ФОТОСИНТЕЗ+ХЕМОСИНТ E3

Организмы, осуществляющие эти процессы, называют ФОТОАВТОТРОФАМИ и XEMOABTOТРОФАМИ

СУММАРНОЕ УРАВНЕНИЕ ФОТОСИНТЕЗА

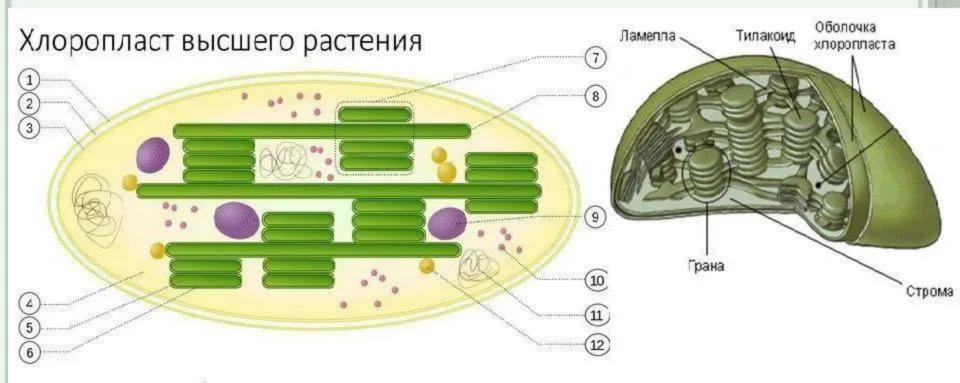
хлорофилл

$$6CO_2 + 6H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

энергия света

Процесс фотосинтеза состоит из двух фаз: световой и темновой.

ОРГАН ФОТОСИНТЕЗА – ЗЕЛЕНЫЙ ЛИСТ ОРГАНОИД ФОТОСИНТЕЗА - ХЛОРОПЛАСТ



- 1. наружная мембрана
- 2. межмембранное пространство
- 3. внутренняя мембрана
- (1+2+3: оболочка)
- 4. строма (жидкость)

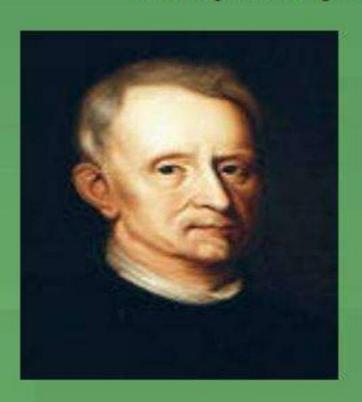
- 5. тилакоид с просветом
- (люменом) внутри
- 6. мембрана тилакоида
- 7. грана (стопка тилакоидов)
- 8. тилакоид (ламелла)

- 9. зерно крахмала
- 10. рибосома
- 11. пластидная ДНК
- 12. пластоглобула (капля

жира)

ИЗ ИСТОРИИ ФОТОСИНТЕЗА - 17 ВЕК

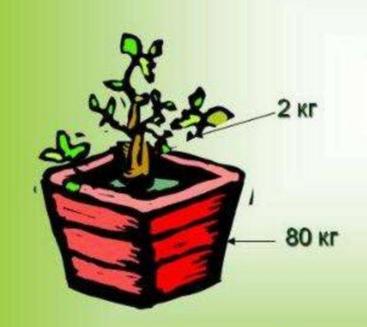
История изучения фотосинтеза

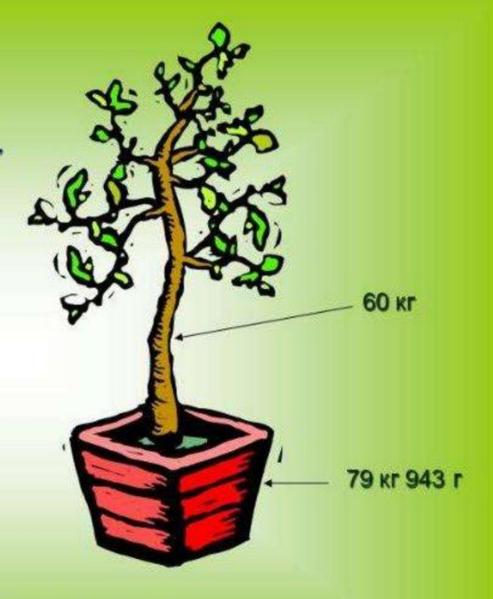


Ян Ван Гельмонт взвешивал горшок с землей и ивой, и отдельно само дерево, показал, что через 5 лет масса дерева увеличилась на 74кг, а почва потеряла только 57г. Он решил, что пищу дерево получает из воды.

PPt4WEB.ru

Объясните, за счет чего растение увеличилось в размерах и массе за 5 лет на 58 кг?





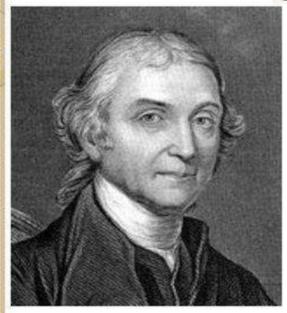
Опыт Ван Гельмонта.

ДЖОЗЕФ ПРИСТЛИ 1772 Г.

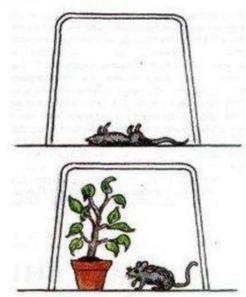
• Под стеклянный колпак, под которым потухла свеча он поместил мяту и оставил на некоторое время. Растение не погибло, а наоборот дало новые листья. Когда через некоторое время Пристли внес туда лучинку, то она ярко вспыхнула, что говорит о наличии под колпаком кислорода.

ОПЫТ ПРИСТЛИ

Как был открыт процесс фотосинтеза



Английский химик Джозеф Пристли (1733-1804 ez.)



Опыт Джозефа Пристли (.517712)

Мышь задыхается под герметичным колпаком, остаётся жива, если под ним зелёное 5 находится

Продуценты — организмы, способные производить органические вещества из неорганических, то есть, все автотрофы. Благодаря жизнедеятельности автотрофных организмов создается *первичная продукция*.

III. Современная схема фотосинтеза

Световые реакции	Пути связывания СО ₂ (темновые реакции)
Энергия света	Энергия световых реакций
В мембранах	В строме
тилакоидов	хлоропласта
$(E_{cветa} \rightarrow E_{электрона} \rightarrow E_{AT\Phi}$	$E_{AT\Phi} o E_{углеводов}$
НАДФН, АТФ, O ₂	углеводы

Фотосинтез: что делать, когда всё, что можно, уже окислилось?

а/ умереть от отсутствия энергии

б/ найти способ «регенерации» восстановленных соединений:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow (CH_2O) + O_2$$

Для этого необходимо:

- 1. Найти «псевдонеиссякаемый» источник энергии (вспоминая первую лекцию безотказного кредитора для безнадежной игры...)
- 2. Придумать систему трансформации этой энергии в энергию восстановленных соединений.

Псевдонеиссякаемый источник энергии на Земле – только энергия звезды по имени Солнце... Таким образом, основные задачи:

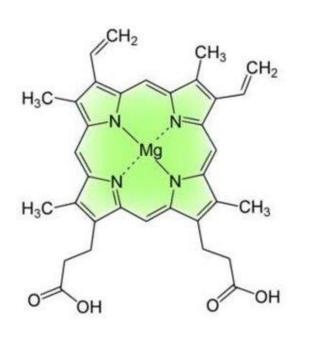
- поймать энергию солнечных квантов
- преобразовать ее в энергию восстановленных соединений.



ОСНОВНОЙ ПИГМЕНТ ХЛОРОПЛАСТОВ -ХЛОРОФИЛЛ

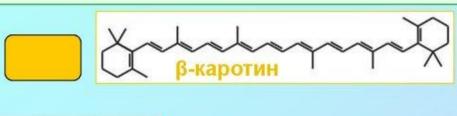
 По структуре напоминает пигмент эритроцитов человека и животных – гем.

Формула гемоглобина



Формула хлорофилла

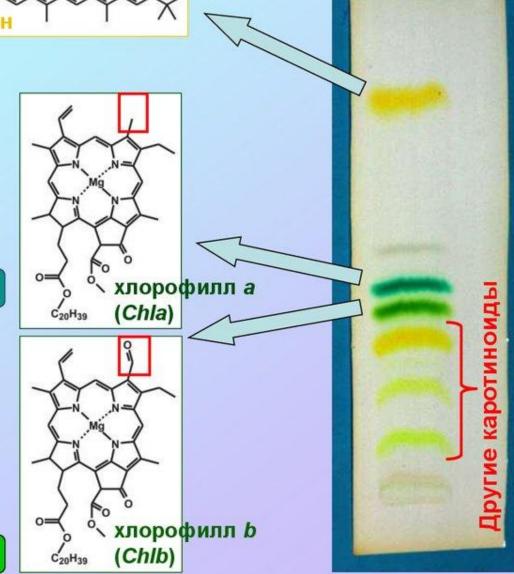
Пигменты зелёного листа



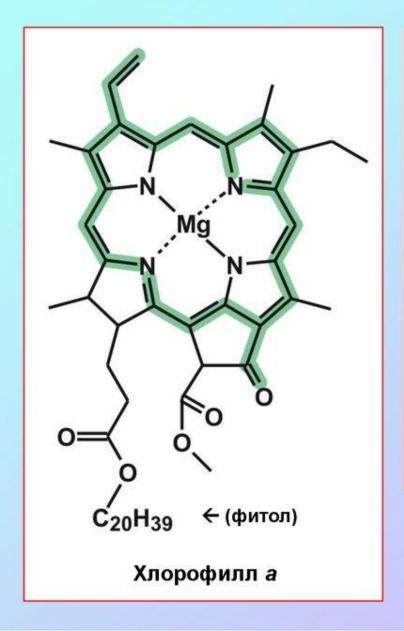


Михаил Семёнович Цвет

Создатель хроматографии с трагической судьбой..



Хлорофилл: двуликий Янус Red-Ox реакций



Хлорофиллов >10: Chl a, b, c_1 , c_2 , c_3 , d, f; BChl a, b, c, d, e, g.

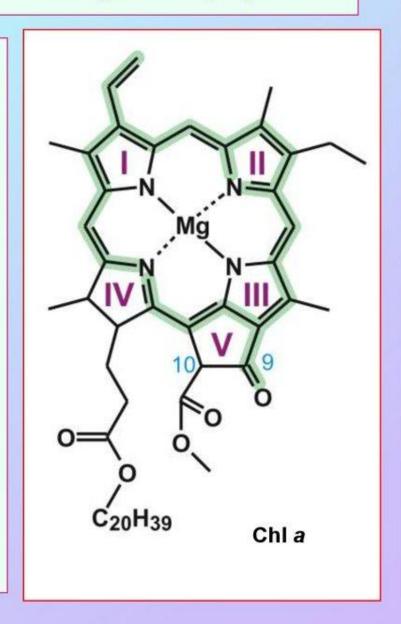
Единственная молекула которая может:

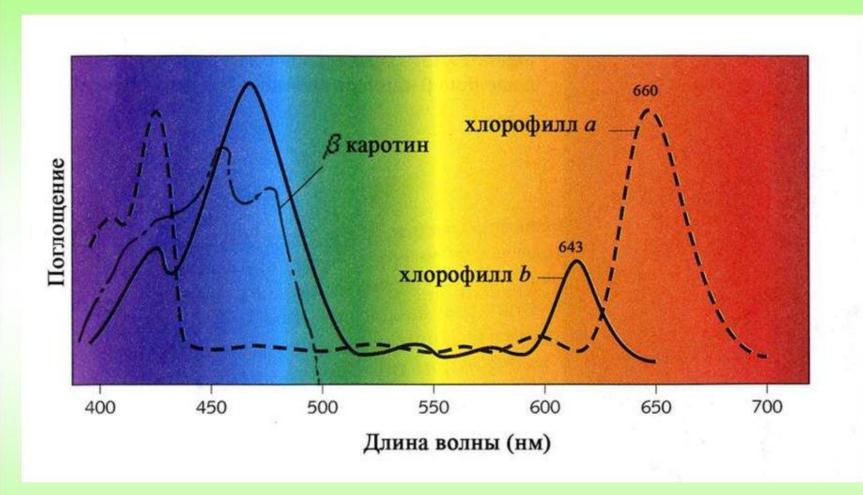
- 1. Эффективно поглощать hv и трансформировать эту энергию в ē*
- 2. Обратимо окисляться, т.е. отдавать ё* с последующим заполнением «дырки»

Т.о. иметь два Ео'

Основные структурные особенности молекулы хлорофилла

- Коньюгированная система двойных связей: основная 18-членная π-система + дополнителные в I, II, V кольцах.
- Mg минимум «электроотрицательности»; изменяет симметрию молекулы хлорофилла; «активирует» электроны пиррольных азотов; координационные связи ⊥ пл-сти.
- V кольцо «форбиновая структура»: две важных группы:
 - карбонильная при C_9 (участвует в $n \to \pi^*$ переходах)
 - кетоэфирная при C_{10} *mpaнc* (Chl *a*) или *цис* (Chl *a*') (P_{700} = Chl *a* · Chl *a*').
- Гидрофобный «хвост» (обычно С₂₀ фитол). Структурная роль – закрепление молекулы в липофильной области белков.





Спектры поглощения пигментов хлоропластов

Световая фаза фотосинтеза Нециклический транспорт электронов





Световая фаза

В световой фазе фотосинтеза можно выделить Зэтапа, различающиеся по природе и характерным скорос процессов:

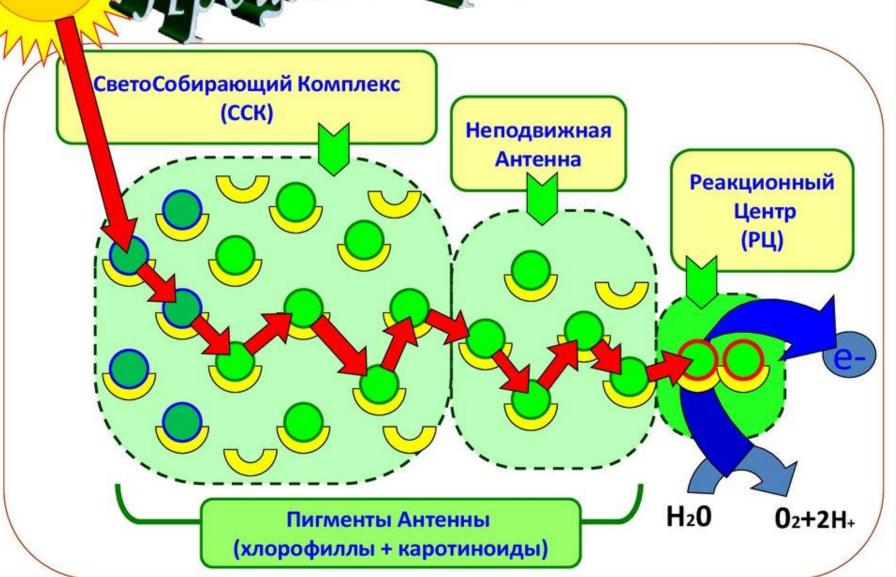
- фотофизический;
- фотохимический;
- химический:

На первом этапе происходит поглощение <u>квантов</u> света <u>пигментами</u>, их переход в возбуждённое состоя и передача энергии к другим молекулам фотосистемы (<u>пластохинон</u>).

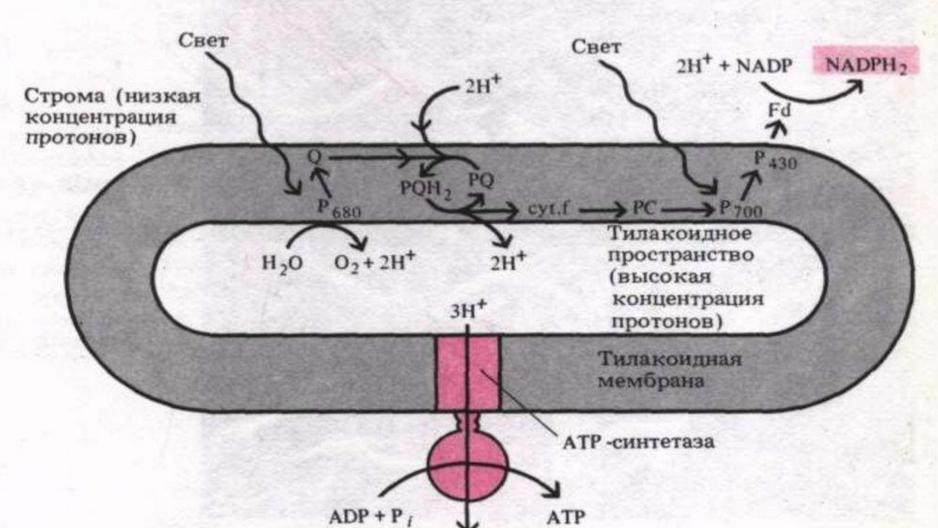
На втором этапе происходит разделение зарядов в реакционном центре. Молекула воды теряет элект под воздействием катиона-радикала, образовавшегося из молекулы хлорофилла после потери ей све электрона и передачи его <u>пластохинону</u> на первом этапе. Затем образовавшиеся гидроксильные радик под воздействием положительно заряженных ионов марганца преобразуются в кислород и во Одновременно с этим процессом происходит перенос <u>электронов</u> по фотосинтетичес электронотранспортной цепи, что заканчивается синтезом <u>АТФ</u> и <u>НАДФН</u>.

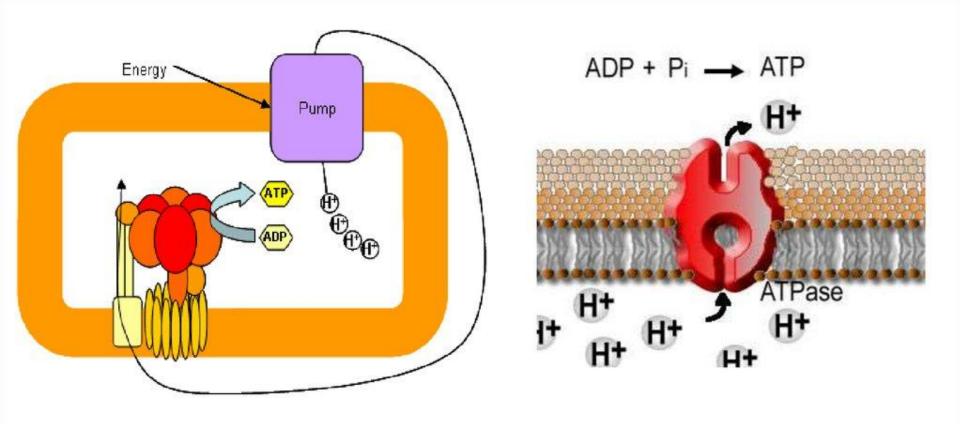
Третий этап заключается в поглощении второй молекулой хлорофилла кванта света и передаче электрона ферредоксину. Затем хлорофилл получает электрон после цепи его перемещений на перво втором этапах. Ферредоксин восстанавливает универсальный восстановитель <u>НАДФ</u>.





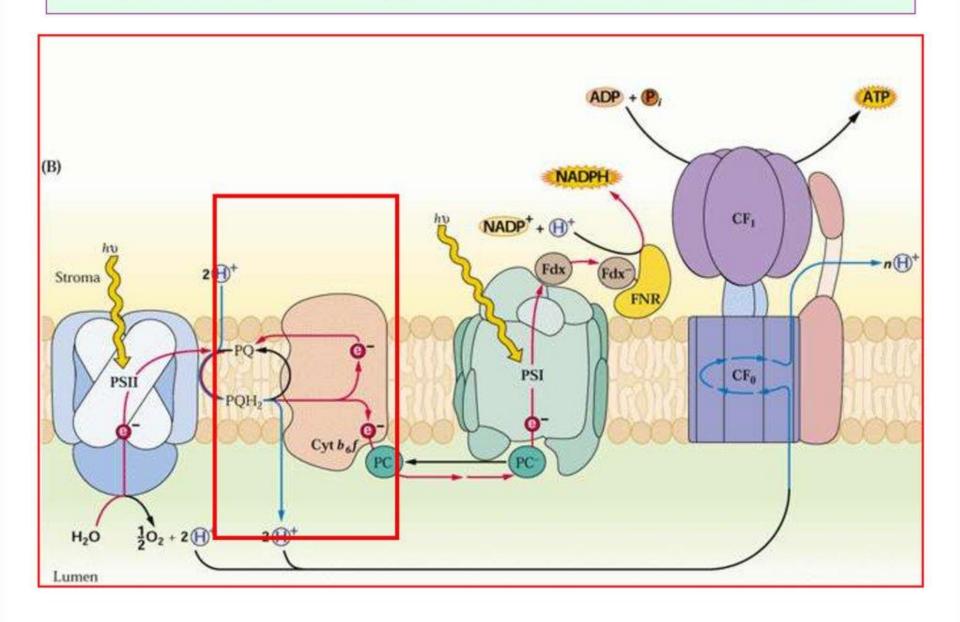
Хемиосмотическое сопряжение как механизм фосфорилирования





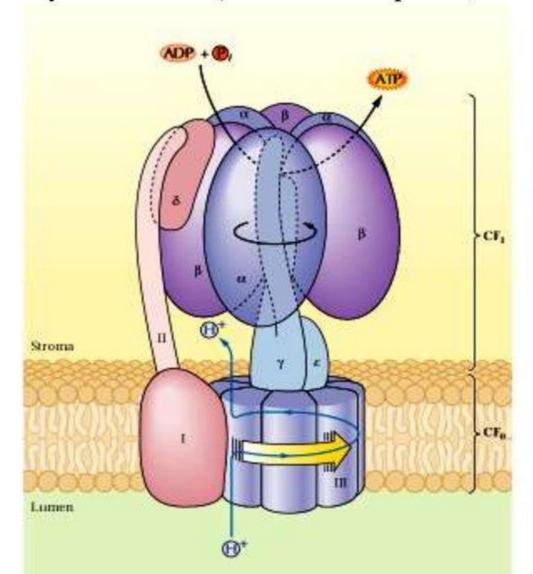
Свет→ протонный потенциал (∆µH+) → АТФ

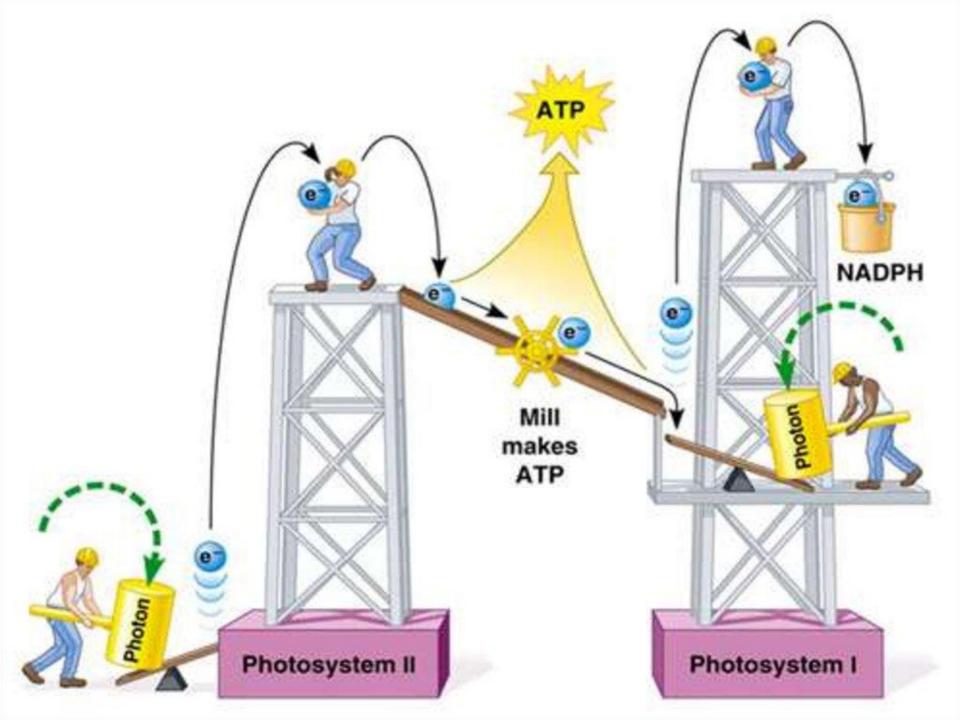
Организация ЭТЦ фотосинтетического аппарата



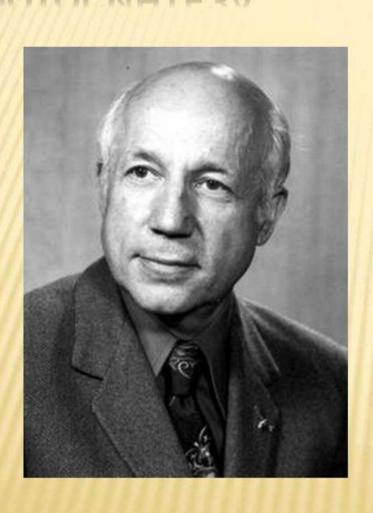
АТФ-азный комплекс

P.Boyer&J.Walker (нобелевская премия, 1997)





МЭЛВИН КАЛЬВИН ИЗУЧИЛ ТЕМНОВУЮ ФАЗУ ФОТОСИНТЕЗА



х процессы темновых реакций фотосинтеза открыты в 1957 г. В 1961 году - получена Нобелевская премия в области химии «за исследование усвоения двуокиси углерода растениями»

Темновая фаза

В темновой стадии с участием $AT\Phi$ и $HAД\Phi$ происходит восстановление CO_2 до глюкозы ($C_6H_{12}O_6$). Х свет не требуется для осуществления данного процесса, он участвует в его регуляции.

С3-фотосинтез, цикл Кальвина состоит из трёх стадий:

- карбоксилирования;
- восстановления;
- регенерация акцептора CO₂.

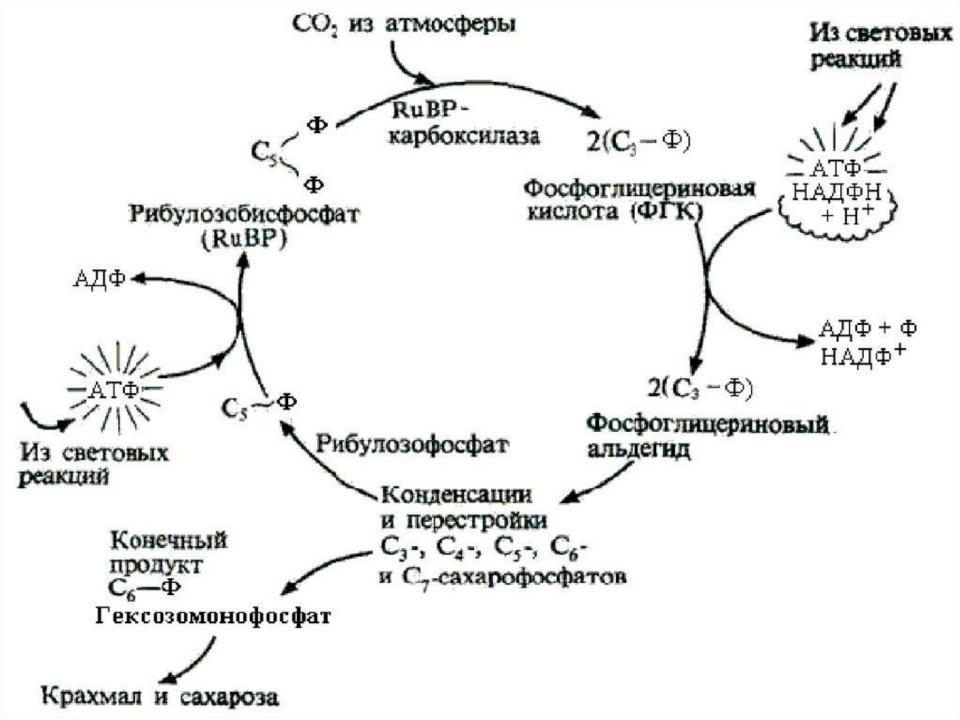
На первой стадии к рибулозо-1,5-бисфосфату присоединяется СО₂ под действием ферме рибулозобисфосфат-карбоксилаза(Рубиско). Этот белок составляет основную фракцию бел хлоропласта и предположительно наиболее распространённый фермент в природе. В результате образуе промежуточное неустойчивое соединение, распадающееся на две молекулы 3-фосфоглицериновой кисло (ФГК).

Во второй стадии ФГК в два этапа восстанавливается. Сначала она фосфорилируется АТФ под действи фосфороглицерокиназы с образованием 1,3-дифосфоглицериновой кислоты (ДФГК), затем при воздейсти триозофосфатдегидрогеназы и НАДФН ацил-фосфатная группа ДФГК дефосфорилируется восстанавливается до альдегидной и образуется глицеральдегид-3-фосфат — фосфорилированный углег (ФГА).

В третьей стадии участвуют 5 молекул ФГА, которые через образование 4-, 5-, 6- и 7-углеродное соединений объединяются в 3 5-углеродных рибулозо-1,5-бифосфата, для чего необходимы ЗАТФ.

Наконец, две ФГА необходимы для синтеза глюкозы. Для образования одной её молекулы требуетс оборотов цикла, 6 CO₂, 12 НАДФН и 18 АТФ.

Актива



во время темновой стадии

- х 1. Две триозы идут на синтез глюкозы
- 2. Триозы могут использоваться на синтез аминокислот, глицерина и высших жирных кислот
- З. Часть триоз стимулируют повтор цикла
 Кальвина
- * 6CO2 + 12 НАДФ*2H + 12 АТФ = C6H12O6 + 12 НАДФ+ + 12 АДФ + 12 Фн

ТЕМНОВАЯ ФАЗА ФОТОСИНТЕЗА (СТРОМА)

- Из углекислого газа, поступающего из атмосферы и воды осуществляются циклические процессы (цикл Кальвина)
- 2. Происходит восстановление углерода водородом НАДФ *2Н за счет энергии АТФ
- 3. Синтез глюкозы

Так как в каждом цикле присоединяется только 1 молекула CO₂, то чтобы получить глюкозу цикл должен повториться 6 раз

сущность фотосинтеза

Параметры	Световая фаза	Темновая фаза
Место реакции в хлоропластах	Мембраны хлоропластов	Строма хлоропластов
Условия реакций	Наличие света, воды	Свет не нужен
Источник энергии	Солнечный свет	над Ф* н, атф
Исходные вещества	Вода	CO ₂
Продукты реакции	НАДФ*Н, АТФ, кислород	глюкоза

Значение фотосинтеза

- При фотосинтезе зеленый лист использует лишь около 1% падающей на него солнечной энергии;
- За год на земле образуется 150 млрд. т органики и выделяется 200 млрд. т кислорода;
- процесс фотосинтеза способствует предохранению поверхности Земли от парникового эффекта;
- Фотосинтез способствует образованию защитного озонового экрана вокруг планеты;
- Благодаря фотосинтезу создается и поддерживается состав среды, необходимый для обитания всех живых организмов;
- За счет фотосинтеза поддерживается на Земле постоянный уровень газового состава атмосферы;

XEMOCUHTE3

 Процесс синтеза органических веществ из неорганических за счет энергии окисления неорганических веществ

Открыт в 1889-1890 г. русским микробиологом Сергеем Николаевичем Виноградским (в др. источниках 1887 год)

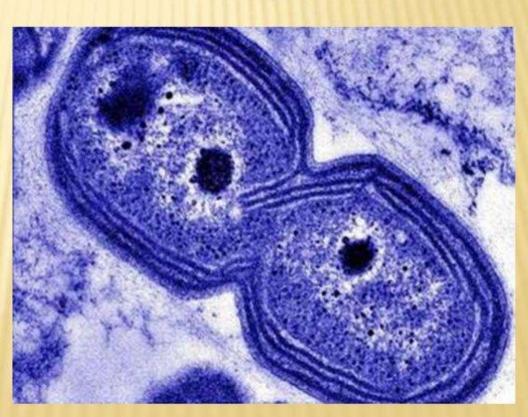


НИТРИФИЦИРУЮЩИЕ БАКТЕРИИ

(НИТРОЗОМОНАС И НИТРОБАКТЕР)

- × 2 NH3 + 3 O2 = 2 HNO2 + 2H2O + 662 кДж/моль
- × 2 HNO2 + O2 = 2 HNO3 + 101 кДж/моль

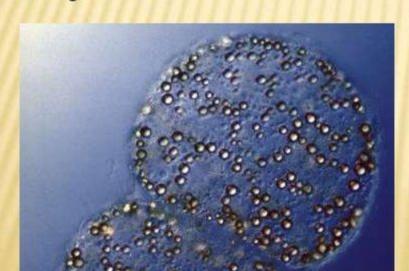
Данные реакции протекают в разных группах нитрифицирующих бактерий



СЕРОБАКТЕРИИ (БЕЖИАТОА И ТРИОТРИКС)

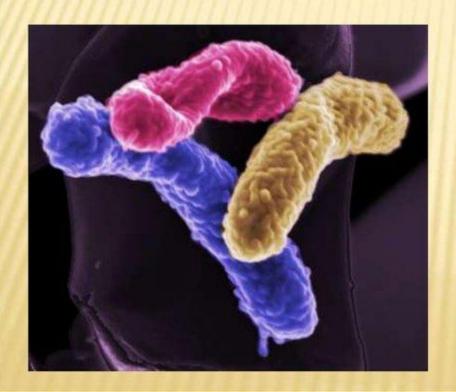
- × 2H2S + 02 = 2 H2O + 2S + Q
- × 2S +302 + 2 H20 = 2H2S04 + Q
- На две реакции 666 кДж/моль.

 Серобактерии обитают в Черном море на глубине 200 м.



ВОДОРОДНЫЕ БАКТЕРИИ

- \times 2H2 + 02 = 2H2O + Q
- Вся энергия в этих процессах запасается в виде АТФ





ЖЕЛЕЗОБАКТЕРИИ (КРЕНОТРИКС И ЛЕПТОТРИКС)

- \times 4FeCO3 + O2 + H2O = 4Fe(OH)3 + 4CO2 + Q
- Все хемосинтетики являются облигатными аэробами, так как используют кислород воздуха

