



# Урок по теме: «Фотосинтез»

Автор:

Фомина Татьяна Владимировна,  
учитель биологии, МБОУ лицей  
имени Н. А. Рябова

Роль растений на Земле огромна – они снабжают органическими веществами и энергией практически все организмы. Ежегодно растения производят такое количество свободной энергии, которая более чем в **10** раз превышает количество энергии, выделяющейся при сжигании полезных ископаемых населением Земли в течение года. Следует помнить, что горючие полезные ископаемые – уголь, нефть также являются продуктами фотосинтеза. На свету растения выделяют кислород.

Почему же при дыхании растения кислород поглощают, а при фотосинтезе выделяют?

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно познакомиться с процессом фотосинтеза.

# План урока:

1. История изучения фотосинтеза.  
Эксперименты по фотосинтезу.
2. Значение фотосинтеза.
3. Фотосинтетические пигменты.
4. Фотосистемы.
5. Световая фаза фотосинтеза.
6. Темновая фаза фотосинтеза.
7. Лимитирующие факторы фотосинтеза.

## История изучения фотосинтеза



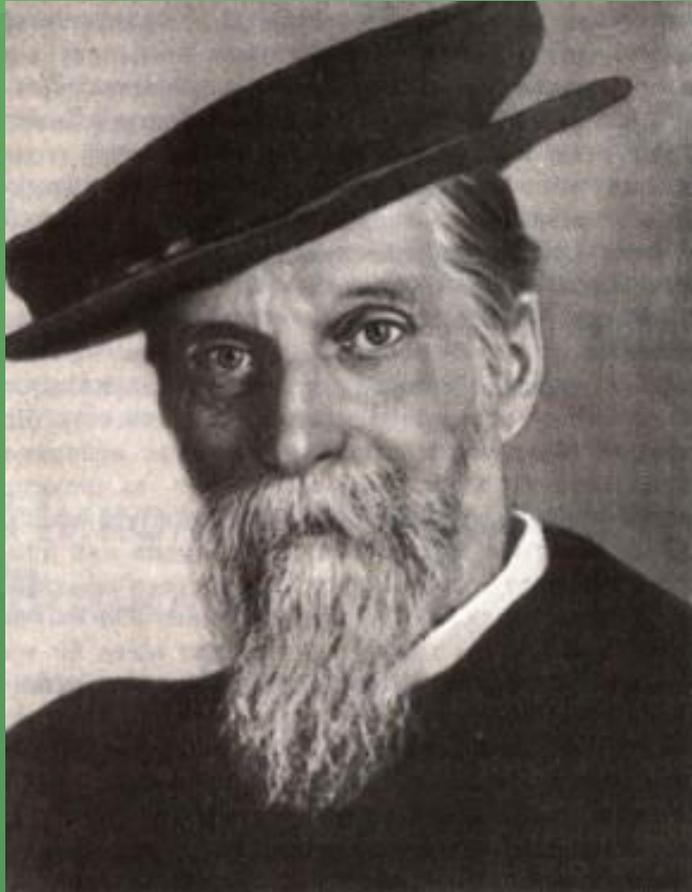
### Ян Ван Гельмонт

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.

- В 1804 году Соссюр установил, что в процессе фотосинтеза велико значение воды.
- В 1887 году С. Н. Виноградским открыты хемосинтезирующие бактерии.
- В 1905 году Блэкман установил, что фотосинтез состоит из двух фаз: световой и темновой.

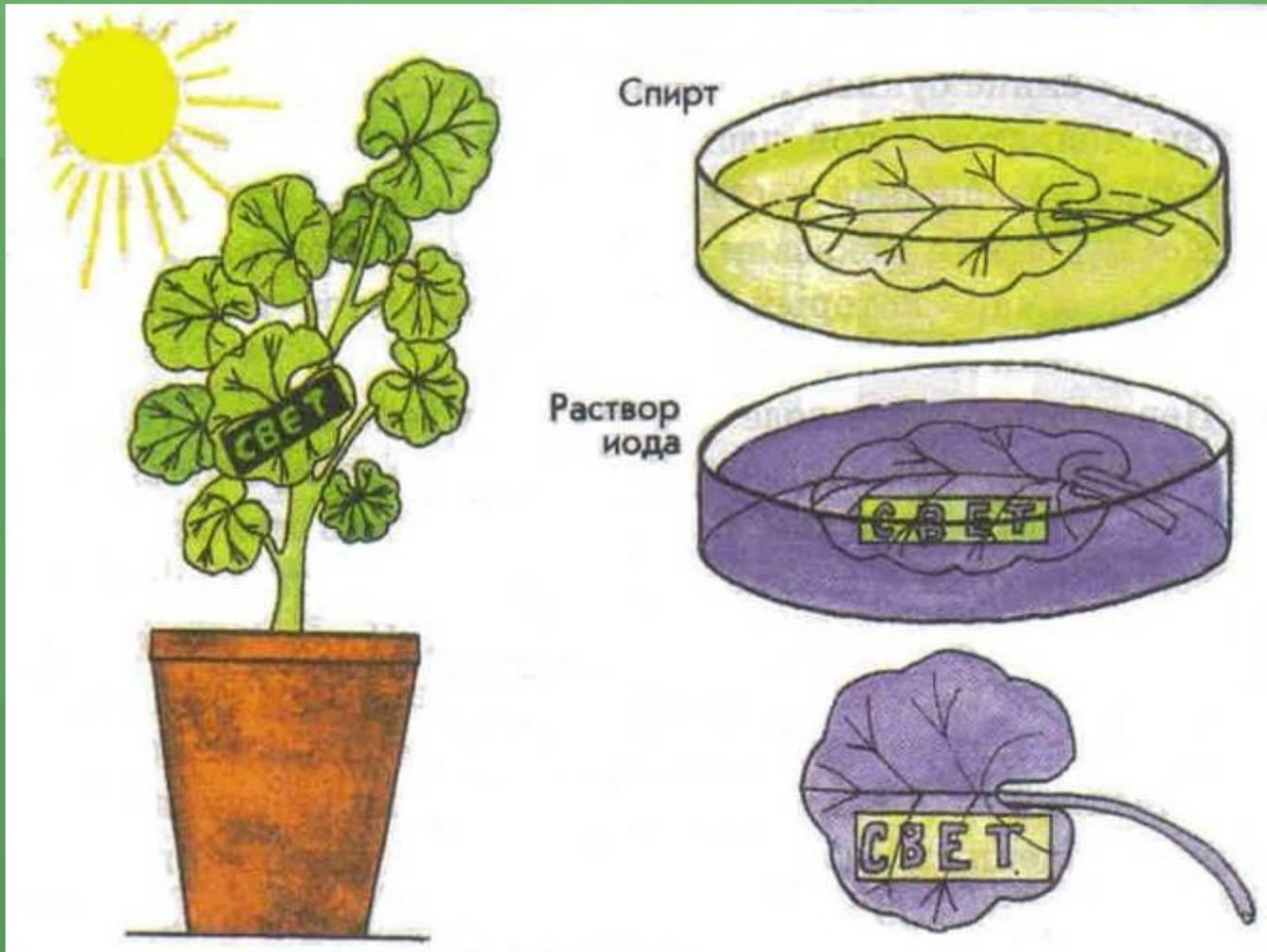
# Климент Аркадьевич Тимирязев

(1843—1920)



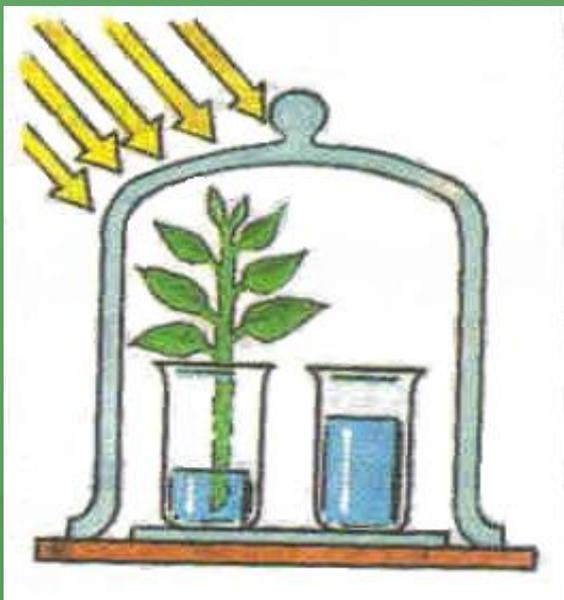
- Лист зеленого растения — чудесная «кладовая», куда оно складывает поглощенные солнечные лучи в виде ряда химических соединений, обладающих запасом потенциальной энергии (крахмал, сахар). В этом и заключается, по словам Тимирязева, космическая роль зеленого растения.

# Эксперименты по фотосинтезу



Опыт 1 Доказывает значение солнечного света

# Эксперименты по фотосинтезу



Опыт 2 Доказывает значение углекислого газа для фотосинтеза



Опыт 3 Доказывает значение фотосинтеза

# Значение фотосинтеза

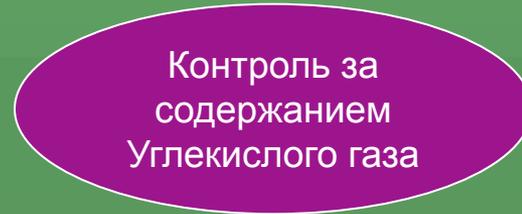
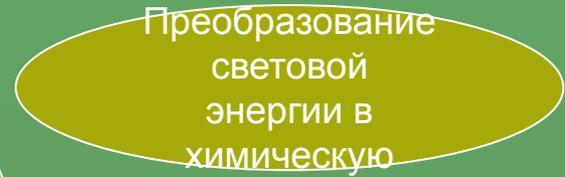
Синтез  
органического  
вещества

Выделение в  
атмосферу  
кислорода

Преобразование  
световой  
энергии в  
химическую

Основа всех  
цепей  
питания

Контроль за  
содержанием  
Углекислого газа



## Сущность фотосинтеза

заключается в превращении световой энергии солнечного луча в химическую энергию в виде АТФ и НАДФ.Н<sub>2</sub>

Суммарное уравнение фотосинтеза:



## Типы фотосинтеза

### Анаэробный фотосинтез

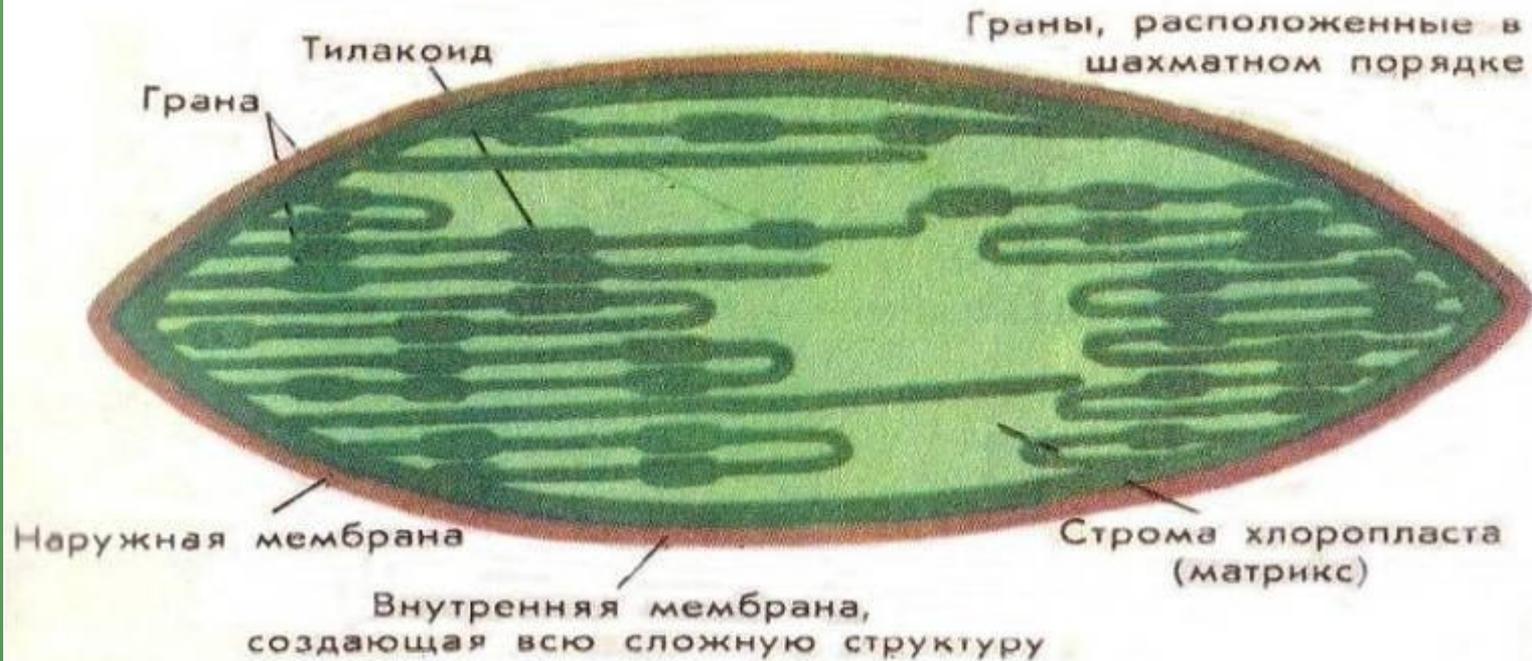
Характерен для фотосинтезирующих бактерий (подцарство Настоящие бактерии). Фотосинтезирующим пигментом у них является бактериохлорофилл. Кислород не выделяется

### Аэробный фотосинтез

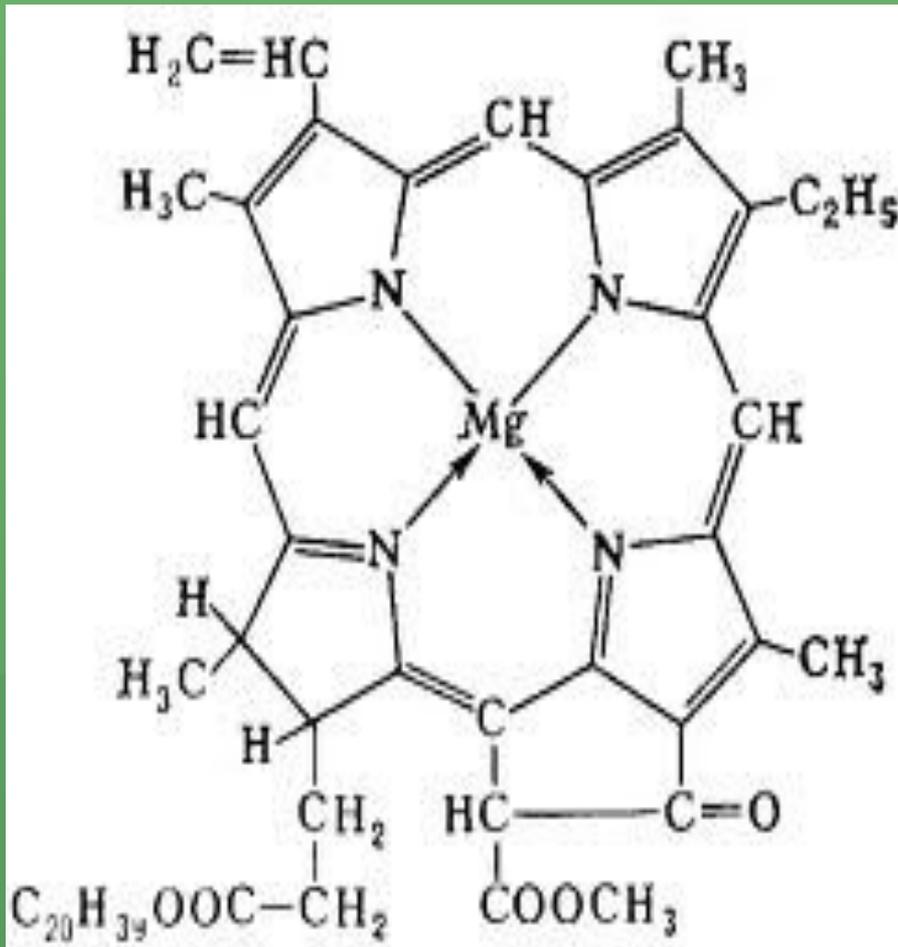
Характерен для всех оксифотобактерий и растений. Происходит в клетках содержащих хлорофилл. Кислород выделяется

Главными автотрофами на Земле являются зеленые растения, клетки которых содержат **хлоропласты**.

## Хлоропласты.



# Хлорофилл



Молекула хлорофилла имеет эмпирическую формулу:  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ . Атомы С, Н, О, N соединены в сложное порфириновое кольцо. Хлорофилл близок по строению к гемоглобину крови, только в гемме в центре молекулы атом Fe, а в хлорофилле атом Mg, связанный с одним или четырьмя атомами азота. Молекула хлорофилла имеет длинный «хвост» - остаток спирта фитола, который содержит цепь из 20 углеродных атомов.

**Хлорофилл** имеет модификации *a*, *b*, *c*, **d**. Отличаются они структурным строением и спектром поглощения света. Например: хлорофилл *b* содержит на один атом кислорода больше и на два атома водорода меньше, чем хлорофилл *a*.

Все растения и оксифотобактерии имеют как основной пигмент желто-зеленый хлорофилл *a*, а как дополнительный хлорофилл *b*.

У большинства растений есть темно оранжевый пигмент – **каротин**, который в животном организме превращается в витамин А и желтый пигмент – ксантофилл.

**Фикоцианин** и **фикоэритрин** – содержат красные и сине-зеленые водоросли. У красных водорослей эти пигменты принимают более активное участие в процессе фотосинтеза, чем хлорофилл.

# Фотосистемы

Пигменты растений участвующие в фотосинтезе «упакованы» в тилакоиды хлоропластов в виде функциональных фотосинтетических единиц – фотосинтетических систем: фотосистемы I и фотосистемы II.



# Фазы фотосинтеза



# Фотосинтез

## Световая фаза

## Темновая фаза или цикл Кальвина

### Фотофизический этап

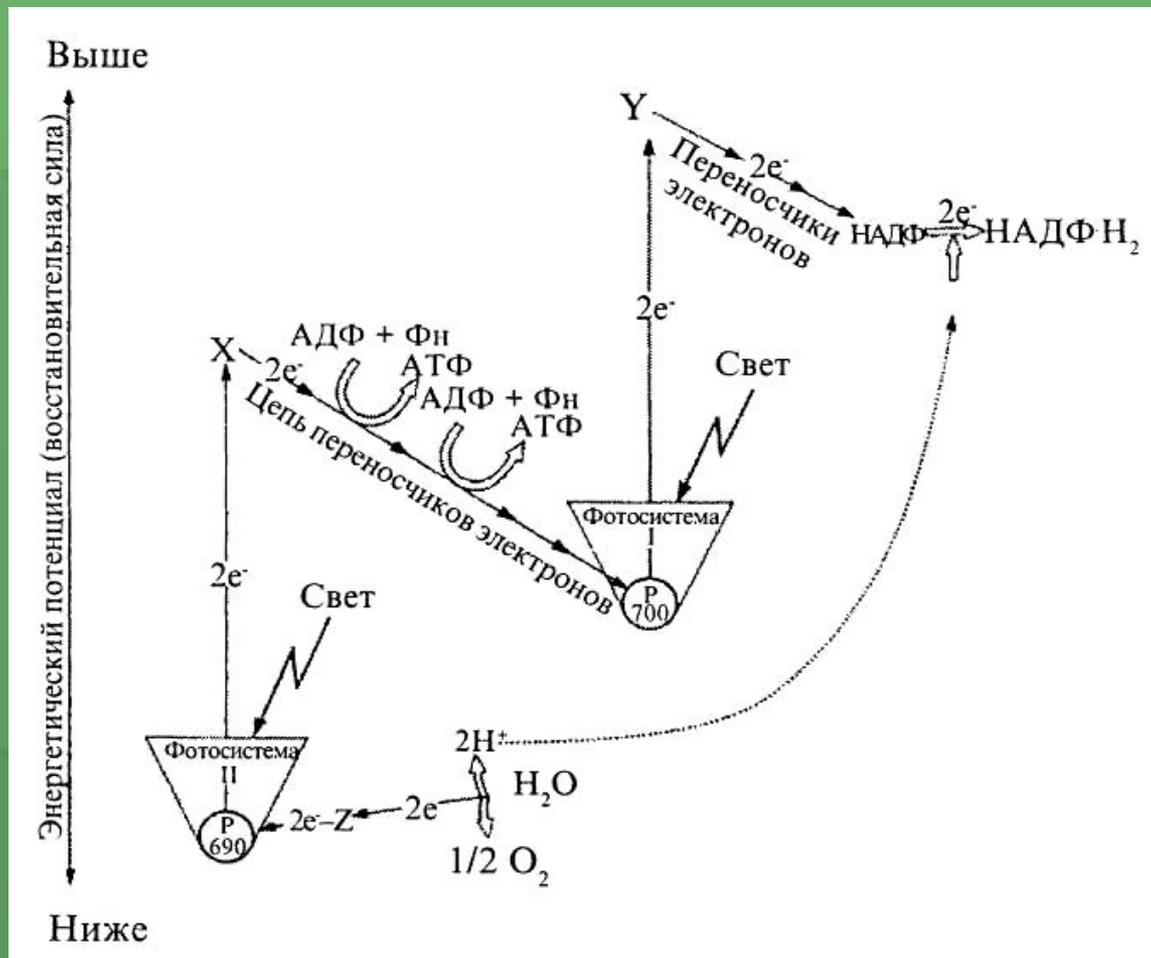
Поглощение квантов света пигментами, идет возбуждение электронов в этих молекулах и передача возбуждения от одной молекулы к другой

### Фотохимический этап

Преобразование энергии света в энергию химических связей АТФ и НАДФ·Н<sub>2</sub>. Идет на фотосинтетических мембранах.

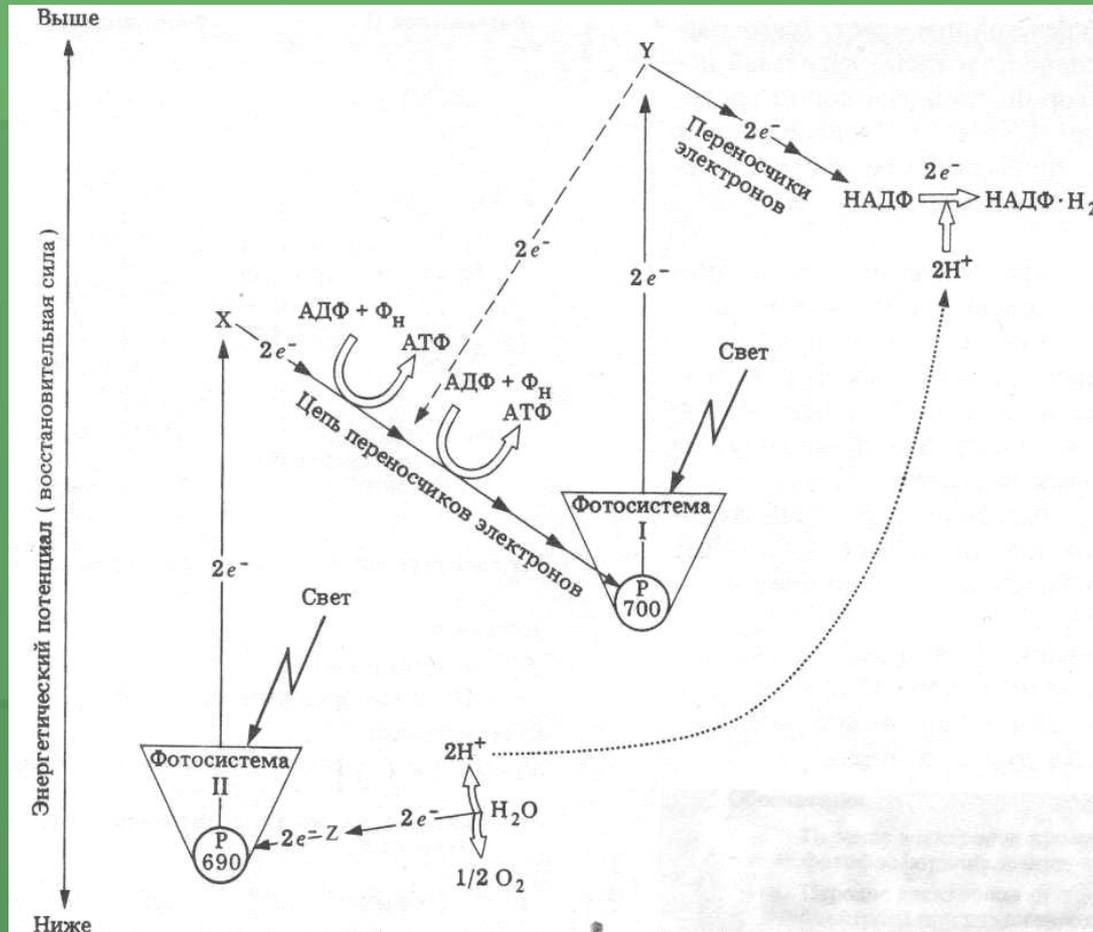
Идет за счет энергии, которая образовалась в световой фазе. Суть процесса: включение углекислого газа в образование органических веществ

# Световая фаза фотосинтеза



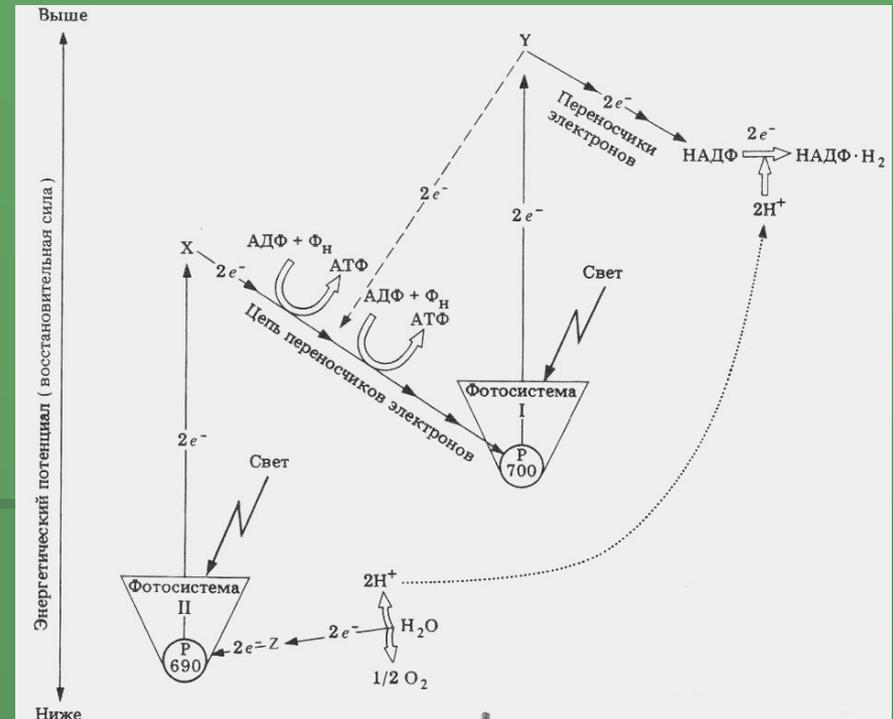
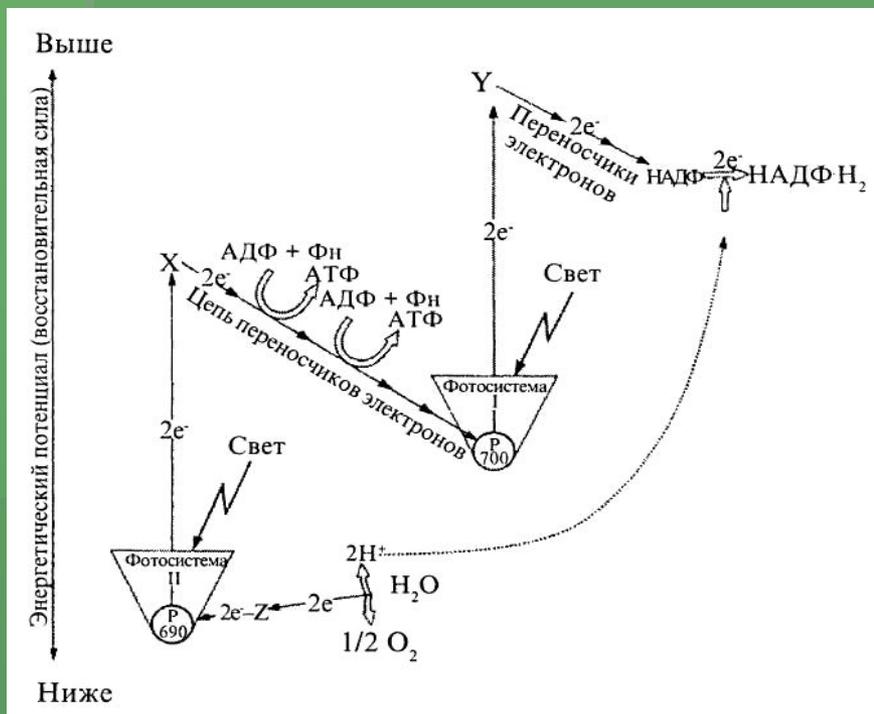
Нециклическое фотофосфорилирование

# Световая фаза фотосинтеза



Циклическое фотофосфорилирование

# Сравните нециклическое и циклическое фотофосфорилирование

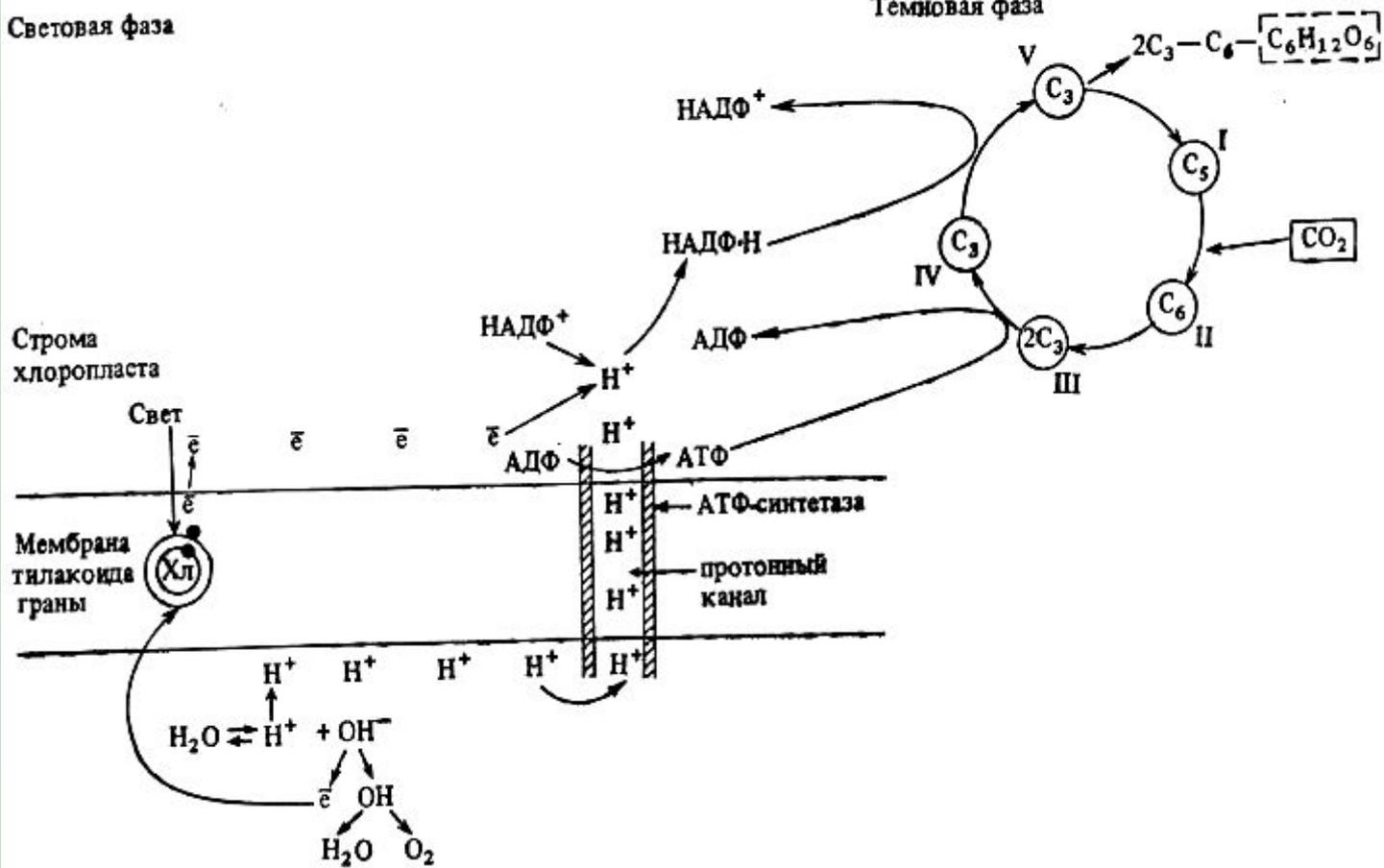


# Процесс фотосинтеза

Схема 5 Процесс фотосинтеза

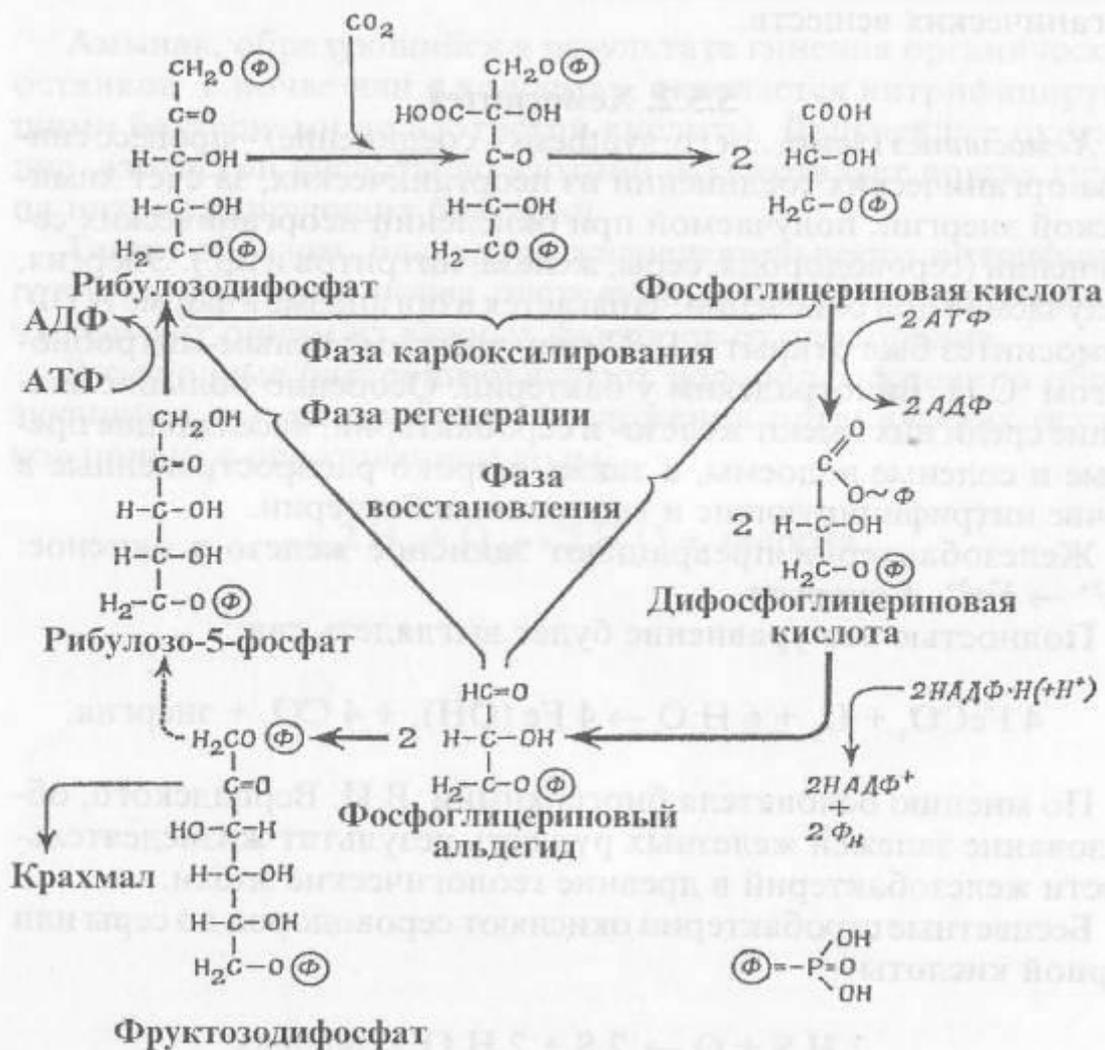
Световая фаза

Темновая фаза



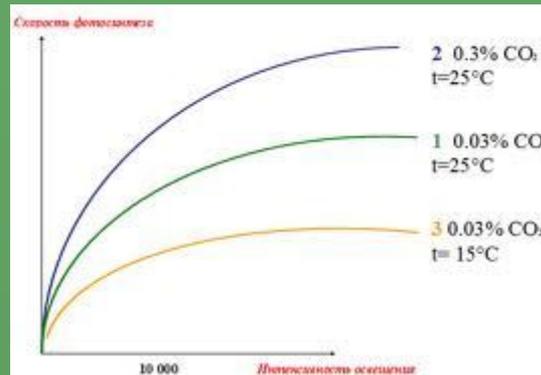
# Темновая фаза фотосинтеза

## Цикл Кальвина



# Лимитирующие факторы фотосинтеза

- Свет. Углекислый газ. Температура



- **Вода.** Исходное вещество для фотосинтеза. Недостаток воды влияет на многие процессы в клетках. Но даже временное увядание приводит к серьезным потерям урожая. Причины: при увядании устьица растений закрываются, а это мешает свободному доступу CO<sub>2</sub> для фотосинтеза; при нехватке воды в листьях некоторых растений накапливается **абсцизовая кислота**. Это гормон растений – ингибитор роста.

# Лимитирующие факторы фотосинтеза

- **Концентрация хлорофилла.**

Количество хлорофилла может уменьшаться при заболеваниях мучнистой росой, ржавчиной, вирусными болезнями, при недостатке минеральных веществ и с возрастом. При пожелтении листьев наблюдаются

***хлоротичные явления или хлороз.*** Причиной может быть недостаток минеральных веществ.

- **Кислород.**

Высокая концентрация кислорода в атмосфере (21%) ингибирует фотосинтез. Кислород конкурирует с углекислым газом за активный центр фермента, участвующего в фиксации CO<sub>2</sub>, что снижает скорость фотосинтеза.

# Лимитирующие факторы фотосинтеза

- **Специфические ингибиторы.**

Лучший способ погубить растение – это подавить фотосинтез. Для этого ученые разработали ингибиторы – *гербициды* – диоксины. Например: *ДХММ* – (*дихлорфенилдиметил-мочевина*) – подавляет световые реакции фотосинтеза. Успешно используют для изучения световых реакций фотосинтеза.

- **Загрязнение окружающей среды.**

Газы промышленного происхождения, озон и сернистый газ, даже в малых концентрациях сильно повреждают листья у ряда растений. Сажа забивает устьица и уменьшает прозрачность листовой эпидермы, что снижает скорость фотосинтеза.

# Источники информации

- <http://pptcloud.ru/kartinki/biologija/Fotosintez-10-klass/Fotosintez-10-klass.html>
- <http://900igr.net/kartinki/biologija/Fotosintez/Fotosintez.html>
- <http://ru.wikipedia.org/wiki>
- Биология: Справ. Материалы: Учеб. Пособие для учащихся /Д.и. Трайтак, В.А.Карьентов, Е.Т.Бровкина и др.; Под ред. Трайтака. – 3 изд. Перераб. – М.: Просвещение, 1994.
- Грин н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3 –х т. Перераб. С англ. /Под.ред. Р.Сопера. – М.: Мир, 1993.
- Кулев А.В. Общая биология. 11 класс: Метод. Пособие. – СПб.: «Паритет», 2001г.
- Общая биология: Учеб. Для 10 – 11 кл. шк. с углубл. изуч. биологии /Под ред. А.О.Рувинского. – М.: Просвещение, 1993г.
- Общая биология. Пособие для поступающих в ВУЗы. Под ред. Проф. А. Ф. Никитина. – Спб., ВМедА, 2004.
- Теремов А.В. Тестовые задания для проверки знаний учащихся по общей биологии – М.: ТЦ «Сфера», 1999.
- Чебышев Н.В., Гузикова Г.С., Лазарева Ю.Б., Ларина С.Н. Биология. Новейший справочник. – М.: Махаон, 2007.