

# МЕТАБОЛИЗМ

## ФОТОСИНТЕЗ

3 часть

Подготовила Голубева С.  
В.

г. Лесосибирск

## ФОТОСИНТЕЗ - ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА В ЭНЕРГИЮ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

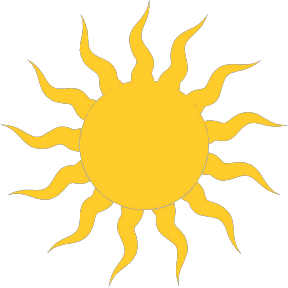
Основным источником энергии для всех живых существ, населяющих нашу планету, служит энергия солнечного света, которую аккумулируют непосредственно только зеленые растения, в том числе водоросли, редкие простейшие, зеленые и пурпурные бактерии. Их клетки за счет энергии солнца способны синтезировать органические соединения: углеводы, жиры, белки и др. Зеленый цвет фотосинтезирующих клеток зависит от наличия в них хлорофилла, поглощающего свет в красной и синей частях спектра и пропускающего лучи, которые дают при смешении зеленый цвет.

Заполни таблицу

Фазы фотосинтеза

Заполни таблицу

Сравнительная характеристика процессов дыхания и фотосинтеза



# ФОТОСИНТЕЗ

Солнечный свет

$E$

$H_2O$

$CO_2$

2

СВЕТОВАЯ ФАЗА

АТФ  $H^+$

ТЕМНОВАЯ ФАЗА

ГЛЮКОЗА

O

2

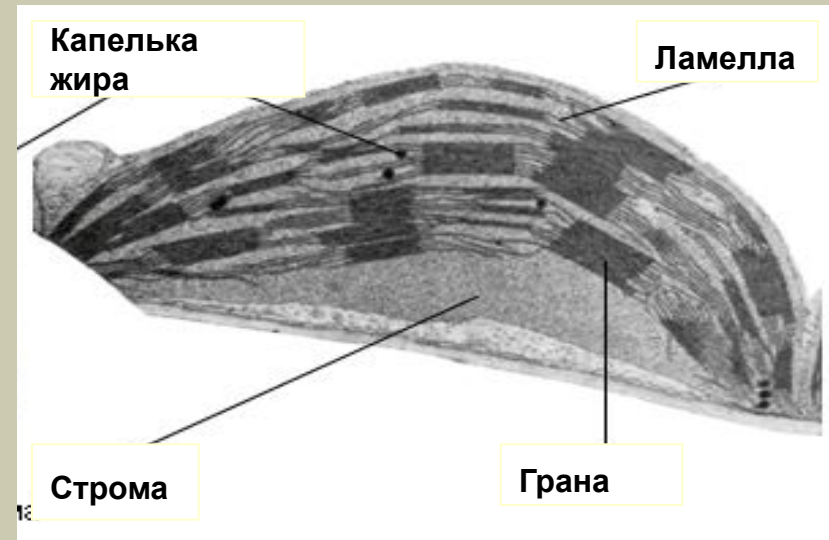
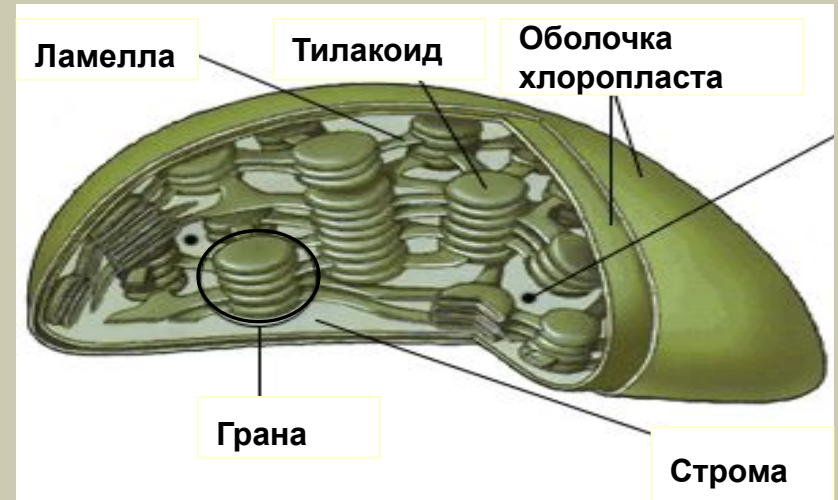
ЗНАЧЕНИЕ  
ФОТОСИНТЕЗА

Заполни таблицу

## У эукариот фотосинтез происходит в особых органеллах, называемых хлоропластами.

Хлоропласты окружены двойной мембраной. В хлоропластах всегда содержится хлорофилл, локализованные в системе мембран, которые погружены в основное вещество хлоропласта – **строму**. Мембранная система – это место, где протекают **световые реакции** фотосинтеза. В мембранах также находятся ферменты и переносчики электронов. Вся система состоит из множества плоских, заполненных жидкостью мешков, называемых **тилакоидами**. Тилакоиды местами уложены в стопки – **граны**.

В строме происходят **темновые реакции** фотосинтеза. По своему строению строма напоминает гель; в ней находятся растворимые ферменты, в том числе ферменты цикла Кальвина, а также другие химические соединения, в частности сахара и органические кислоты. Избыток углеводов,



# Световая фаза

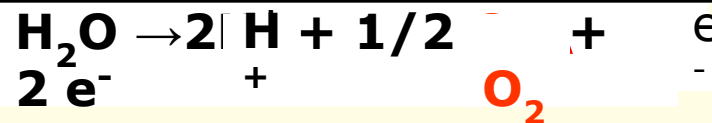
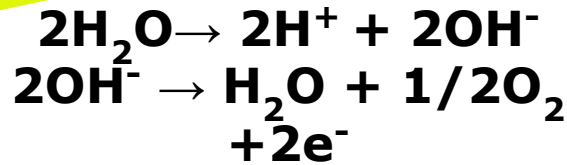


stroma

Мембрана тилакоида

**H<sup>+</sup> -резервуар**

**Фотоллиз воды**



хлорофилл

H<sup>+</sup> H<sup>+</sup>

АТФ-аза

АдФ + Ф

**АТФ**

2e<sup>-</sup>

НАДФ<sup>+</sup> +

**НАДФ•Н**

подробнее



# Темновая фаза



H

C  
O<sub>2</sub>

НАДФ +

АДФ + Ф



Цикл Кальвина

АТФ

НАДФ•Н

крахмал

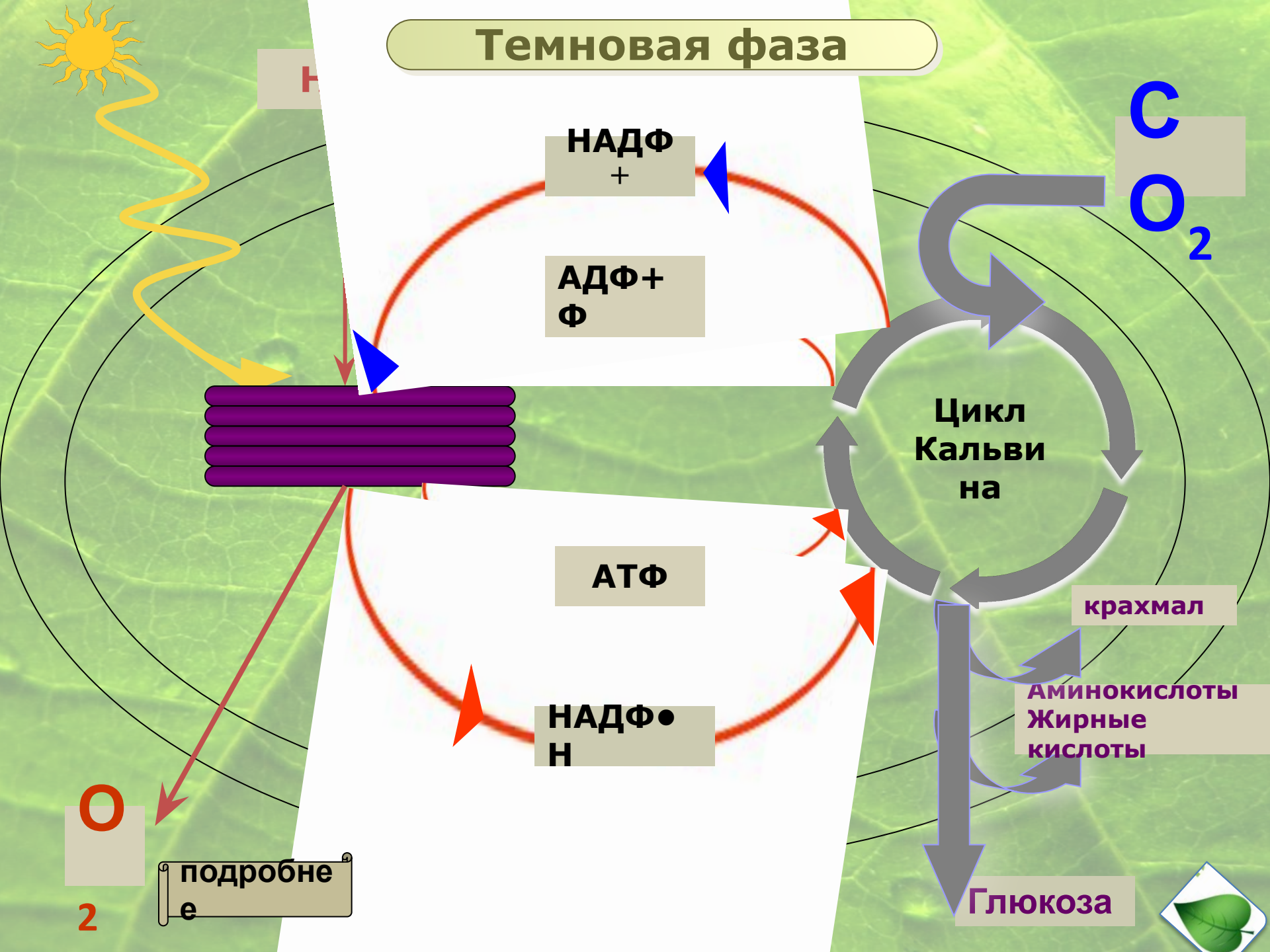
АМИНОКИСЛОТЫ  
Жирные кислоты

O

2

подробнее

Глюкоза

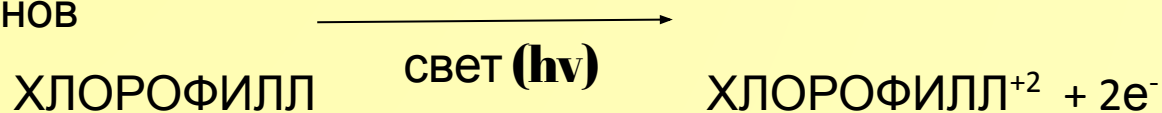


# Световая фаза

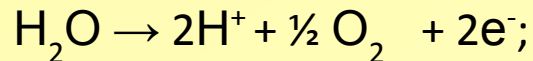
Первая фаза фотосинтеза носит название световой, так как она протекает только под действием солнечной энергии. Реакции световой фазы происходят на мембранах тилакоидов, где располагается фотосинтезирующий пигмент хлорофилл.

В световую фазу происходит несколько процессов:

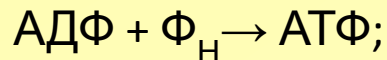
1. возбуждение хлорофилла квантами света и перемещение возбужденных электронов



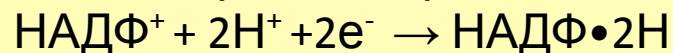
2. фотолиз воды под действием света, образование кислорода и протонов водорода



3. синтез молекул АТФ за счет энергии возбужденных электронов



4. соединение водорода с переносчиком НАДФ<sup>+</sup> и образование НАДФ•2Н.



Синтез АТФ и НАДФ•2Н протекает на мембранах тилакоидов и сопряжен с переносом возбужденных электронов по электронно-транспортной цепи.

**Таким образом, энергия солнца преобразуется в энергию возбужденных электронов, а далее запасается в процессе синтеза в молекулах АТФ и НАДФ•2Н.**

Суммарное уравнение реакций световой фазы:



## Темновая фаза



Глюкоза непосредственно синтезируется в темновую фазу фотосинтеза.

Эту фазу иначе ещё называют **фиксацией углекислого газа**, так как здесь происходит усвоение углекислого газа и его восстановление.

Реакции темновой фазы протекают в строме хлоропластов, куда поступают молекулы АТФ и НАДФ•2Н, синтезируемые в световую фазу, и углекислый газ из атмосферы. Здесь происходит связывание молекул  $\text{CO}_2$ , активирование соединений за счет АТФ (фосфорилирование), восстановление углерода водородом из НАДФ•2Н и синтез глюкозы.

1. В строме хлоропласта постоянно присутствует пятиуглеродный углевод (пентоза), связанный с двумя остатками фосфорной кислоты – рибулозодифосфат. Это вещество как бы начинает цикл. Происходит фиксация неорганического углерода.
2. Образующееся шестиуглеродное соединение неустойчиво и сразу же распадается на два триозофосфата.
3. Далее происходит активирование этих веществ молекулами АТФ и образуются две молекулы триозодифосфата.
4. После этого происходит восстановление триозодифосфатов молекулами НАДФ•2Н;
5. Две молекулы триозы соединяются между собой, и образуется глюкоза, которая может в дальнейшем превращаться в сахарозу, крахмал и другие полисахариды.
6. Часть молекул триоз может использоваться для синтеза аминокислот, глицерина, высших жирных кислот.
7. Частично триозы продолжают участвовать в циклических реакциях и превращаются вновь в пентозу, которая замыкают цикл.
8. В реакциях участвуют одновременно шесть молекул каждого вещества. Для синтеза одной молекулы глюкозы цикл должен повториться шесть раз.
9. Освобожденные молекулы АДФ и  $\text{НАДФ}^+$  вновь возвращаются к мембранам тилакоидов для участия в световых реакциях.







фильм  
М

# Космическая роль растений

## 3. Накопление кислорода в атмосфере.

Первоначально в атмосфере Земли  $O_2$  присутствовал в следовых количествах. В настоящее время он составляет 21% по объему воздуха. Появление и накопление кислорода в атмосфере связано с жизнедеятельностью зелёных растений.

Ежегодно в ходе фотосинтеза кислород поступает в атмосферу в количестве 70 – 120 млрд.т. Этот кислород необходим для дыхания всех гетеротрофов – бактерий, грибов, животных и человека, а также зелёных растений в ночное время.

Особое значение в поддержании высокой концентрации кислорода в атмосфере имеют леса. Подсчитано, что 1 га леса весной и летом за час выделяют кислорода в количестве,

## 4. Обеспечение постоянства содержания $CO_2$ в атмосфере.

Образование органических веществ гумуса, осадочных пород и горючих ископаемых выводило значительные количества  $CO_2$  из круговорота углерода. В атмосфере Земли

$CO_2$  становилось все меньше и в настоящее время он составляет только 0,03% ( по объёму), или 711 млрд.т в пересчете на углерод.

Фотосинтез, с одной стороны, дыхание организмов и карбонатная система океана, с другой, поддерживают относительно постоянный уровень  $CO_2$  в атмосфере.

Тенденция к повышению содержания  $CO_2$

В атмосфере из-за сжигания огромных количеств нефти, газа и др.причин способствовать увеличению среднего





## Заполните таблицу Фазы фотосинтеза

Название фазы	Характеристика фазы	Что поглощается из среды	Что синтезируется в клетке	Что выделяется в окружающую среду
1.				
2.				

### Задача.

За сутки один человек массой в 60 кг при дыхании потребляет в среднем 30 л кислорода (из расчета  $200 \text{ см}^3$  на 1 кг массы в 1 ч).

Одно 25-летнее дерево – тополь – в процессе фотосинтеза за 5 весенне-летних месяцев поглощает около 42 кг углекислого газа. Определите, сколько таких деревьев обеспечат кислородом одного человека.

Твоя оценка – от 5 – кол-во перевернутых картинок.



## Сравнительная характеристика процессов дыхания и фотосинтеза

Название процесса	Необходимые условия	Исходные веществами	Источник энергии	Конечные продукты	Когда происходит (днем, ночью)	Биологическое значение
Дыхание						
Фотосинтез						

