

Фотосинтез

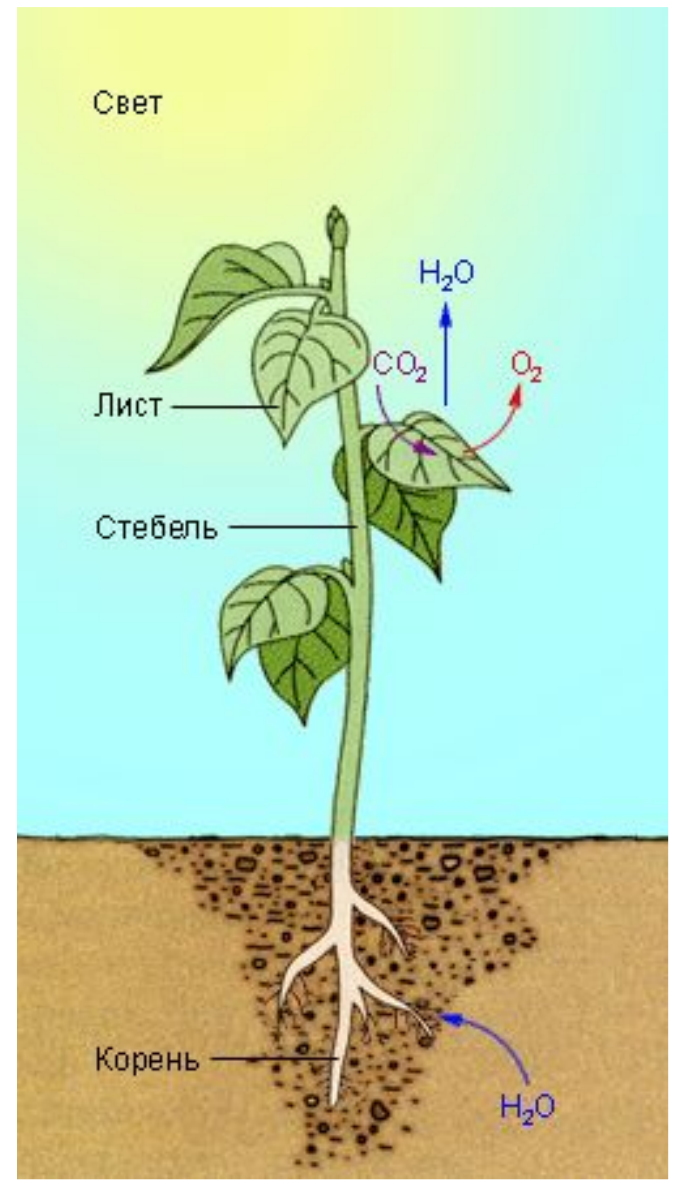


Выполнила:
Каракузиева
Камилла

Определение фотосинтеза

Это процесс образования органических веществ из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов.

В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция — совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии квантов света в различных эндэргонических реакциях.



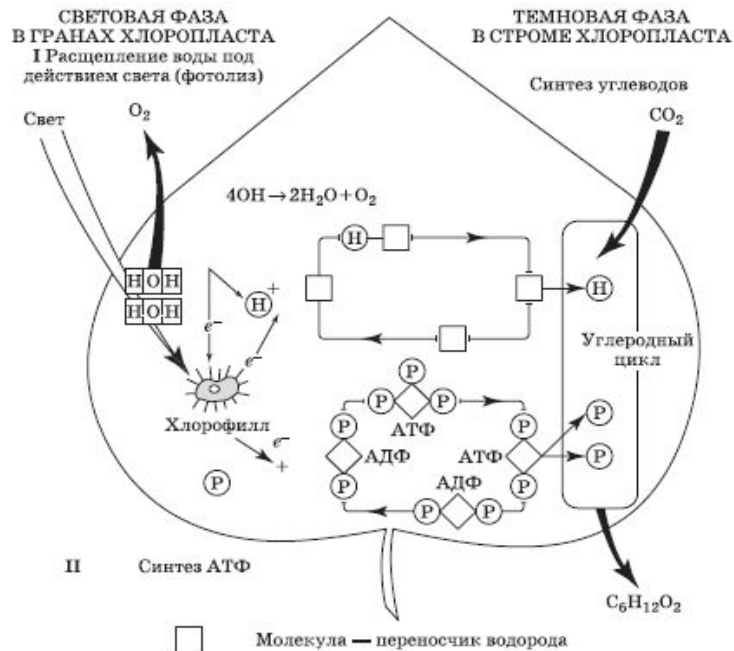
Типы фотосинтеза

Бесхлорофилльный фотосинтез

Осуществляется археями рода Halobacterium, является наиболее примитивным типом фотосинтеза.

Аноксигенный фотосинтез

осуществляется пурпурными и зелёными бактериями, также геликобактериями.
Оксигенный фотосинтез распространён гораздо шире.
Осуществляется растениями, цианобактериями и прохлорофитами.



Аноксигенный

Оксигенный

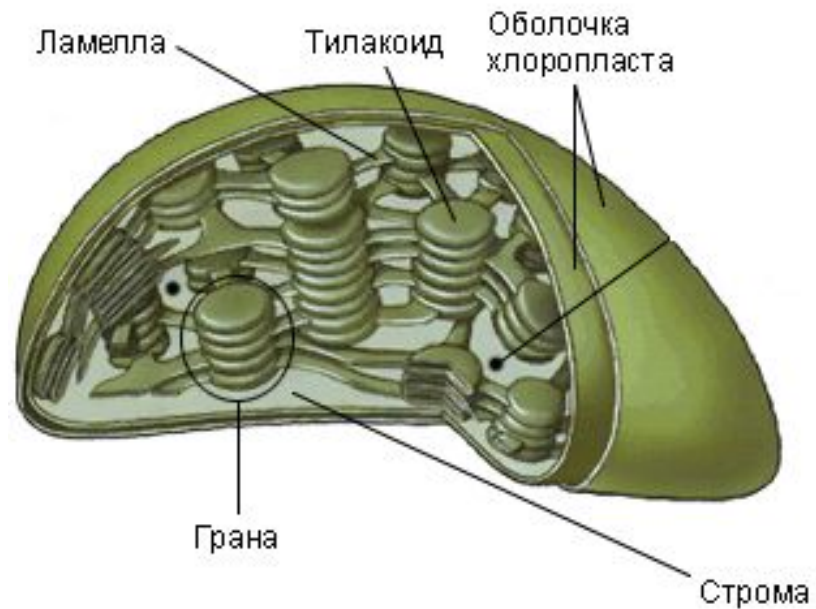
Пространственная локализация

- Фотосинтез растений осуществляется в хлоропластах: обособленных двухмембранных органеллах клетки. Хлоропласты могут быть в клетках плодов, стеблей, однако основным органом фотосинтеза, анатомически приспособленным к его ведению, является лист. В листе наиболее богата хлоропластами ткань палисадной паренхимы.

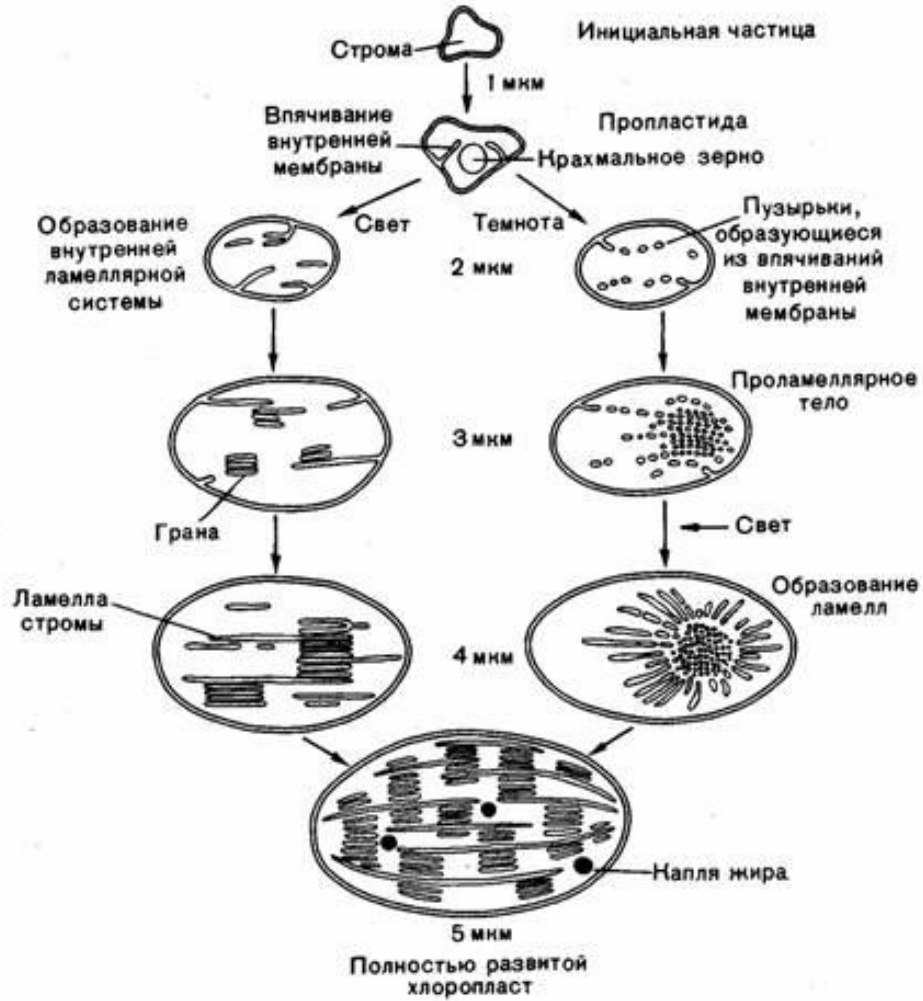


Хлоропласты

□ **Хлоропласты** — зелёные пластиды, которые встречаются в клетках фотосинтезирующих эукариот. С их помощью происходит фотосинтез. Хлоропласты содержат хлорофилл. У зелёных растений являются двумембранными органеллами. Под двойной мембраной имеются тилакоиды. Тилакоиды высших растений группируются в граны.



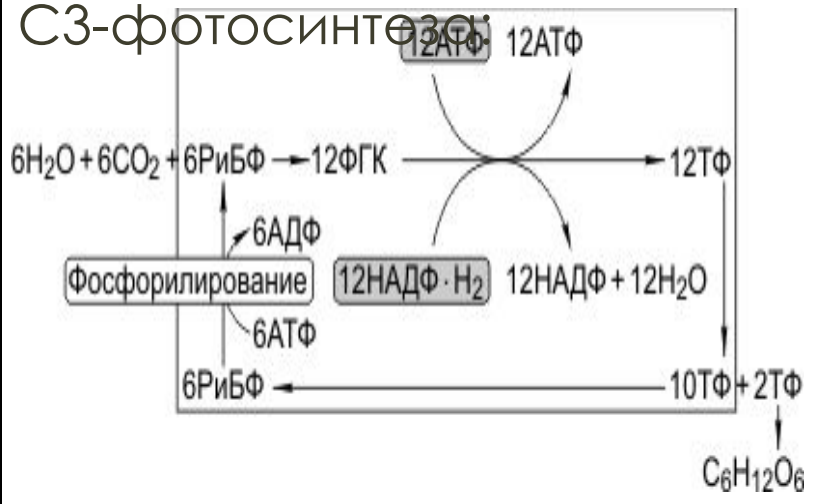
Онтогенез хлоропластов



C3-фотосинтез

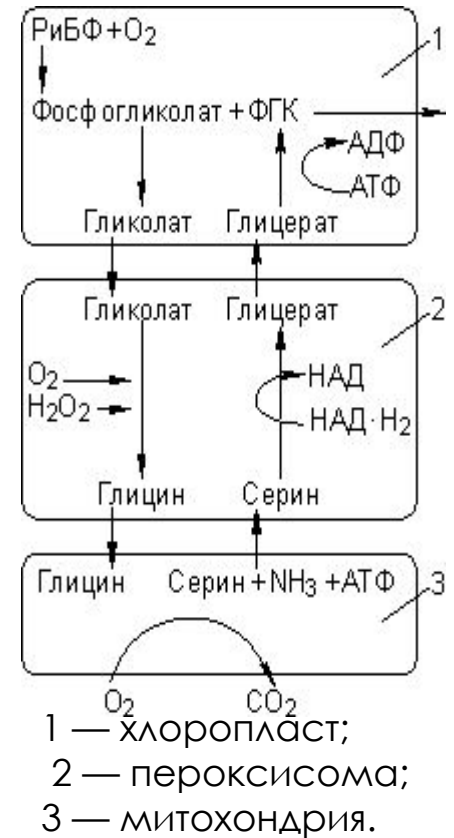
Этот тип фотосинтеза, при котором первым продуктом являются трехуглеродные (C3) соединения. C3-фотосинтез был открыт раньше C4-фотосинтеза (М. Кальвин). Именно C3-фотосинтез описан выше, в рубрике «Темновая фаза». Характерные особенности C3-фотосинтеза:

- 1) акцептором углекислого газа является РиБФ
- 2) реакцию карбоксилирования РиБФ катализирует РиБФ-карбоксилаза
- 3) в результате карбоксилирования РиБФ образуется шестиуглеродное соединение, которое распадается на две ФГК. ФГК восстанавливается до триозофосфатов (ТФ). Часть ТФ идет на регенерацию РиБФ, часть превращается в глюкозу.



ФОТОДЫХАНИЕ

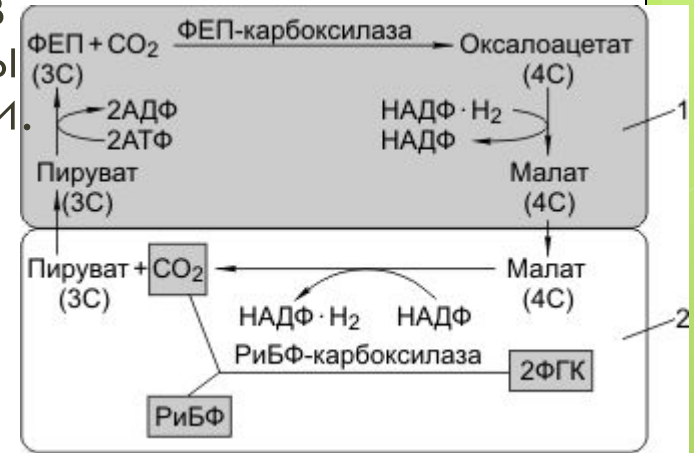
- Это светозависимое поглощение кислорода и выделение углекислого газа. Еще в начале прошлого века было установлено, что кислород подавляет фотосинтез. Как оказалось, для РибФ-карбоксилазы субстратом может быть не только углекислый газ, но и кислород:
- $O_2 + \text{РибФ} \rightarrow \text{фосфогликолат (2C)} + \text{ФГК (3C)}$.
- Фермент при этом называется РибФ-оксигеназой. Кислород является конкурентным ингибитором фиксации углекислого газа. Фосфатная группа отщепляется, и фосфогликолат становится гликолатом, который растение должно утилизировать. Он поступает в пероксисомы, где окисляется до глицина. Глицин поступает в митохондрии, где окисляется до серина, при этом происходит потеря уже фиксированного углерода в виде CO_2 . В итоге две молекулы гликолата ($2C + 2C$) превращаются в одну ФГК ($3C$) и CO_2 . Фотодыхание приводит к понижению урожайности С3-растений на 30–40% (С3-растения — растения, для которых характерен С3-фотосинтез).



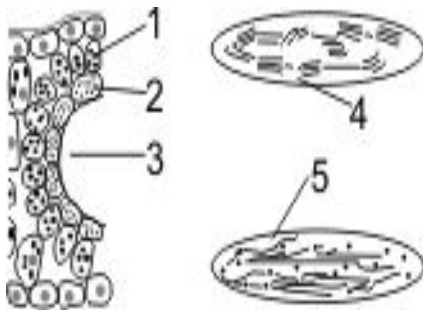
C₄-фотосинтез

- C₄-фотосинтез — фотосинтез, при котором первым продуктом являются четырехуглеродные (C₄) соединения. В 1965 году было установлено, что у некоторых растений (сахарный тростник, кукуруза, сорго, просо) первыми продуктами фотосинтеза являются четырехуглеродные кислоты. Такие растения называли **C₄-растениями**. В 1966 году австралийские ученые Хэтч и Слэк показали, что у C₄-растений практически отсутствует фотодыхание и они гораздо эффективнее поглощают углекислый газ. Путь превращений углерода в C₄-растениях стали называть **путем Хэтча-Слэка**.
- Для C₄-растений характерно особое анатомическое строение листа. Все проводящие пучки окружены двойным слоем клеток: наружный — клетки мезофилла, внутренний — клетки обкладки. Углекислый газ фиксируется в цитоплазме клеток мезофилла, акцептор — **фосфоенолпируват** (ФЕП, 3С), в результате карбоксилирования ФЕП образуется оксалоацетат (4С). Процесс катализируется **ФЕП-карбоксилазой**. В отличие от РибФ-карбоксилазы ФЕП-карбоксилаза обладает большим сродством к СО₂ и, самое главное, не взаимодействует с О₂. В хлоропластах мезофилла много гран, где активно идут реакции световой фазы. В хлоропластах клеток обкладки идут реакции темновой фазы.

- Оксалоацетат (4С) превращается в малат, который через плазмодесмы транспортируется в клетки обкладки. Здесь он декарбоксилируется и дегидрируется с образованием пирувата, CO_2 и $\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$.
- Пируват возвращается в клетки мезофилла и регенерирует за счет энергии АТФ в ФЕП. CO_2 вновь фиксируется РибФ-карбоксилазой с образованием ФГК. Регенерация ФЕП требует энергии АТФ, поэтому нужно почти вдвое больше энергии, чем при C_3 -фотосинтезе.



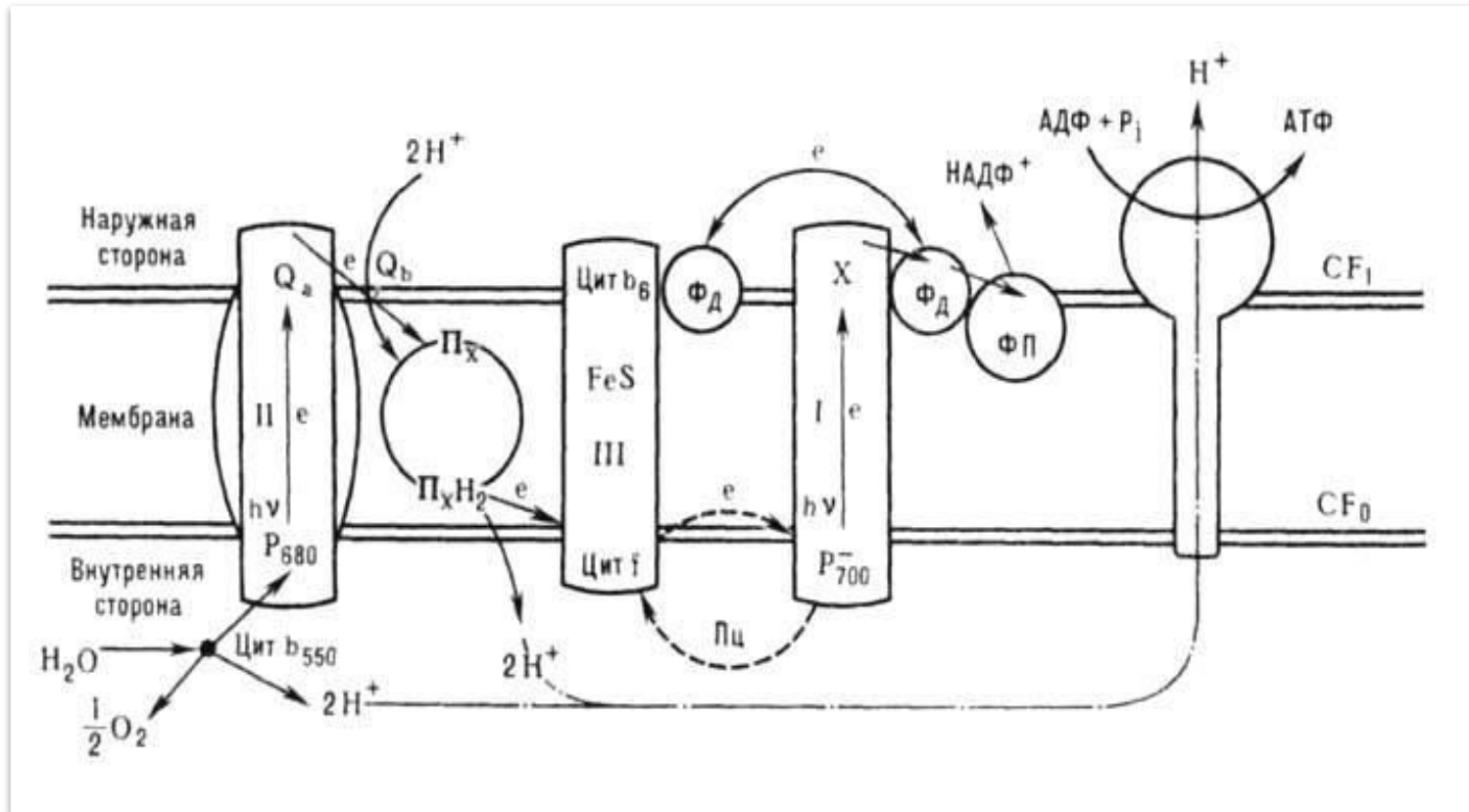
1 — клетка мезофилла;
2 — клетка обкладки проводящего пучка.



1 — наружный слой — клетки мезофилла;
2 — внутренний слой — клетки обкладки;
3 — «Кранц-анатомия»;
4, 5 — хлоропласты;
4 — многочисленные граны, крахмала мало;
5 — немногочисленные граны, крахмала много.

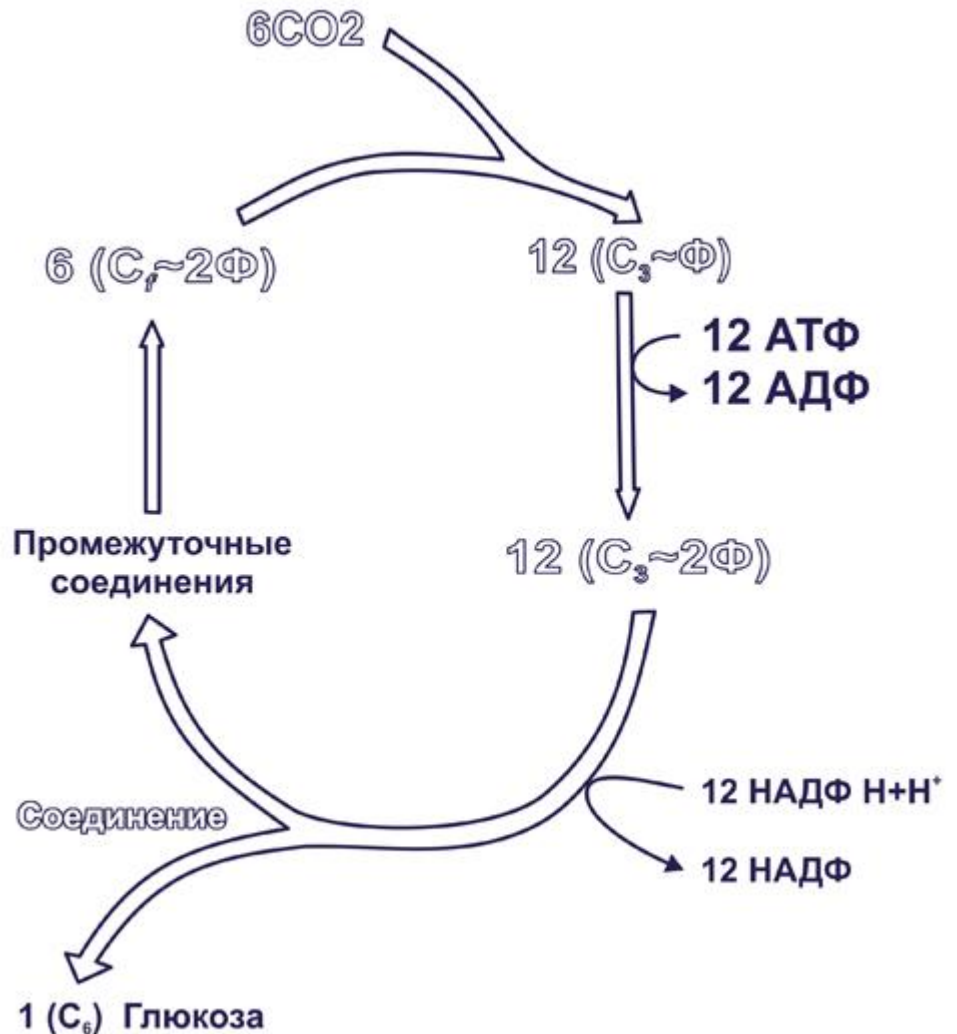
Световая (светозависимая) стадия

- В ходе световой стадии фотосинтеза образуются высокоэнергетические продукты: АТФ, служащий в клетке источником энергии, и НАДФН, использующийся как восстановитель. В качестве побочного продукта выделяется кислород.
- В общем, роль световых реакций фотосинтеза заключается в том, что в световую фазу синтезируются молекула АТФ и молекулы-переносчики протонов, то есть НАДФН₂.



Темновая стадия

- В темновой стадии с участием АТФ и НАДФН происходит восстановление CO_2 до глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Хотя свет не требуется для осуществления данного процесса, он участвует в его регуляции.



Значение фотосинтеза



- Фотосинтез является основным источником биологической энергии, фотосинтезирующие автотрофы используют её для синтеза органических веществ из неорганических, гетеротрофы существуют за счёт энергии, запасённой автотрофами в виде химических связей, высвобождая её в процессах дыхания и брожения.
- Энергия, получаемая человечеством при сжигании ископаемого топлива (уголь, нефть, природный газ, торф), также является запасённой в процессе фотосинтеза.
- Фотосинтез является главным входом неорганического углерода в биологический цикл. Весь свободный кислород атмосферы — биогенного происхождения и является побочным продуктом фотосинтеза.

Хемосинтез

- Синтез органических соединений из углекислого газа и воды, осуществляемый не за счет энергии света, а за счет энергии окисления неорганических веществ, называется хемосинтезом. К хемосинтезирующим организмам относятся некоторые виды бактерий.
- Нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак до азотистой, а затем до азотной кислоты ($\text{NH}_3 \rightarrow \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$).
- Железобактерии превращают закисное железо в окисное ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$).
- Серобактерии окисляют сероводород до серы или серной кислоты ($\text{H}_2\text{S} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{S} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$).
- В результате реакций окисления неорганических веществ выделяется энергия, которая запасается бактериями в форме макроэнергетических связей АТФ. АТФ используется для синтеза органических веществ, который проходит аналогично реакциям темновой фазы фотосинтеза.
- Хемосинтезирующие бактерии способствуют накоплению в почве минеральных веществ, улучшают плодородие почвы, способствуют очистке сточных вод и др.

□

История изучения фотосинтеза

- Первые опыты по фотосинтезу были проведены Джозефом Пристли в 1770—1780-х годах, когда он обратил внимание на «порчу» воздуха в герметичном сосуде горящей свечой и «исправление» его растениями.
- В 1842 Роберт Майер на основании закона сохранения энергии постулировал, что растения преобразуют энергию солнечного света в энергию химических связей.
- В 1877 В. Пфеффер назвал этот процесс фотосинтезом.
- Хлорофиллы были впервые выделены в 1818 П. Ж. Пельтье и Ж. Кавенту.
- Окислительно-восстановительную сущность фотосинтеза постулировал Корнелис ван Ниль. Это означало, что кислород в фотосинтезе образуется полностью из воды, что экспериментально подтвердил в 1941 А. П. Виноградов в опытах с изотопной меткой.