

Фотосинтез

Теория:

Фотосинтез — важнейший процесс, лежащий в основе возникновения и существования подавляющего большинства организмов на Земле.

Фотосинтез — это процесс образования органических соединений из диоксида углерода (CO_2) и воды (H_2O) с использованием энергии света.



Хлоропласты в клетках растений и складки цитоплазматической мембраны прокариот содержат зелёный пигмент — **хлорофилл**. Хлорофилл обладает особой химической структурой, которая позволяет ему улавливать кванты света. Молекула хлорофилла способна возбуждаться под действием солнечного света, отдавать свои электроны и перемещать их на более высокие энергетические уровни.

Пример:

этот процесс можно сравнить с подброшенным вверх мячом. Поднимаясь, мяч запасается потенциальной энергией; падая, он теряет её. Электроны не падают обратно, а подхватываются молекулами переносчика электронов НАДФ⁺ (никотинамидадениндинуклеотидфосфата). При этом их энергия частично расходуется на образование АТФ.

Процесс фотосинтеза включает две последовательные фазы: **световую** и **темновую**.

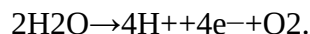
Световая фаза

Световая фаза — это этап, на котором энергия света, поглощённая хлорофиллом, преобразуется в электрохимическую энергию в цепи переноса электронов. Она осуществляется на свету, в мембранах гран тилакоидов, при участии белков-переносчиков и АТФ-синтетазы.

Световая фаза фотосинтеза растений включает в себя **нециклическое фосфорилирование и фотолиз воды**.

На фотосинтетических мембранах гран хлоропластов происходят следующие процессы:

- возбуждение электронов хлорофилла квантами света и их переход на более высокий энергетический уровень;
- восстановление акцепторов электронов — $НАДФ^+$ до $НАДФ \cdot H_2$;
- фотолиз воды, происходящий при участии квантов света:



Результатами световых реакций являются:

- фотолиз воды с образованием свободного кислорода;
- синтез $АТФ$;
- восстановление $НАДФ^+$ до $НАДФ \cdot H$.

Обрати внимание!

В реакциях световой фазы фотосинтеза накапливается энергия в $НАДФ \cdot H$ и $АТФ$, которая тратится в процессах темновой фазы.

Синтез $АТФ$ из $АДФ$ за счёт энергии света — очень эффективный процесс: за одно и то же время в хлоропластах образуется в 30 раз (!) больше $АТФ$, чем в митохондриях.

Во время световой фазы образуются богатые энергией молекулы и ионы водорода, необходимые для темновой фазы фотосинтеза. Дальнейшие процессы фотосинтеза могут идти и без солнечного освещения.

Темновая фаза

Реакции темновой фазы фотосинтеза протекают **независимо от света**.

Темновая фаза — процесс преобразования CO_2 в глюкозу с использованием энергии, запасённой в молекулах $АТФ$ и $НАДФ \cdot H$.

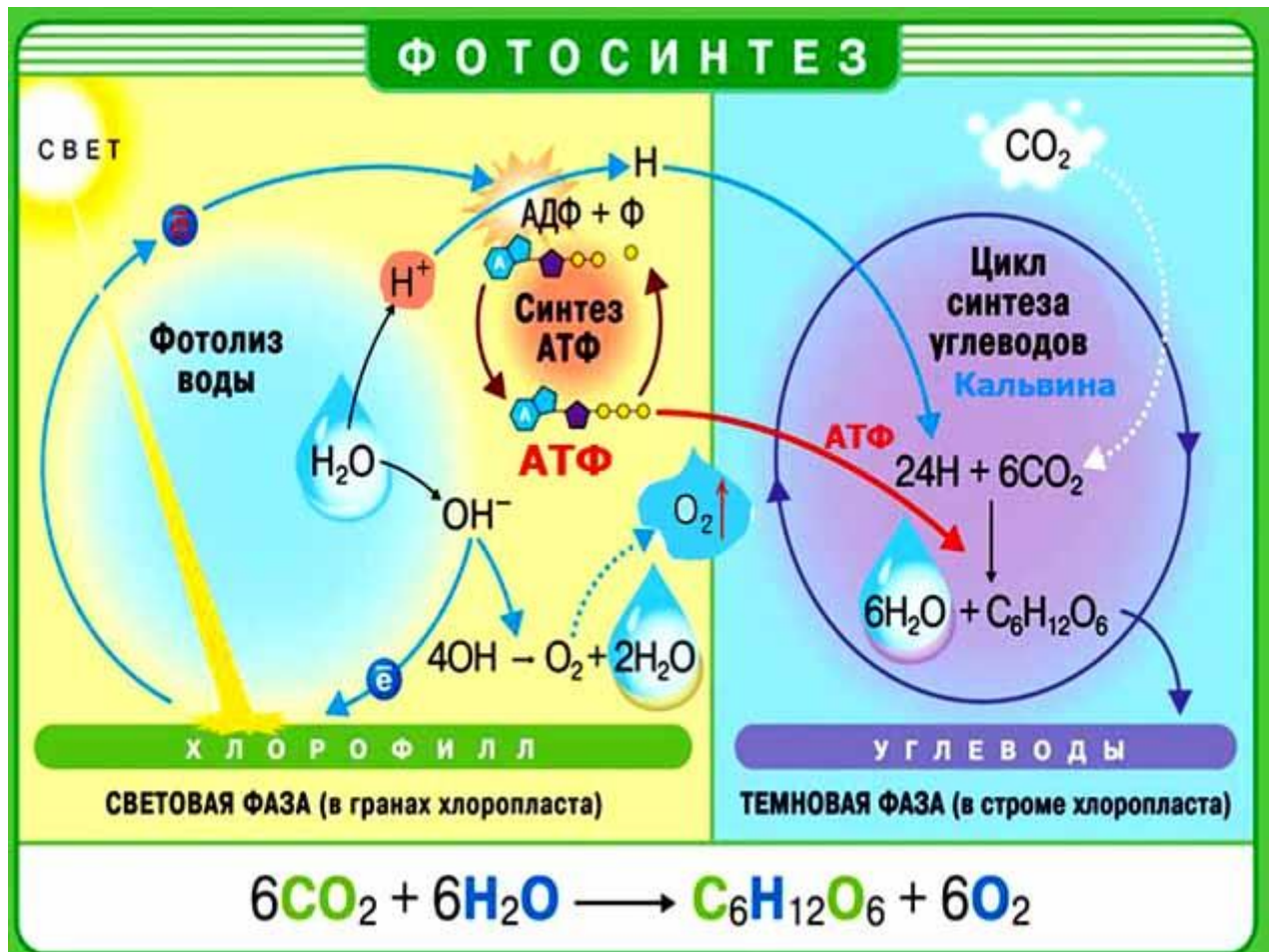
Эти реакции осуществляются в строме хлоропластов, куда из тилакоидов поступают богатые энергией вещества: $НАДФ \cdot H$ и $АТФ$, накопленные в реакциях световой фазы фотосинтеза.

Источник углерода (CO_2) растение получает из воздуха через устьица.

Превращение углекислого газа в глюкозу в ходе темновой фазы фотосинтеза получило название **цикла Кальвина** по имени его открывателя.

Результатом темновых реакций является превращение углекислого газа в глюкозу, а затем в крахмал.

Помимо молекул глюкозы в строме хлоропластов происходит образование аминокислот, нуклеотидов, спиртов.



Суммарные уравнения и частные реакции фотосинтеза представлены в таблице.

Суммарные уравнения и частные реакции фотосинтеза

Общая реакция фотосинтеза	$12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{энергия света}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
Фотолиз воды	$12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{энергия света}} 6\text{O}_2 + 24\text{H}^+ + 24\text{e}^-$
Образование восстановителя	$12\text{НАДФ}^+ + 24\text{H}^+ + 24\text{e}^- \xrightarrow{\text{энергия света}} 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$
Фото-фосфорилирование	$18\text{АДФ} + 18\text{Ф} \xrightarrow{\text{энергия света}} 18\text{АТФ}$
Все световые реакции вместе	$12\text{H}_2\text{O} + 12\text{НАДФ}^+ + 18\text{АДФ} + 18\text{Ф} \xrightarrow{\text{энергия света}} 6\text{O}_2\uparrow + 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2 + 18\text{АТФ}$
Все темновые реакции	$6\text{CO}_2 + 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2 + 18\text{АТФ} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{НАДФ}^+ + 18\text{АДФ} + 18\text{Ф} + 6\text{H}_2\text{O}$

Значение фотосинтеза

1. В процессе фотосинтеза образуется свободный кислород, который необходим для дыхания организмов.
2. Фотосинтез обеспечивает постоянство уровня CO_2 и O_2 в атмосфере.
3. Фотосинтез обеспечивает образование органических веществ, а следовательно, пищу для всех живых существ.
4. В верхних слоях воздушной оболочки Земли из кислорода образуется озон O_3 , из которого формируется защитный озоновый экран, предохраняющий организмы от опасного для жизни воздействия ультрафиолетового излучения.