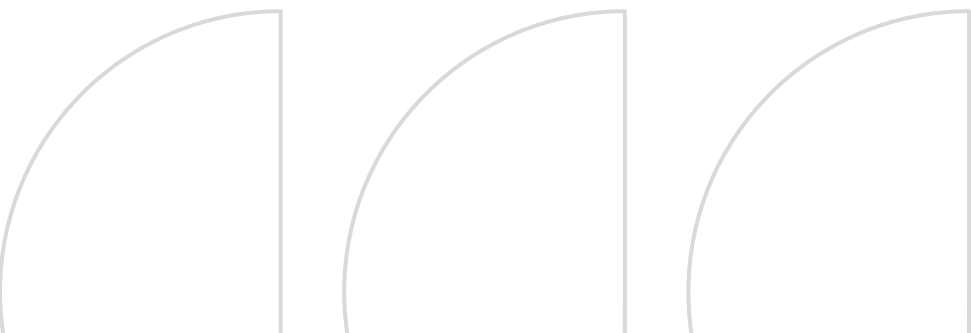
02

Кожа и легкие способствуют выведению излишков воды, солей и углекислого газа, играя ключевую роль в гомеостазе и терморегуляции.

03

В растениях устьица обеспечивают газообмен и удаление воды, а лизосомы и вакуоли разлагают и утилизируют внутриклеточные отходы.

Удаление продуктов обмена и их выделение



Альтернативные энергетические пути в клетке

01

Хемосинтез обеспечивает энергию у нитрифицирующих бактерий за счёт окисления неорганических веществ, что особенно важно в средах без света.

02

Фотосинтез используется растениями и некоторыми бактериями для преобразования солнечной энергии, что обеспечивает основной источник органического питания.

03

Брожение служит альтернативой при отсутствии кислорода, например у дрожжей и мышц, а термофильные бактерии адаптированы к экстремальным температурам, синтезируя АТФ в горячих источниках.

Заключение: важность обмена веществ для жизни и общества

Обмен веществ поддерживает жизненные функции, обеспечивает рост и адаптацию организма. Изучение метаболизма важно для медицины, биотехнологий и сохранения здоровья человека и экосистем.