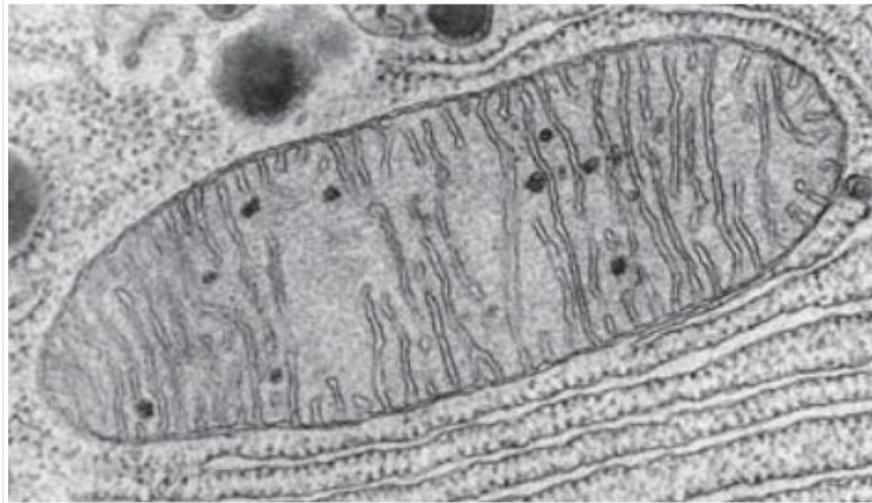


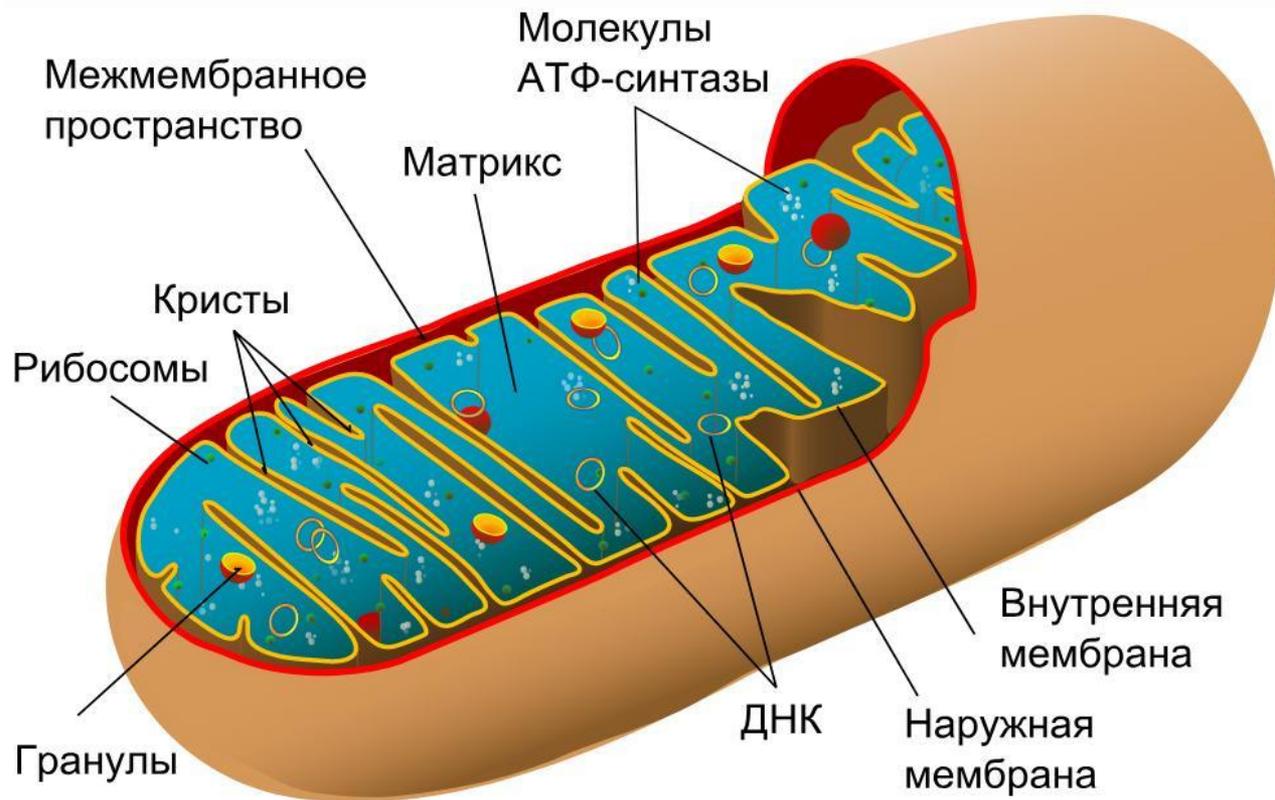
МИТОХОНДРИИ

«Энергетические станции» клетки



0.5 μm

- Митохондрия – двумембранный органоид сферической или эллипсоидной формы.
- Митохондрии имеются у всех эукариотических клеток и обладают общим планом строения:

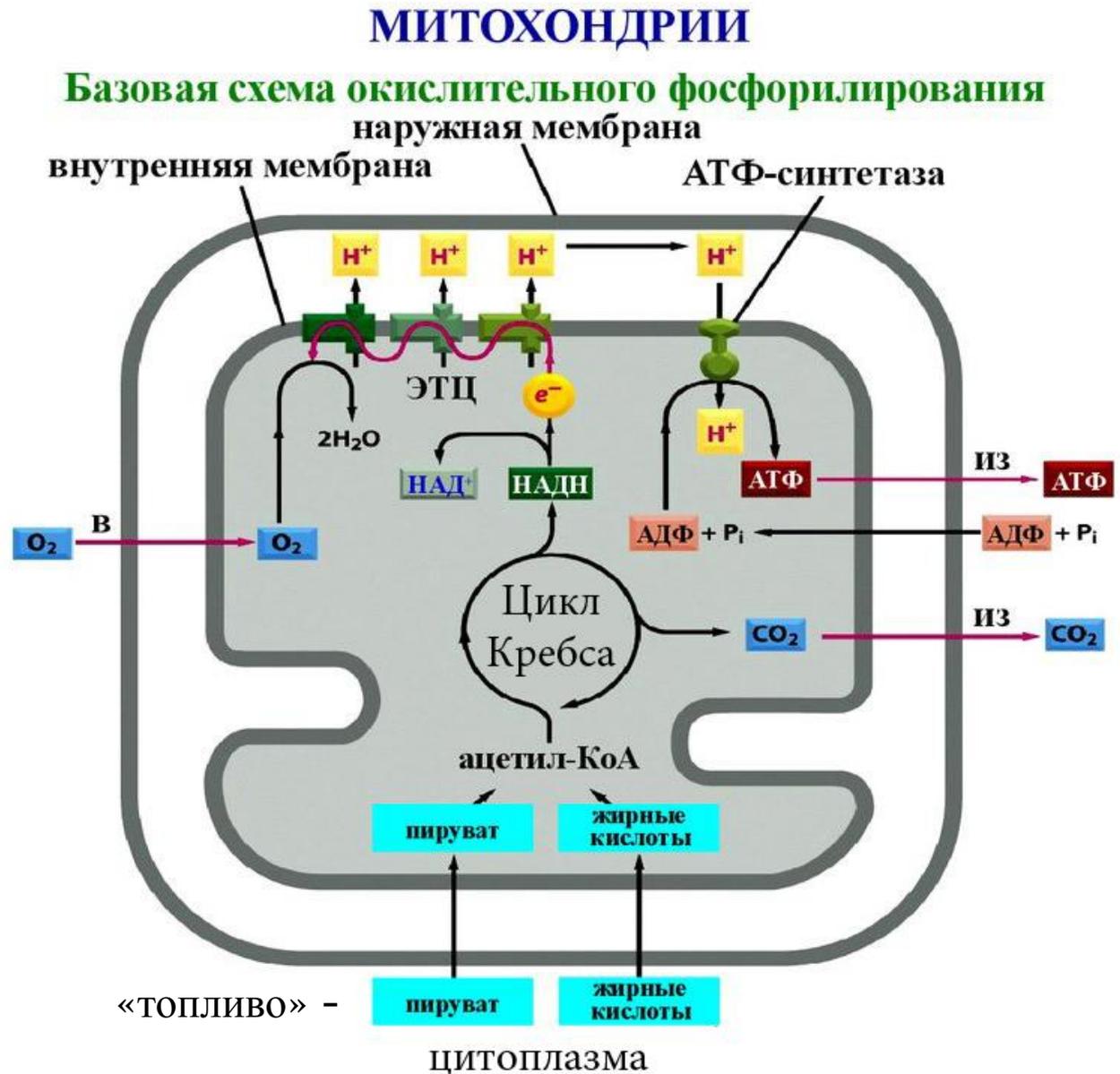


- Происхождение митохондрий: симбиогенез
- Размеры: ширина 0,5 – 1 мкм, длина 6 – 70 мкм
- Число в клетке: от 1 (эвглена, хлорелла и др. зелёные водоросли) до 500 000 шт. (амёба *Chaos chaos*)

- Основная функция митохондрий – окисление органических соединений и синтез АТФ с использованием высвобождающейся энергии (окислительное фосфорилирование)

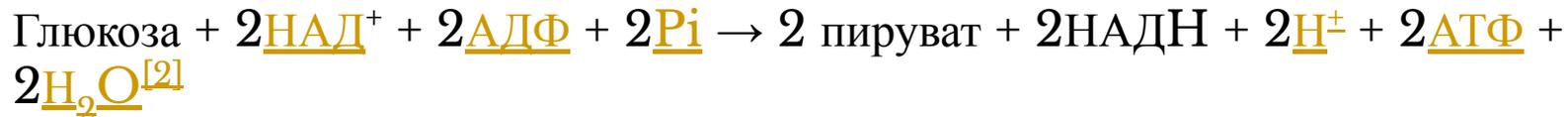
Стадии:

1. Превращение пирувата и жирных кислот в ацетил-СоА;
2. Окисление ацетил-СоА в цикле Кребса с образованием НАДН и двух молекул CO_2 ;
3. Перенос электронов с НАДН на кислород по дыхательной цепи с образованием H_2O ;
4. Образование АТФ в результате деятельности мембранного АТФ-синтетазного комплекса.



Превращение пировиноградной кислоты в ацетил-СоА

● Гликолиз (в цитоплазме)



В цитоплазме в серии из 10 отдельных ферментативных реакций гликолиза шестиуглеродная молекула глюкозы частично окисляется до двух трёхуглеродных молекул пирувата с образованием двух молекул АТФ

● Трансмембранный перенос пирувата и жирных кислот из цитозоля в матрикс (работа транспортных белковых систем)

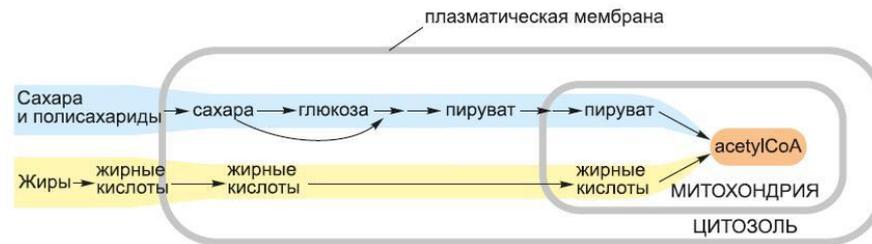
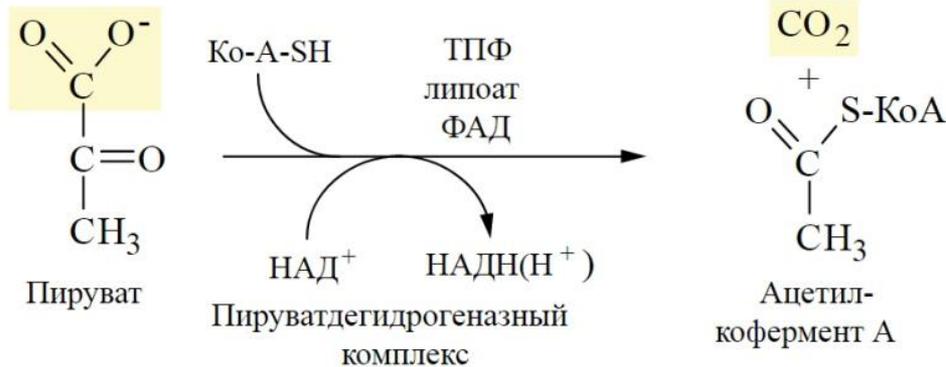


Рис. 2.80. Пути образования acetylCoA из сахаров и жиров. Митохондрия в ядерных клетках — это то место, где из двух основных классов молекул питательных веществ образуется acetylCoA. Поэтому митохондрия есть то место, где происходит большинство окислительных реакций клетки и где образуется большая часть ее АТФ. Структура и функции митохондрий подробно обсуждаются в главе 14.

Превращение пирувиноградной кислоты в ацетил-СоА

- Окислительное декарбоксилирование пирувата:



Катализируется крупным пируватдегидрогеназным комплексом, состоящим из трёх ферментов, пяти коферментов и двух регуляторных белков.

Окислительное декарбоксилирование пирувата

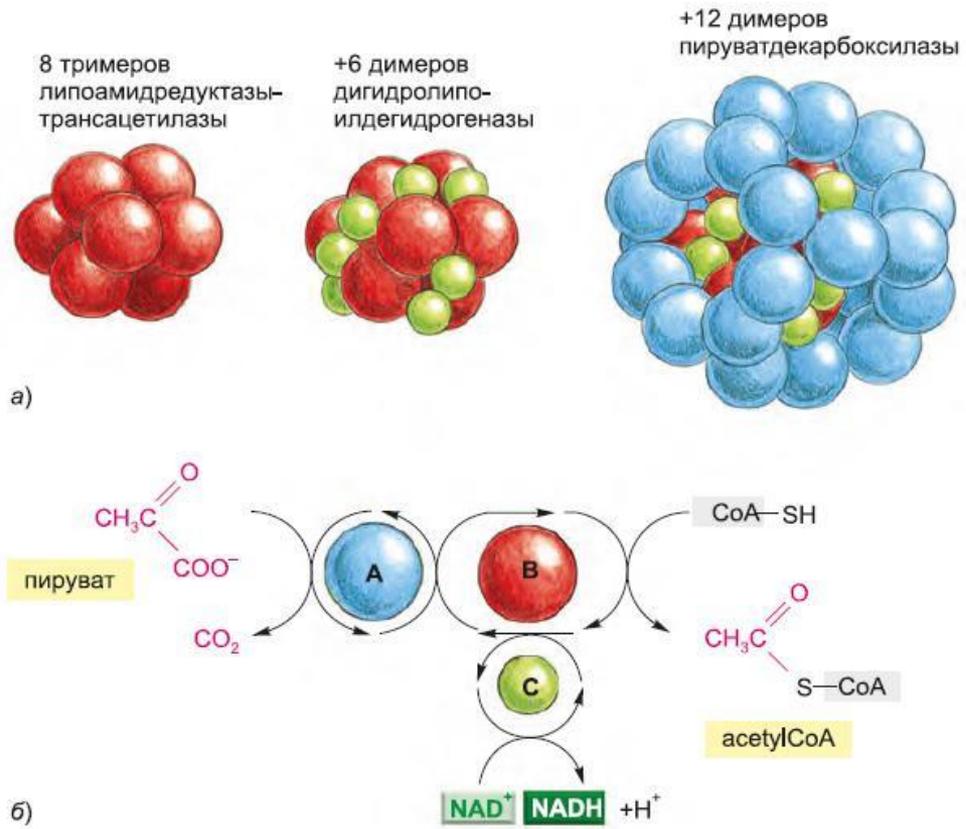
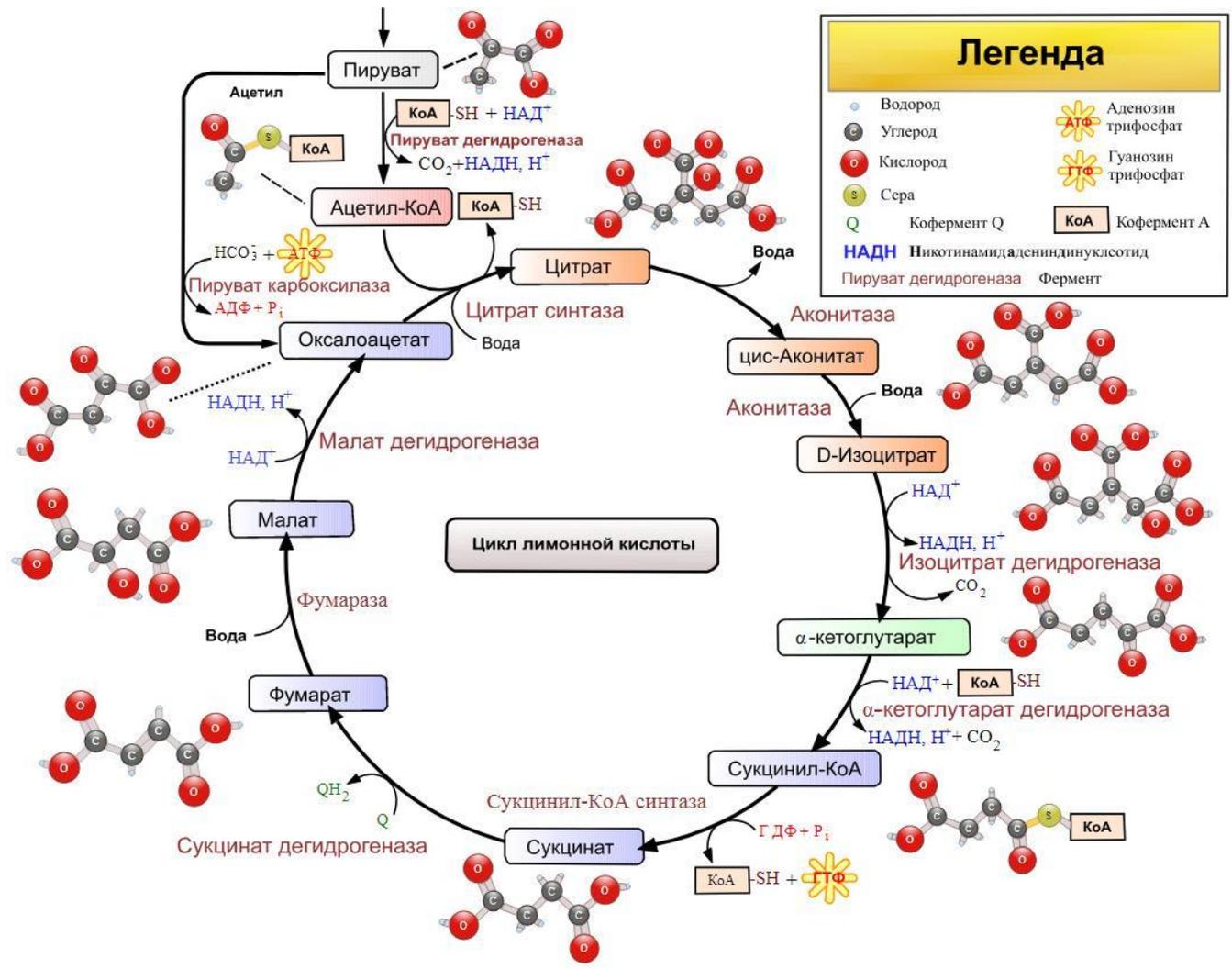
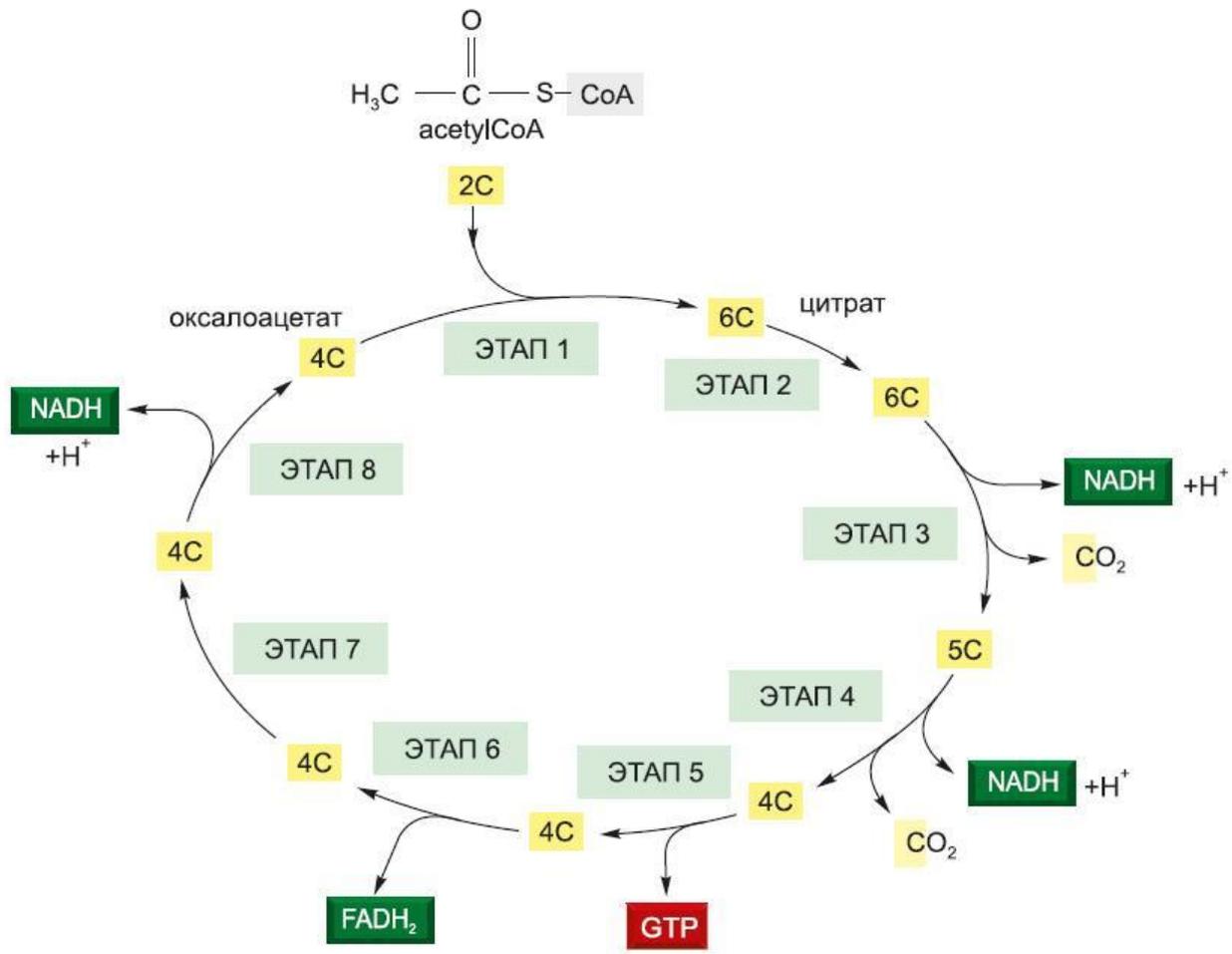


Рис. 2.79. Окисление пирувата до acetylCoA и CO_2 . а) Структура комплекса пируватдегидрогеназы, который содержит 60 полипептидных цепей. Это пример большого мультиферментного комплекса, в котором промежуточные продукты реакции непосредственно переходят от одного фермента к другому. В ядерных клетках он расположен в митохондрии. б) Реакции, осуществляемые комплексом пируватдегидрогеназы. Комплекс преобразует пируват в acetylCoA в митохондриальном матриксе; в этой реакции также производится NADH. Буквами А, В и С обозначены соответственно три фермента: *пируватдекарбоксилаза*, *липоамидредуктаза-трансацетилаза* и *дигидролипойлдегидрогеназа*. Эти ферменты представлены на виде а; их действия взаимосвязаны, как это показано на схеме б.

Окисление ацетил-СоА в цикле Кребса



Задействованы четыре фермента, за каждый цикл обеспечивающие распад ацетил-СоА на два атома углерода, в виде CO_2 . Этот процесс обеспечивает образование ГТФ, а также НАДН – важнейшего переносчика электронов



КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ: ЗА ОДИН ОБОРОТ ЦИКЛА ПРОИЗВОДИТСЯ ТРИ МОЛЕКУЛЫ NADH, ОДНА GTP И ОДНА FADH_2 , А ТАКЖЕ ВЫСВОБОЖДАЕТСЯ ДВЕ МОЛЕКУЛЫ CO_2

Рис. 2.82. Упрощенная общая схема цикла лимонной кислоты. Цикл начинается с реакции между acetylCoA и оксалоацетатом с образованием цитрата (лимонной кислоты). В каждом цикле выделяется две молекулы CO_2 в качестве отходов плюс три молекулы NADH, одна молекула GTP и одна молекула FADH_2 . Число атомов углерода в каждом промежуточном продукте показано в желтых квадратиках.

Главный итог – получение высокоэнергетических электронов в составе активированных молекул-переносчиков НАДН и ФАДН₂

Электроны переносятся во внутреннюю митохондриальную мембрану и входят в электрон-транспортную цепь

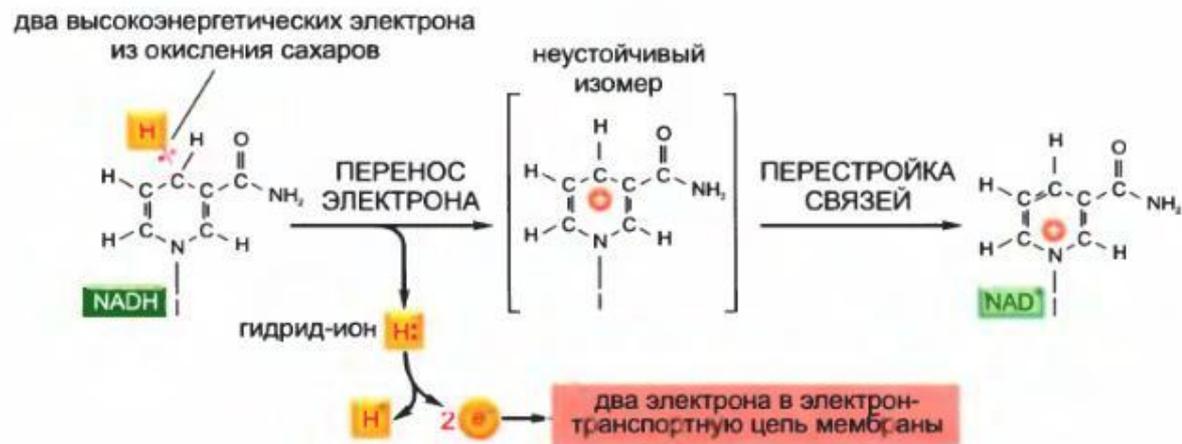
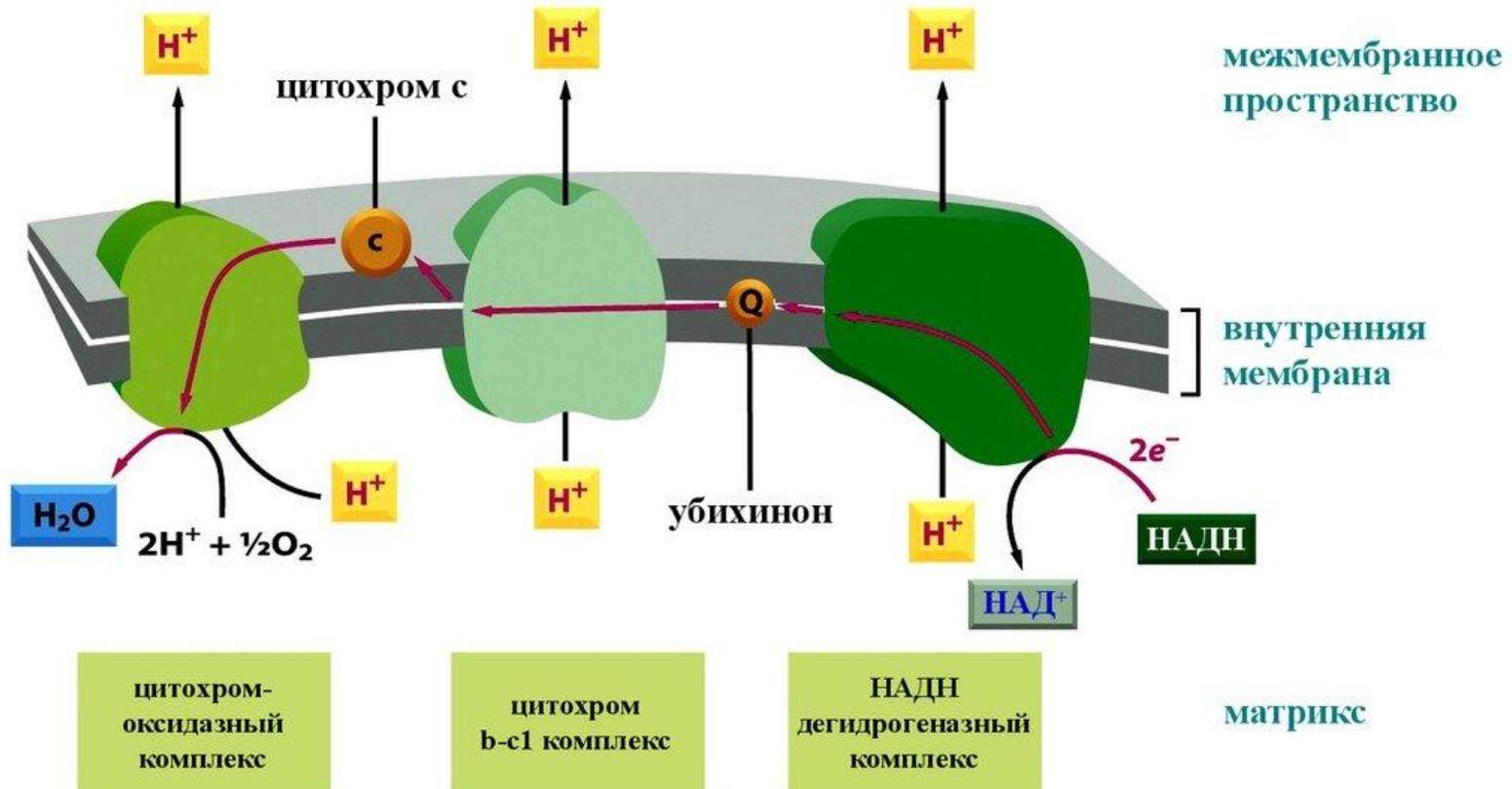


Рис. 14.9. Как NADH передает электроны. На схеме высокоэнергетические электроны представлены как две красные точки на желтом атоме водорода. Гидрид-ион (H⁻, атом водорода с дополнительным электроном) удаляется с NADH и превращается в протон и два высокоэнергетических электрона: H⁻ → H⁺ + 2e⁻. Показано только кольцо, несущее электроны в высокоэнергетической связи; полную структуру и превращение NAD⁺ обратно в NADH см. на рис. 2.60, где изображена структура близкородственного NADPH. Электроны сходным образом переносятся FADH₂, структура которого показана на рис. 2.83.

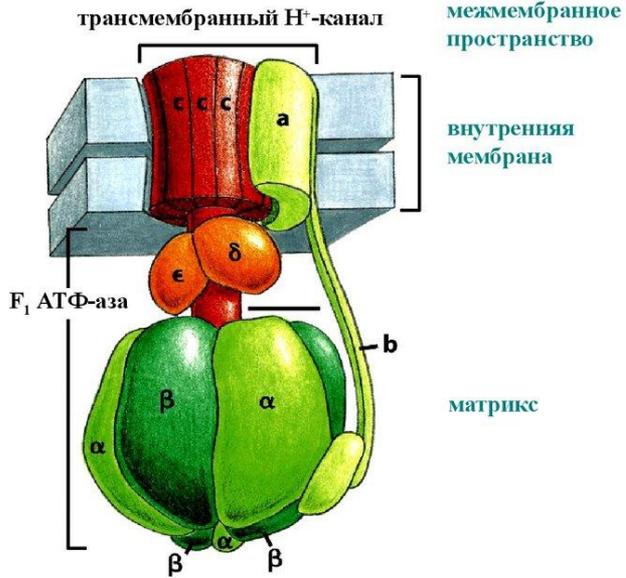
МИТОХОНДРИИ

Структура и принцип функционирования элеткрон-транспортной цепи



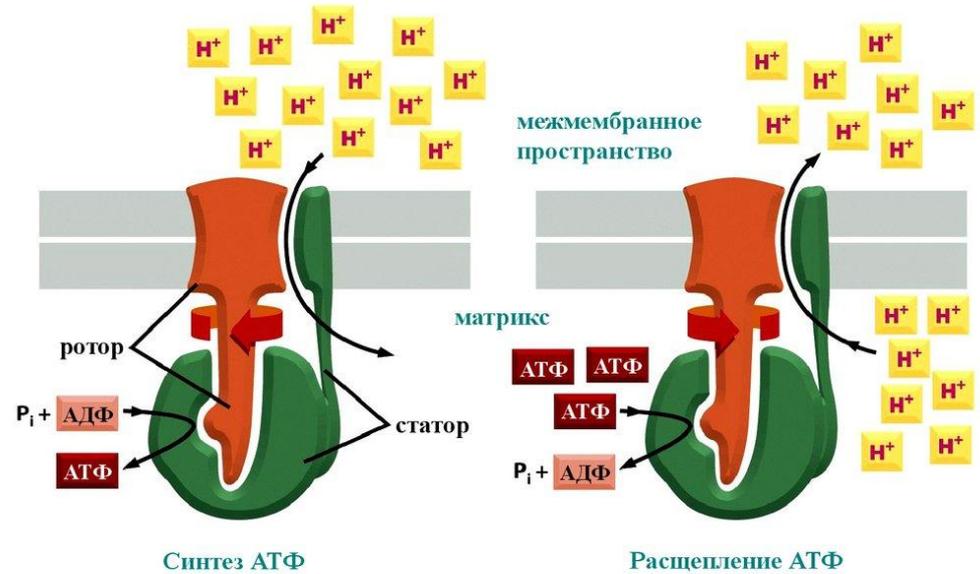
МИТОХОНДРИИ

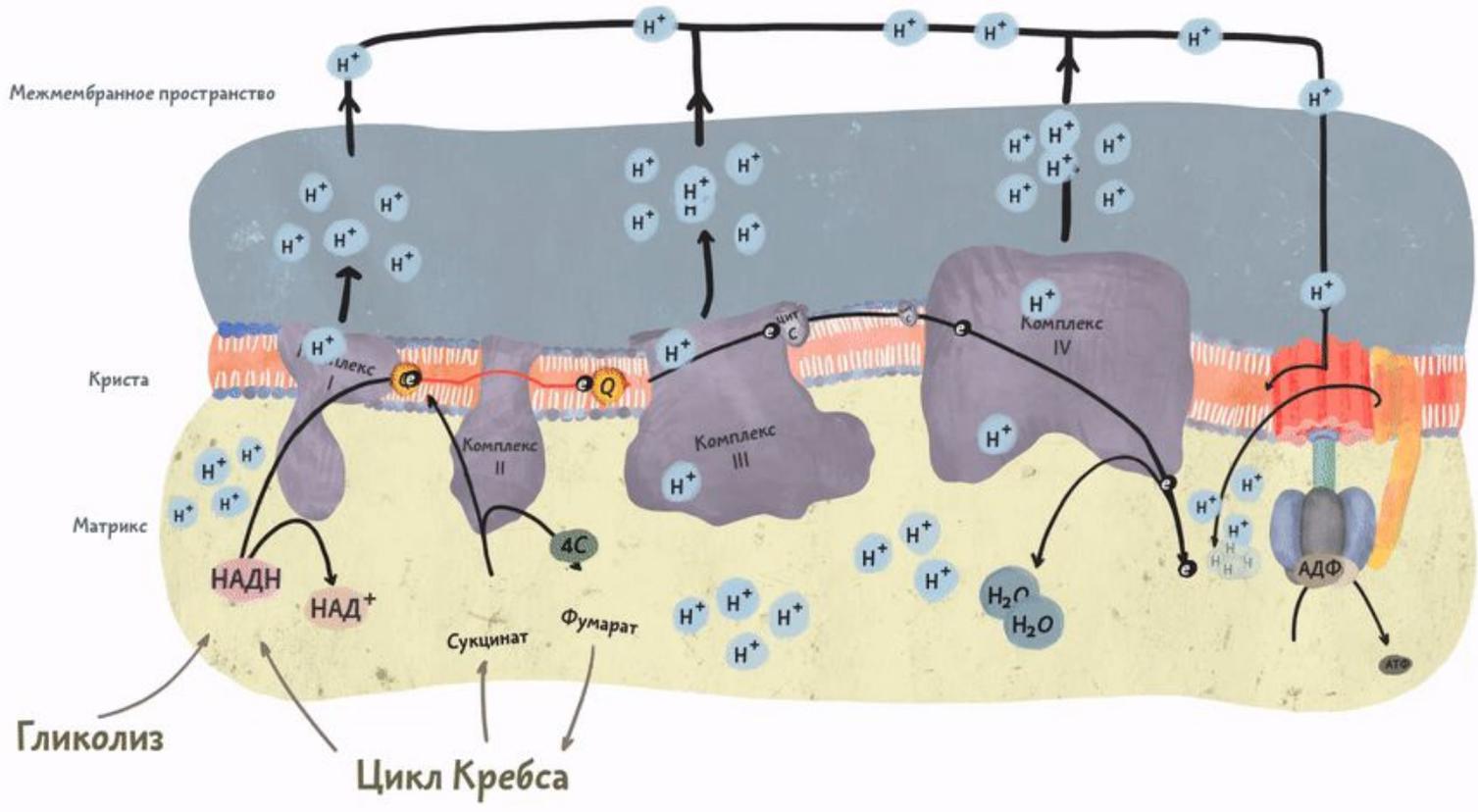
Структура АТФ-синтетазы



МИТОХОНДРИИ

Работа АТФ-синтетазы/АТФ-азы





Гликолиз

Цикл Кребса