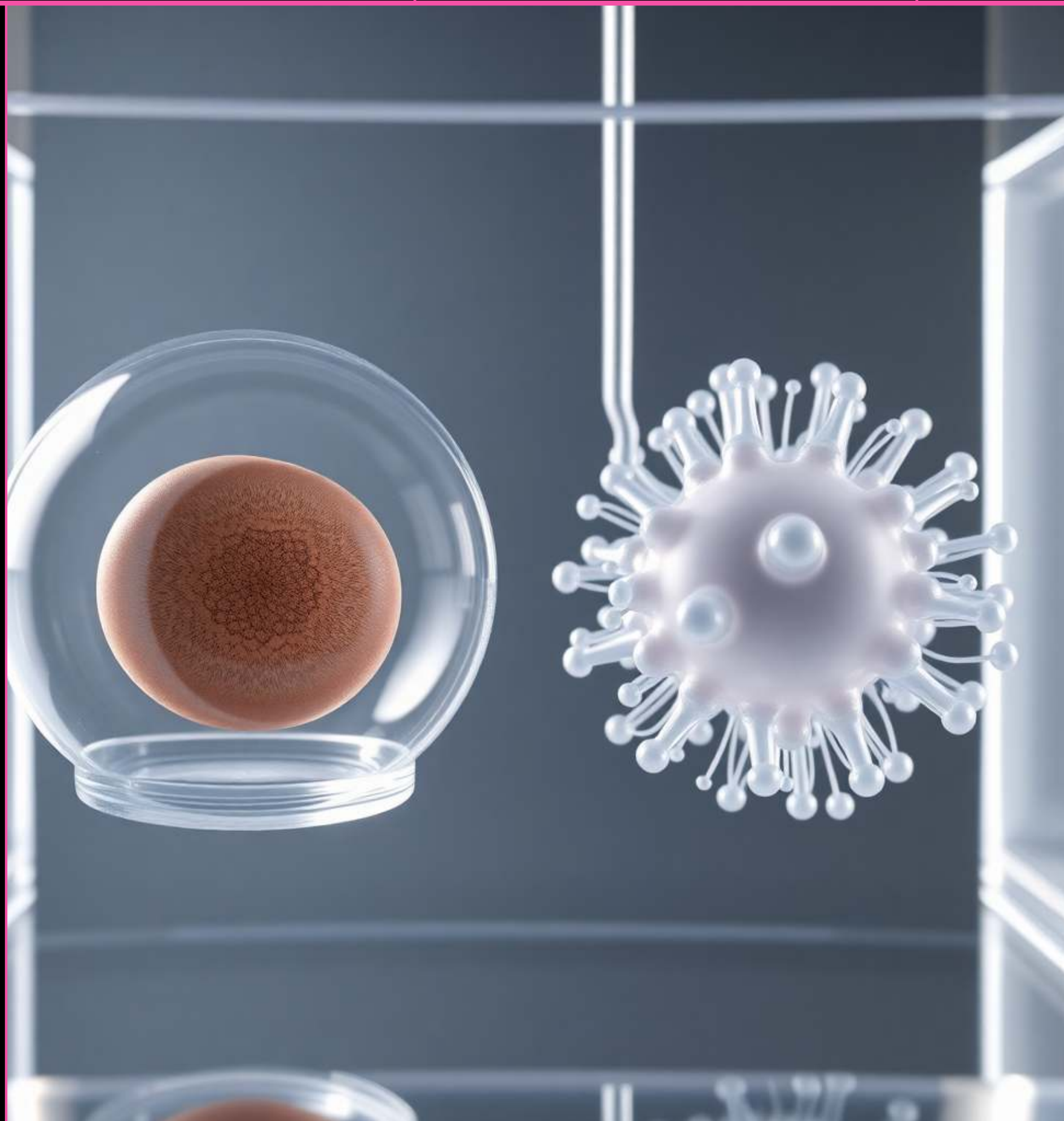


ПОЛУАВТОНОМНЫЕ ОРГАНОИДЫ КЛЕТКИ



Митохондрии и пластиды: строение, функции, происхождение и значение для эукариот.

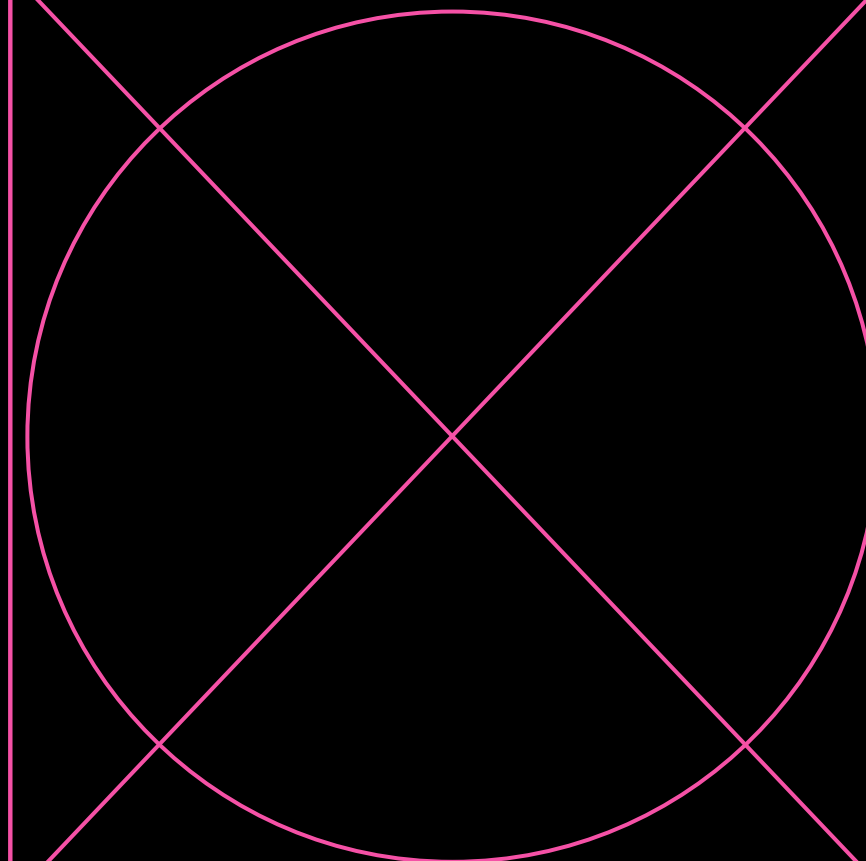


КАК ОРГАНОИДЫ СОХРАНЯЮТ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ И ЗАВИСИМОСТЬ

Митохондрии и пластиды частично сами обеспечивают свою работу: содержат ДНК, синтезируют часть белков и делятся. Но ключевые белки поступают из ядра, поэтому их автономия всегда ограничена.



КАК НАУКА РАСКРЫВАЛА ПРИРОДУ ОРГАНОИДОВ



Середина XX века

Электронная микроскопия и биохимические методы показали, что у митохондрий и пластид есть собственный генетический материал и рибосомы.

01

Накопление доказательств

Сравнение строения органоидов с бактериальными клетками укрепило представление о том, что их происхождение связано с древними микроорганизмами.

02

1967 год

Линн Маргулис сформулировала эндосимбиотическую теорию, объяснив появление митохондрий и хлоропластов как результат древнего симбиоза.

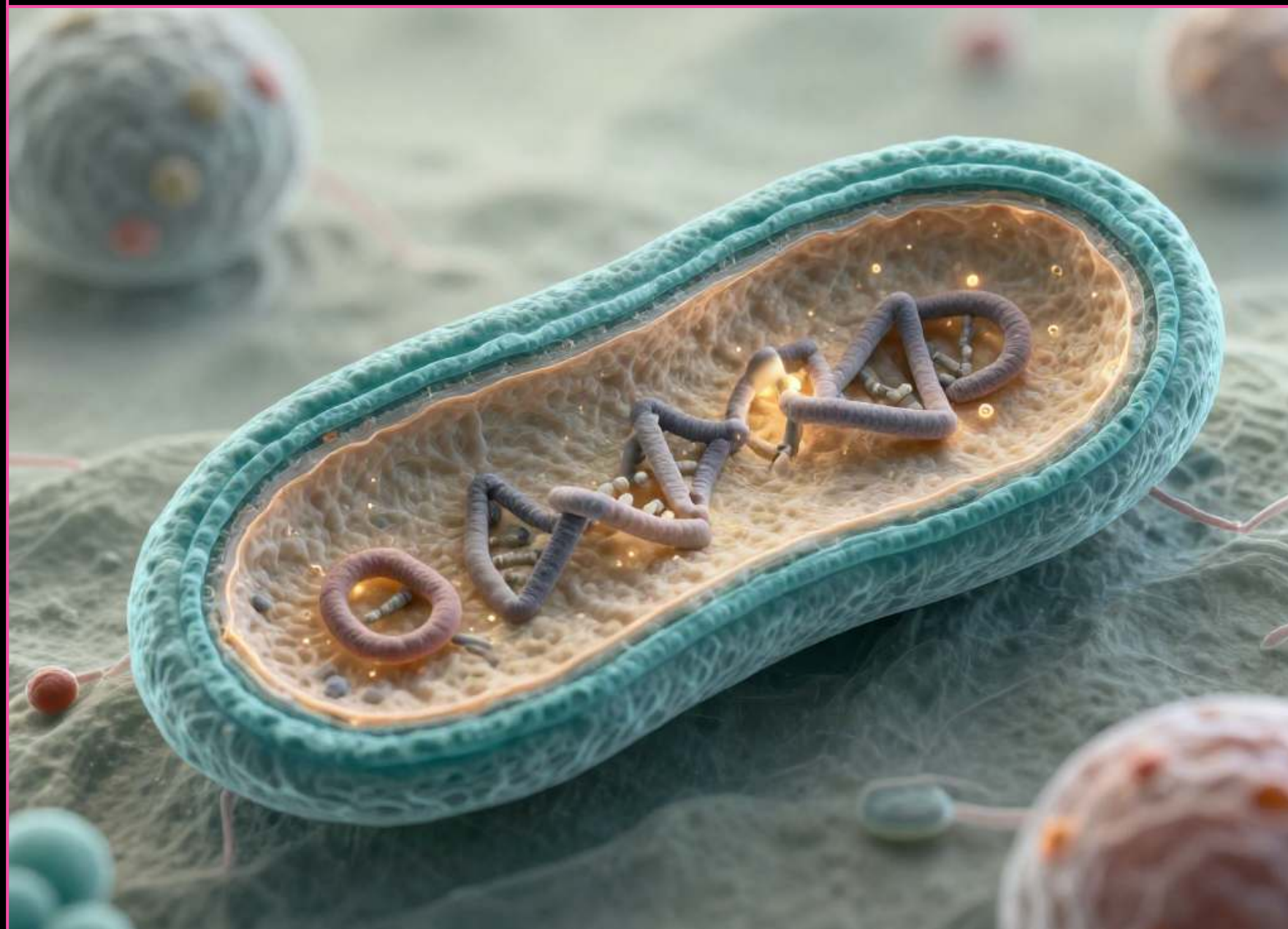
03

Научное значение

Эти данные изменили взгляд на происхождение эукариотической клетки и показали, что симбиоз может стать движущей силой эволюции.

04

СТРОЕНИЕ МИТОХОНДРИИ



Двойная мембрана

Наружная мембрана отделяет органоид от цитоплазмы, а внутренняя образует кристы, увеличивающие площадь для ферментных комплексов дыхания и синтеза АТФ.

Межмембранное пространство

Этот узкий слой между мембранами участвует в создании условий для переноса ионов и накопления энергии, необходимой для работы дыхательной цепи.

Матрикс

Во внутреннем содержимом митохондрии находятся ферменты, собственная кольцевая ДНК и рибосомы, что позволяет органоиду синтезировать часть нужных молекул самостоятельно.

Связь с энергией клетки

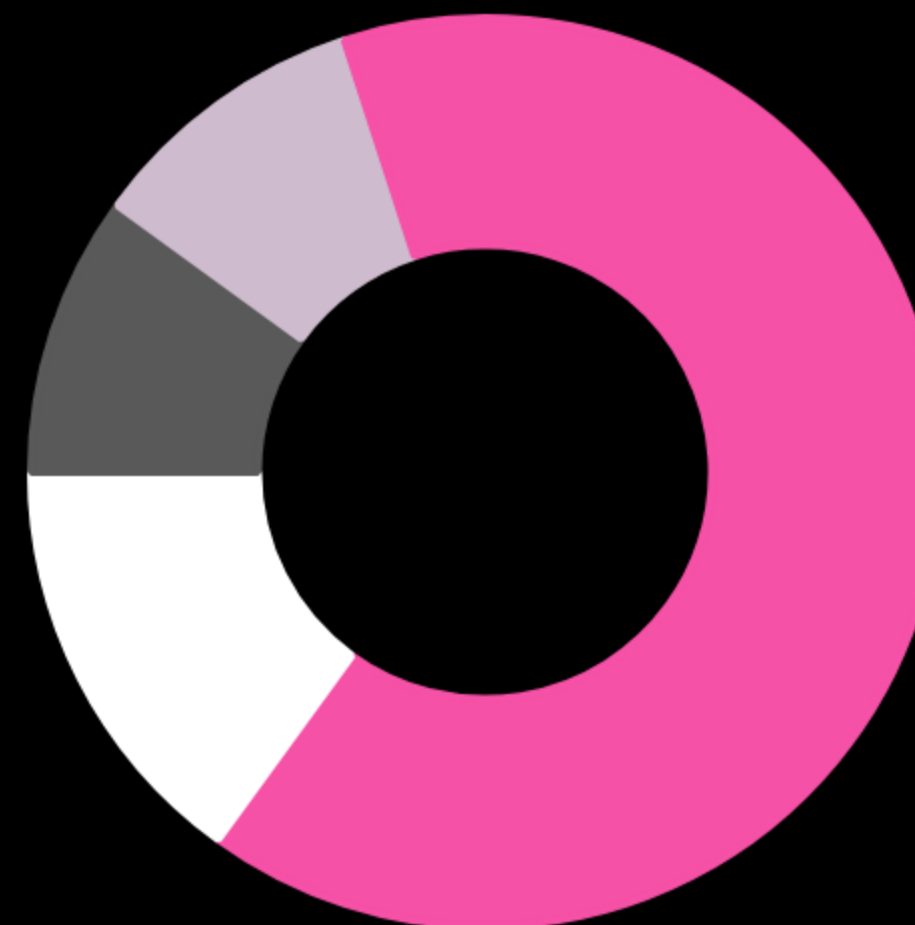
Именно в митохондрии протекают процессы, обеспечивающие образование АТФ, поэтому её строение тесно связано с энергоснабжением клетки.

ФУНКЦИИ МИТОХОНДРИЙ

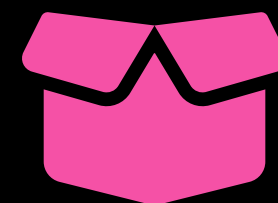
Кроме выработки энергии, МИТОХОНДРИИ участвуют в тонкой регуляции работы клетки и помогают ей отвечать на внутренние сигналы.

Главная роль митохондрий связана с синтезом АТФ, но их функции шире энергетики и затрагивают регуляцию жизненных процессов.

Энергетическое обеспечение
 Окисление веществ
 Регуляция кальция
 Апоптоз
 Другие процессы

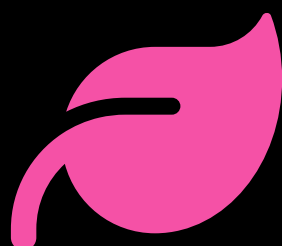


ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПЛАСТИД



ЛЕЙКОПЛАСТЫ

Непигментированные пластиды служат для запаса крахмала, жиров и белков. Они особенно важны в корнях, клубнях и семенах, где откладываются питательные вещества.



ХЛОРОПЛАСТЫ

Содержат хлорофилл и обеспечивают фотосинтез, превращая световую энергию в химическую. Именно они делают возможным образование органических веществ в зелёных частях растения.

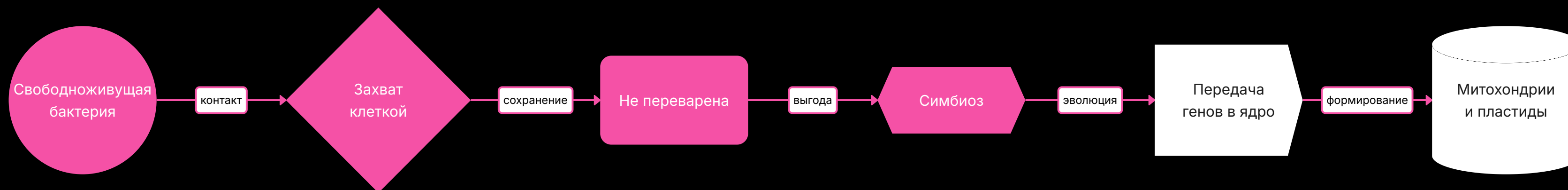


ХРОМОПЛАСТЫ

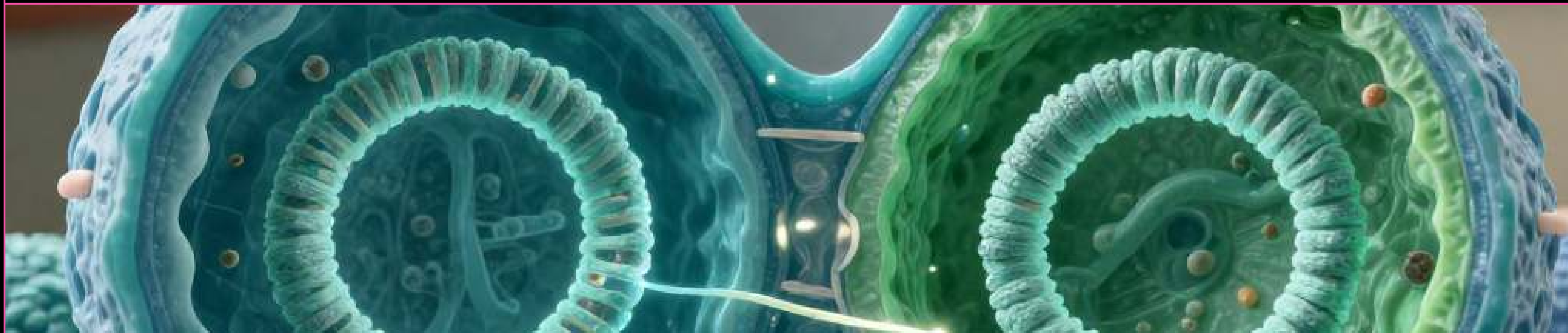
Накопление каротиноидов придаёт плодам, лепесткам и другим органам жёлтую, оранжевую или красную окраску, усиливая их заметность для опылителей и распространителей семян.

ЭНДОСИМБИОТИЧЕСКОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОРГАНОИДОВ

Схема отражает последовательность событий, объясняющую появление митохондрий и пластид в клетке эукариот.



ГЕНОМ МИТОХОНДРИЙ И ПЛАСТИД



КОЛЬЦЕВАЯ ДНК

Генетический материал этих органоидов обычно представлен кольцевой молекулой, напоминающей бактериальную. Это один из ключевых признаков их древнего происхождения.

01

ОГРАНИЧЕННЫЙ НАБОР ГЕНОВ

В собственном геноме сохраняются гены для рРНК, тРНК и части белков дыхательной цепи или фотосистем. Этого достаточно лишь для основных функций органоида.

02

ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ЯДРА

Большинство белков кодируется ядерной ДНК, синтезируется на рибосомах цитоплазмы и затем переносится внутрь органоида. Поэтому его работа требует согласования двух генетических систем.

03

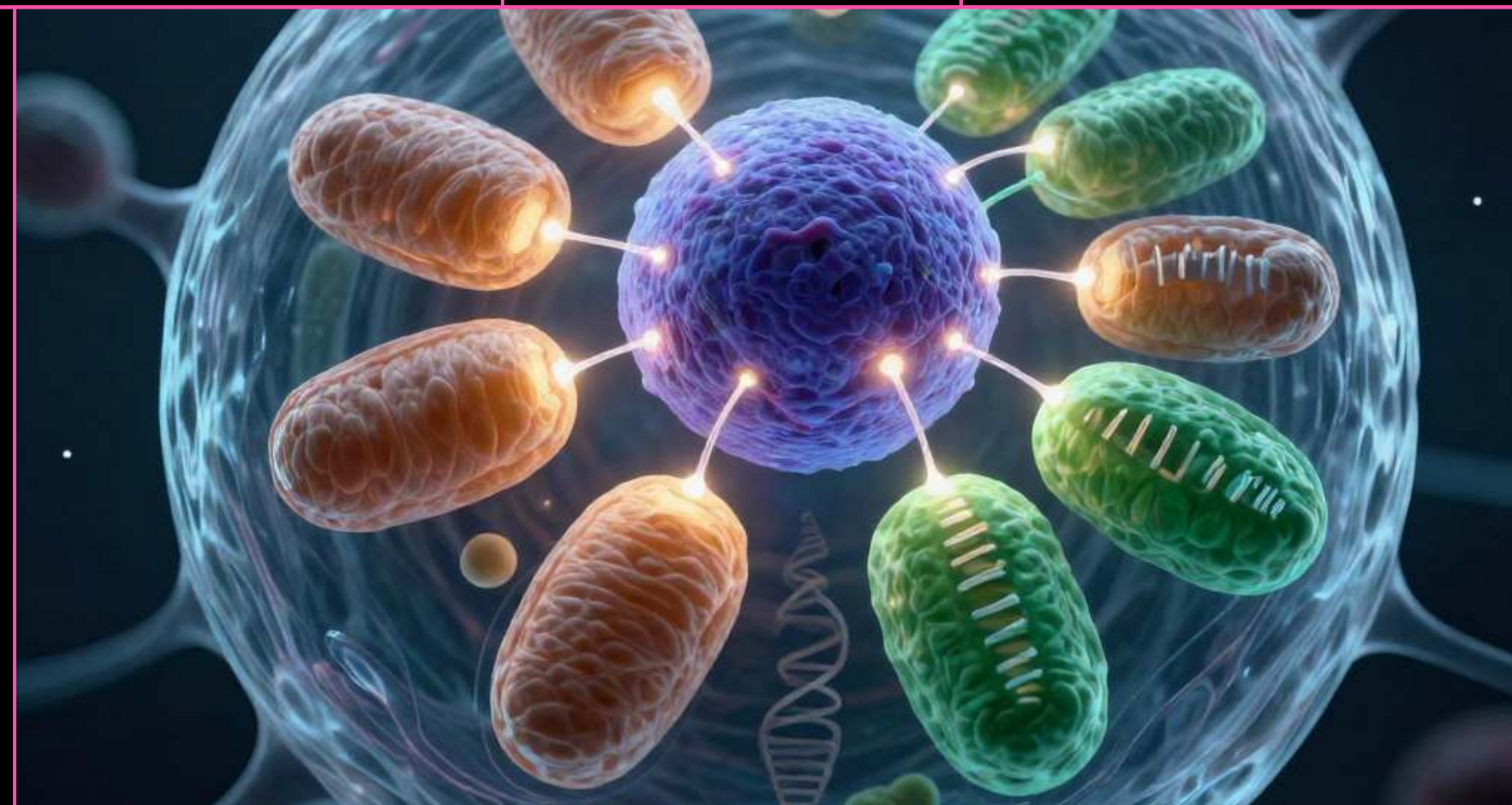
СРАВНЕНИЕ МИТОХОНДРИЙ И ХЛОРОПЛАСТОВ

Признак	Митохондрии	Хлоропласты
Функция	Синтез АТФ	Фотосинтез
Пигменты	Нет	Хлорофилл
Собственные ДНК и рибосомы	Есть	Есть
Двойная мембрана	Есть	Есть

Сопоставление показывает, что оба органоида имеют общий план строения, но выполняют разные задачи в клетке.

Оба органоида полуавтономны и сходны по происхождению, но митохондрии обеспечивают клетку энергией, а хлоропласты используют свет.

КАК КЛЕТКА УПРАВЛЯЕТ ПОЛУАВТОНОМНЫМ И ОРГАНОИДАМИ



РОЛЬ ЯДРА

Ядро задаёт большую часть программ работы митохондрий и пластид, кодируя основные белки, без которых органоиды не могут нормально функционировать.

ВКЛАД ОРГАНОИДОВ

Сами органоиды синтезируют часть собственных белков и поддерживают локальные процессы, связанные с дыханием, фотосинтезом и обменом веществ.

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА

Для сборки и обновления органоидов необходимы две системы наследственной информации: ядерная и органоидная. Их согласованность определяет жизнеспособность клетки.

ОГРАНИЧЕННАЯ АВТОНОМИЯ

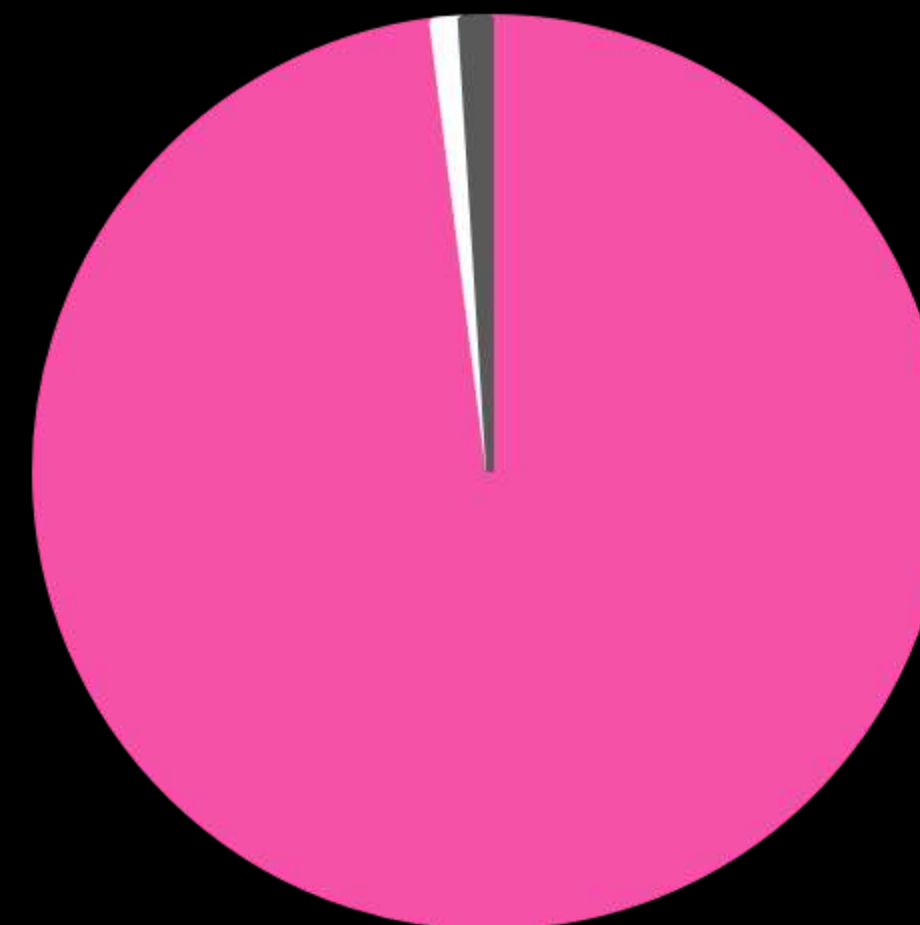
Митохондрии и пластиды делятся и имеют собственный геном, но полностью независимыми быть не могут, потому что зависят от продуктов ядерных генов.

СООТНОШЕНИЕ СОБСТВЕННОЙ И ЯДЕРНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Собственные геномы органоидов сохраняют лишь минимальный набор генов, необходимый для их работы и передачи наследственной информации внутри клетки.

Почти весь генетический контроль сосредоточен в ядре, поэтому полуавтономность органоидов является функциональной, а не полной.

Ядерная ДНК
 Митохондриальная ДНК
 Пластидная ДНК



Схематическая диаграмма по данным школьного курса биологии; обобщение современных представлений о геномах митохондрий

НАСЛЕДОВАНИЕ МИТОХОНДРИЙ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ

СЛЕД В РОДОСЛОВНЫХ

Поскольку митохондрии обычно наследуются по материнской линии, их ДНК используют для изучения родства и происхождения. Это делает органоид полезным не только для биологии, но и для генеалогии.

04

МАТЕРИНСКАЯ ЛИНИЯ

У большинства животных митохондрии передаются через яйцеклетку, потому что именно она обеспечивает зиготу почти всей цитоплазмой и набором органоидов, тогда как вклад сперматозоида в этом отношении минимален.

01

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ

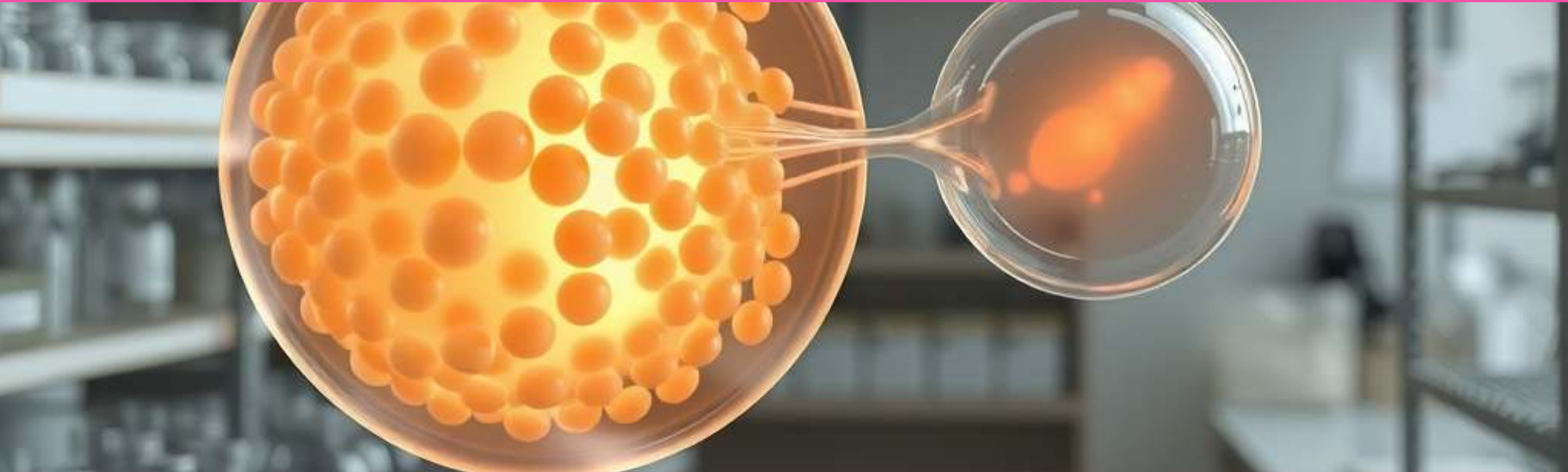
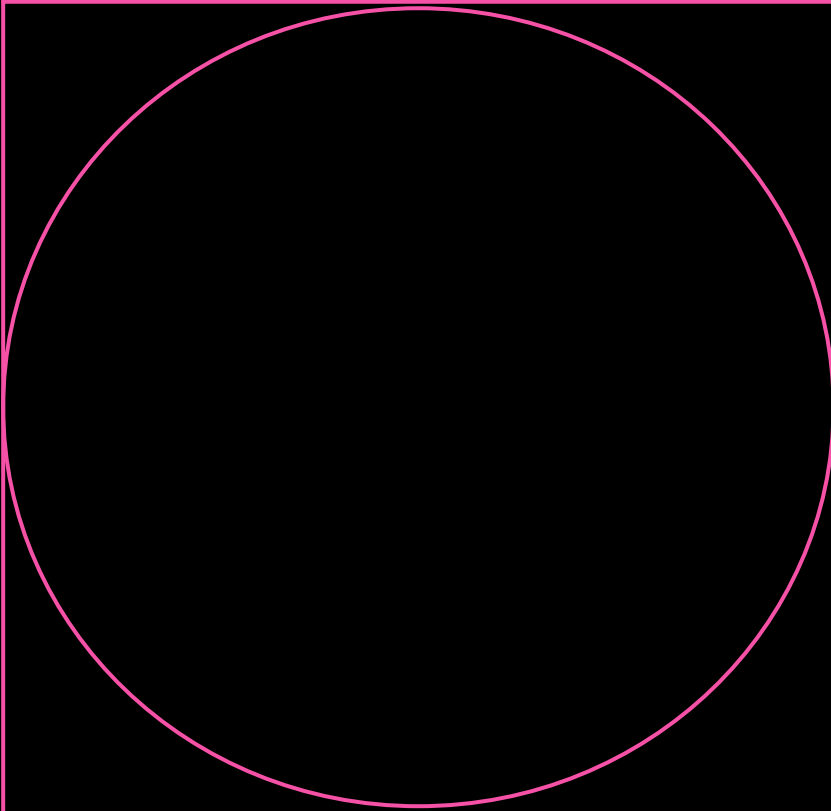
Изменения в митохондриальной ДНК могут нарушать работу дыхательной цепи и синтез АТФ. Из-за этого страдают ткани, которым особенно нужна энергия: мышечная, нервная и сердечная.

02

ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ

Анализ митохондриальных мутаций помогает выявлять наследственные болезни и оценивать риск их передачи потомству. Такие исследования важны для диагностики, медико-генетического консультирования и наблюдения семейных случаев.

03



ГДЕ В РАСТЕНИИ РАБОТАЮТ РАЗНЫЕ ПЛАСТИДЫ



Лист как центр фотосинтеза

Зелёный лист – главный «рабочий зал» растения, где преобладают хлоропласты. Именно в них улавливается световая энергия и образуются органические вещества, необходимые для роста, дыхания и питания всего организма.



Плод и цветок: яркая окраска

В плодах, лепестках и других окрашенных частях чаще встречаются хромопласты. Их пигменты придают органам заметную окраску, которая помогает привлекать опылителей и животных-распространителей семян.

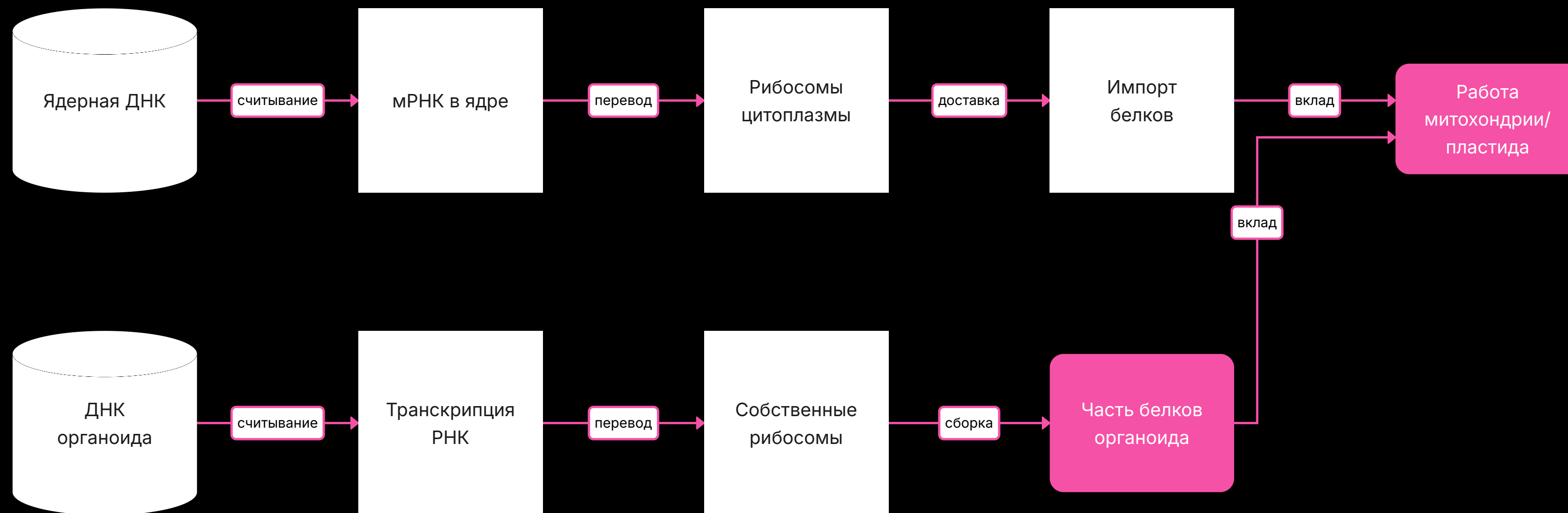


Корень, клубень и семя: запас веществ

В подземных органах и семенах нередко доминируют лейкопласты. Они накапливают крахмал, жиры и белки, создавая запас, который растение использует при прорастании, переживании неблагоприятных условий и начале роста.

СИНТЕЗ БЕЛКОВ В ОРГАНОИДАХ И В ЦИТОПЛАЗМЕ

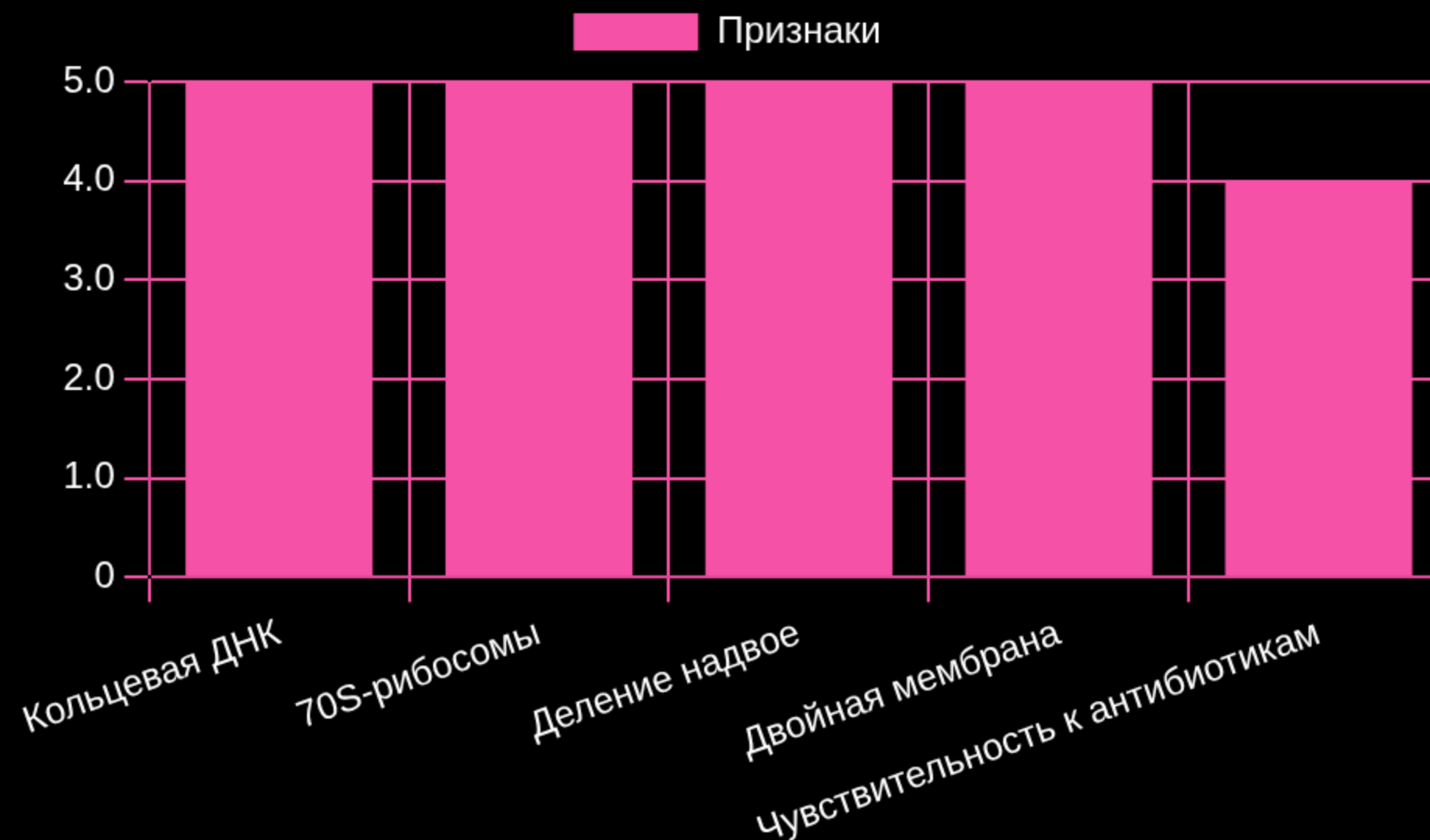
Схема показывает два согласованных пути: собственный синтез части белков внутри органоида и импорт белков, закодированных в ядре.



ПРИЗНАКИ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ МИТОХОНДРИЙ И ПЛАСТИД

Каждый признак по отдельности не доказывает происхождение органоидов, но их сочетание создаёт убедительную картину родства с бактериями.

Совпадение нескольких бактериальных признаков поддерживает эндосимбиотическую теорию лучше, чем любой из них в отдельности.



***ИМЕННО МИТОХОНДРИИ И ПЛАСТИДЫ ИМЕЮТ
СОБСТВЕННЫЙ ГЕНОМ И РАЗМНОЖАЮТСЯ ДЕЛЕНИЕМ,
ПОЭТОМУ ИХ ВЫДЕЛЯЮТ КАК ОСНОВНЫЕ ПРИМЕРЫ
ЧАСТИЧНОЙ АВТОНОМИИ.***

2

классических примера полуавтономных
органOIDов рассматриваются
в школьной биологии

Школьный курс биологии

КАК РАЗНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ВЛИЯЮТ НА ПРИЗНАКИ ОРГАНИЗМА

Сравнение показывает, что наследственная информация распределена между несколькими уровнями контроля и совместно формирует признаки клетки и организма.

Фенотип не сводится к одному геному: ядро, митохондрии и пластиды участвуют в формировании признаков совместно.

Источник	Что определяет	Пример признаков
Ядерная ДНК	Большинство признаков	Строение организма
Митохондриальная ДНК	Энергетический обмен	Наследственные болезни
Пластидная ДНК	Фотосинтез и окраска	Цвет листьев и плодов



ЗНАЧЕНИЕ ПОЛУАВТОНОМНЫХ ОРГАНОИДОВ В ЭВОЛЮЦИИ

РОСТ ЭНЕРГЕТИКИ КЛЕТКИ

Появление митохондрий увеличило эффективность клеточного дыхания и позволило эукариотическим клеткам получать больше энергии из органических веществ, чем раньше.

01

ФОТОСИНТЕЗ У ЭУКАРИОТ

Возникновение пластид открыло эукариотам путь к фотосинтезу, а значит – к самостоятельному созданию органических веществ из неорганических соединений и света.

02

УСЛОЖНЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

Более высокий энергетический потенциал сделал возможными крупные размеры клеток, специализацию тканей и дальнейшее развитие многоклеточности у животных и растений.

03

ОСВОЕНИЕ НОВЫХ СРЕД

Благодаря этим органоидам растения смогли активно распространяться на суше, а эукариоты в целом заняли множество экологических ниш и образовали большое разнообразие форм.

04

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ МИТОХОНДРИЙ И ПЛАСТИД



Электронная микроскопия

Позволяет увидеть двойную мембрану, кристы, тилакоиды и другие детали ультраструктуры, которые невозможно различить в обычный световой микроскоп.

Секвенирование ДНК

Даёт возможность читать геномы органоидов, находить мутации и сравнивать митохондриальные и пластидные последовательности у разных организмов.

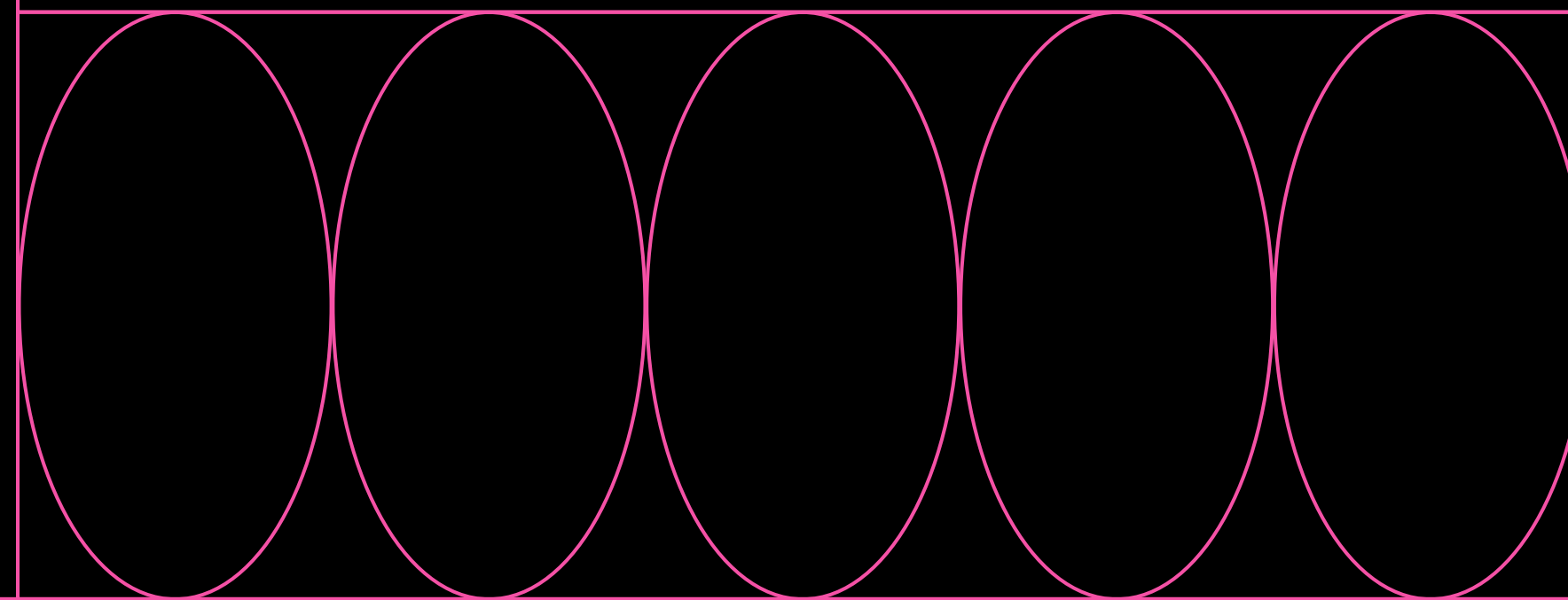
Молекулярная диагностика

Используется для выявления наследственных нарушений, связанных с митохондриальной ДНК, и для проверки особенностей передачи органоидных генов.

Изучение взаимодействий

Современные методы помогают понять, как ядерный геном и органоиды согласуют синтез белков, обмен веществ и работу клеток в целом.

ПОЧЕМУ ПОЛУАВТОНОМНЫЕ ОРГАНОИДЫ ТАК ВАЖНЫ



Митохондрии и пластиды не существуют отдельно от клетки, но именно их частичная самостоятельность сделала эукариот более энергичными, разнообразными и эволюционно успешными.