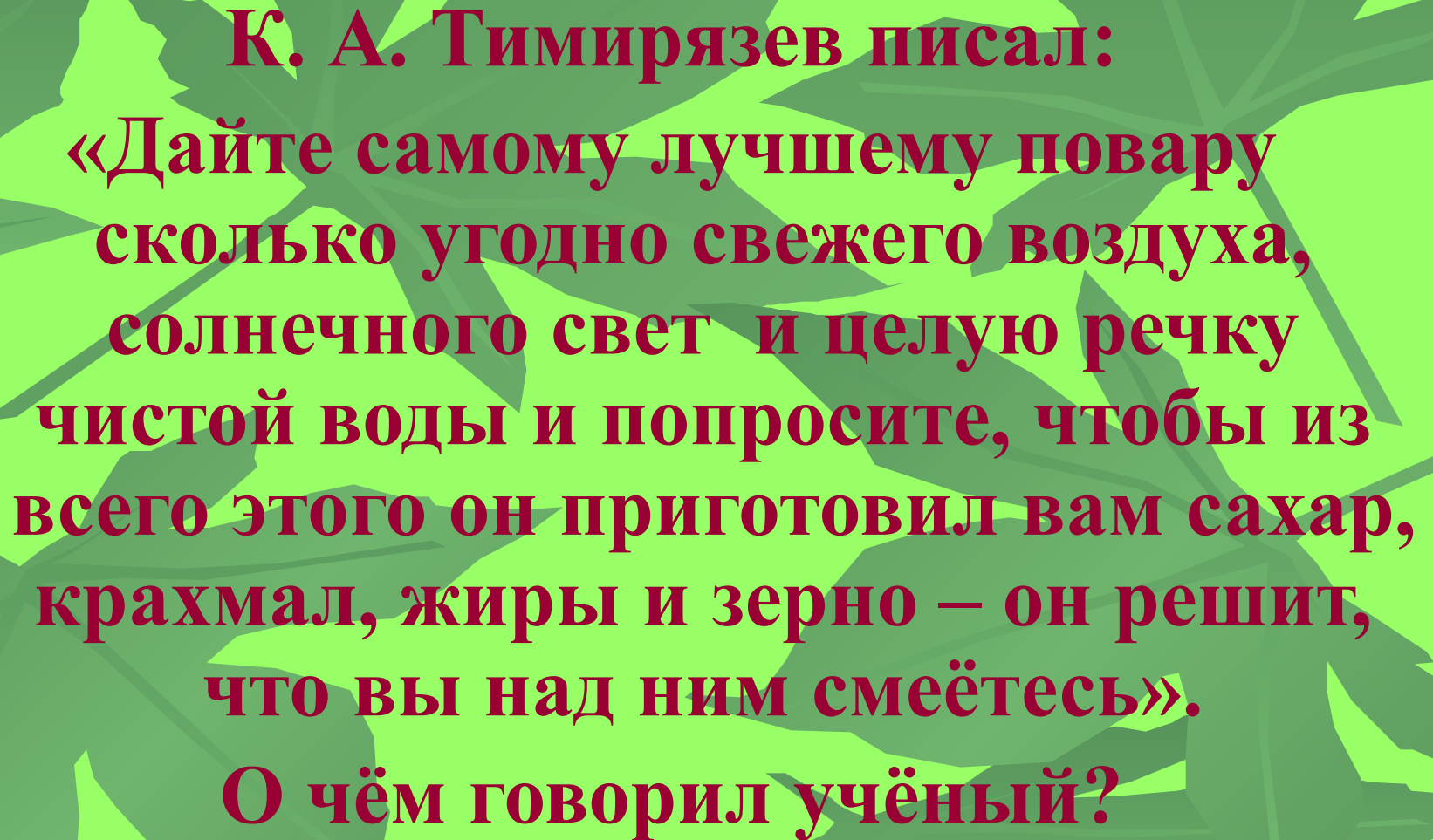


# Урок - лекция

ФОТОСИТЕЗ



**К. А. Тимирязев писал:**  
**«Дайте самому лучшему повару  
сколько угодно свежего воздуха,  
солнечного свет и целую речку  
чистой воды и попросите, чтобы из  
всего этого он приготовил вам сахар,  
крахмал, жиры и зерно – он решит,  
что вы над ним смеётесь».**  
**О чём говорил учёный?**

«Природа поставила себе задачей уловить на лету притекающий на Землю свет, превратить эту подвижнейшую из сил природы в твердую форму и собрать ее в запас. Для этого она покрыла земную кору организмами, которые в течение своей жизни поглощают солнечный свет и превращают потребляемую таким образом силу в непрерывно нарастающий запас химической разности. Эти организмы - растения»

Роберт Майер

# Основополагающий вопрос

- Какова роль растений в биосфере?

- Фотосинтез, являющийся одним из самых распространенных процессов на Земле, обуславливает природные круговороты углерода, кислорода и других элементов и обеспечивает материальную и энергетическую основу жизни на нашей планете. Фотосинтез является единственным источником атмосферного кислорода.
- **Процесс фотосинтеза является основой питания всех живых существ, а также снабжает человечество топливом (древесина, уголь, нефть), волокнами (целлюлоза) и бесчисленными полезными химическими соединениями. Из диоксида углерода и воды, связанных из воздуха в ходе фотосинтеза, образуется около 90-95% сухого веса урожая. Остальные 5-10% приходятся на минеральные соли и азот, полученные из почвы.**
- Человек использует около 7% продуктов фотосинтеза в пищу, в качестве корма для животных и в виде топлива и строительных материалов.

# Опорные точки урока

- История изучения процесса фотосинтеза
- Фотосистемы
- Особенности строения листьев
- Строение хлоропластов
- **Фазы фотосинтеза**
  - световая фаза
  - темновая фаза
- Общая схема фотосинтеза
- Влияние на скорость фотосинтеза различных факторов
- Значение фотосинтеза

# Основные понятия урока

- Фотосинтез
- фотосистема
- Хлоропласты
- Тилакоиды
- Граны
- Строма
- Ламеллы
- Световая фаза
- Темновая фаза
- Фосфорилирование
- Цикл Кальвина



**В чём заключается суть  
опыта Ван Гельмонта?**



**В чём заключается  
суть опыта  
Д. Пристли  
(18 августа 1772 год)?**



# История изучения процесса фотосинтеза

- Ян ван Гельмонт. XVII век. Эксперимент по выращиванию ивы в кадке. Вывод: растение образует все вещества из воды.
- Мерчелло Мальпиги. 1667 год. Растение перестает развиваться, если у проростков тыквы оборвать первые зародышевые листочки. Вывод: под действием солнечных лучей в листьях растений происходят какие-то преобразования и испаряется вода.

# История изучения процесса фотосинтеза

- Джозеф Пристли. 1772 год. Знаменитый опыт со свечой и мятой. Вывод: растение улучшает воздух и делает его пригодным для дыхания и горения. Первое предположение о роли света в жизнедеятельности растений.

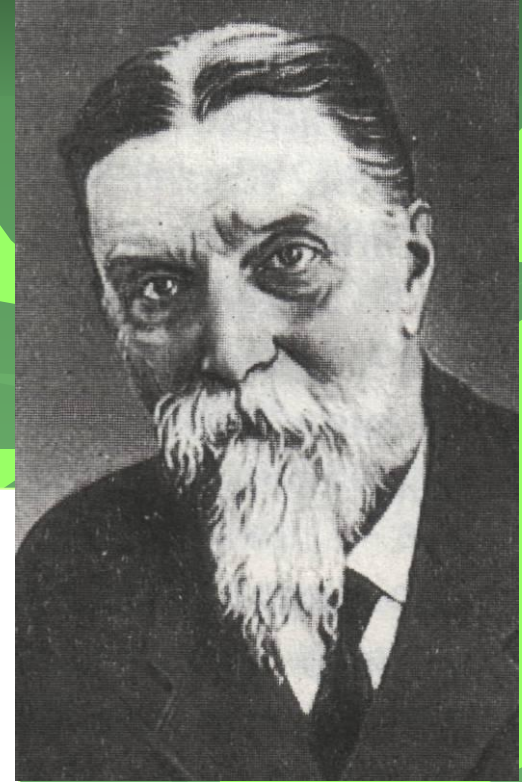
# История изучения процесса фотосинтеза

- **Жан Сенебье**. 1800 год. Установил, что листья разлагают углекислый газ под действием солнечного света.
- Вторая половина XIX века. Получена спиртовая вытяжка зеленого цвета с сильной кроваво-красной флюоресценцией. Это вещество названо **хлорофиллом**.
- **Роберт Майер**. Вывод: количество отлагающегося в растениях углерода должно зависеть от количества падающего на растение света.

# История изучения процесса фотосинтеза

## Климент Аркадьевич Тимирязев.

- Исследовал влияние различных участков солнечного света процесс фотосинтеза.
- Вывод: процесс фотосинтеза идет интенсивно в красных лучах; интенсивность фотосинтеза соответствует поглощению света хлорофиллом; усваивая углерод, растение усваивает и солнечный свет, переводя его энергию в энергию органических веществ.
- Лондонское королевское общество. 1903 год.  
Лекция «Космическая роль растений»



# Фотосистемы

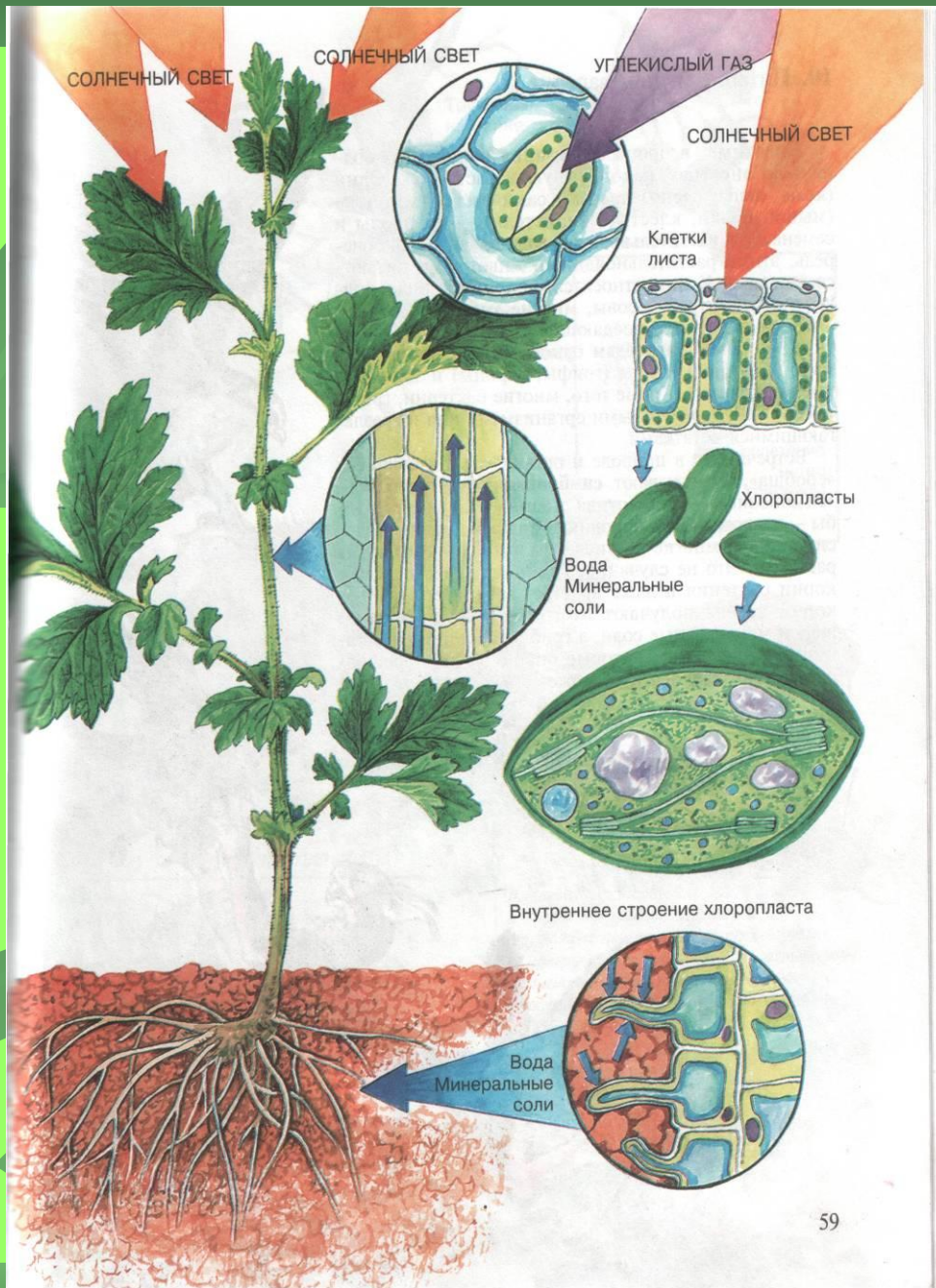
- Фотосистема – I. Фотосинтезирующие бактерии.



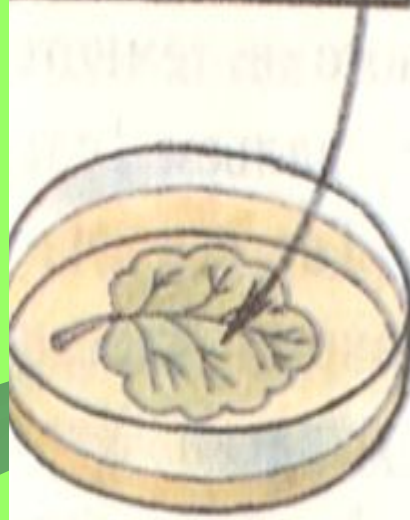
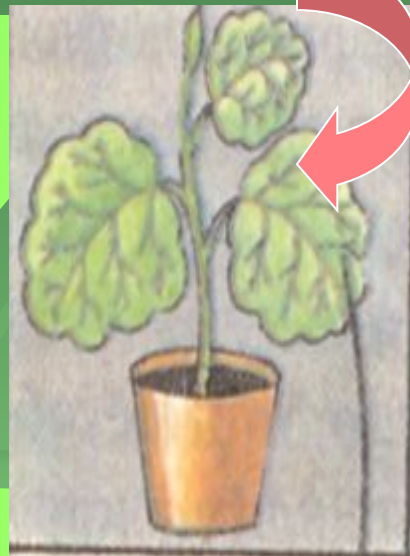
- Фотосистема – II. От сине-зеленых водорослей до настоящих растений.



# Особенности строения листьев



- Плоские, широкие, большая поверхность
- Эпидермис – бесцветный защитный слой с устьицами
- Тонкостенные клетки ассимиляционной ткани
- Сосудисто-волокнистые пучки



1. Растение обильно полить.
  2. На 2 – 3 дня поставить в тёмный шкаф.
  3. Проверить есть ли в листьях крахмал: срезать лист и опустить на 2 – 3 мин. в кипяток, затем в горячий спирт.
  4. Залить лист слабым раствором иодной пробы.
- ВЫВОД:** Окраска листа не изменилась, и приобрела бледно – жёлтый цвет.

5. Покрывать лист с обеих сторон плотной бумагой.
6. Растение выставить на солнечный или электрический свет.

7. Через сутки повторить опыт
- ВЫВОД:** Лист окрасился в фиолетовый (тёмно – синий) цвет, кроме участка листа который был накрыт бумагой. Значит крахмал образовался только в той части листа, которая была освещена.

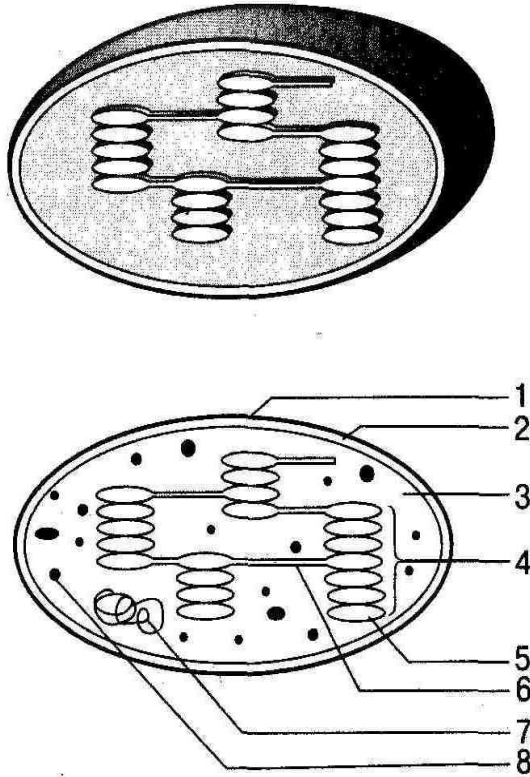


Что необходимо  
для  
фотосинтеза?





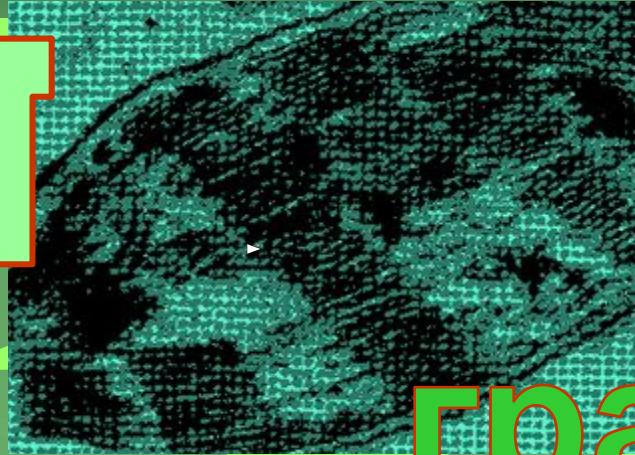
# Строение хлоропластов



**Рис. 8.** Строение хлоропластов. А — объемная схема;  
Б — плоская схема строения: 1 — наружная мембрана;  
2 — внутренняя мембрана; 3 — строма; 4 — граны; 5 — тила-  
коид; 6 — ламелла; 7 — ДНК; 8 — рибосомы

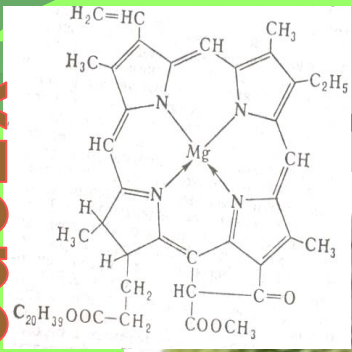
- Двумембранные органоиды
- Внутренняя часть строма
- Тилакоиды – мембранные компоненты, образующие граны
- Ламеллы (одиночные тилакоиды) соединяют граны
- У высших растений эллиптической формы
- В зависимости от освещенности меняют свое положение

# Хлоропласт

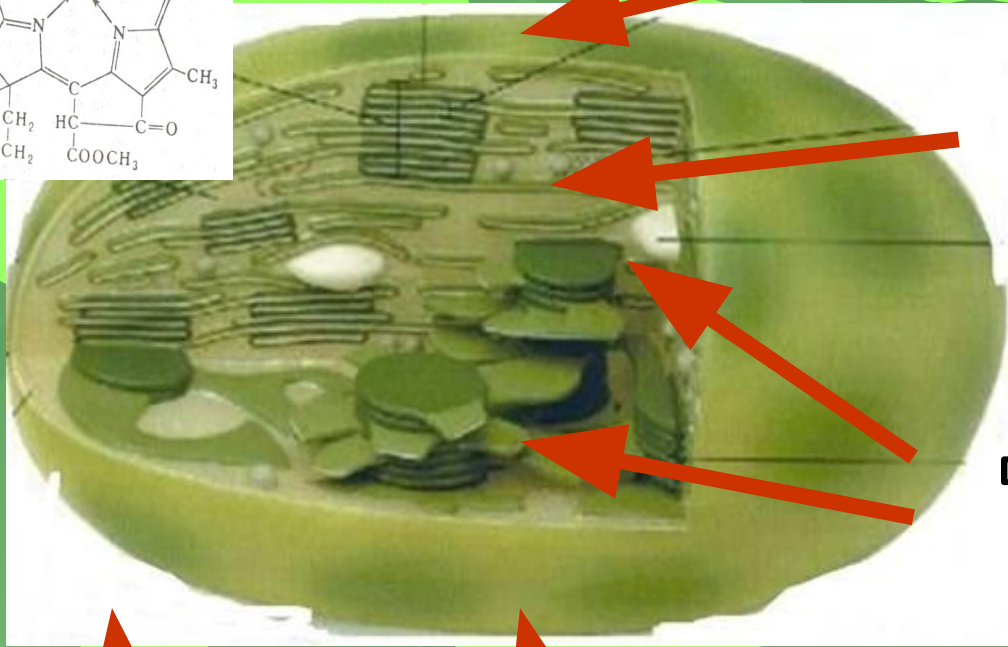


грана

строма



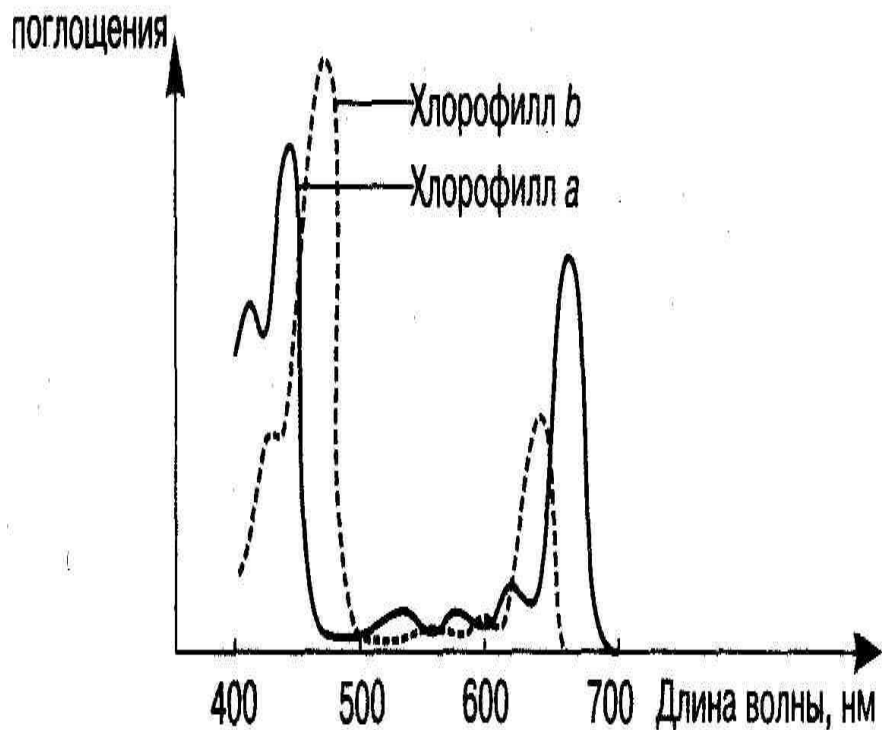
Хлорофилл а



ТИЛАКОИД

наружная и внутренняя мембрана

# Виды хлорофилла



*Рис. 9. Спектры поглощения и интенсивность фотосинтеза у разных видов хлорофилла*

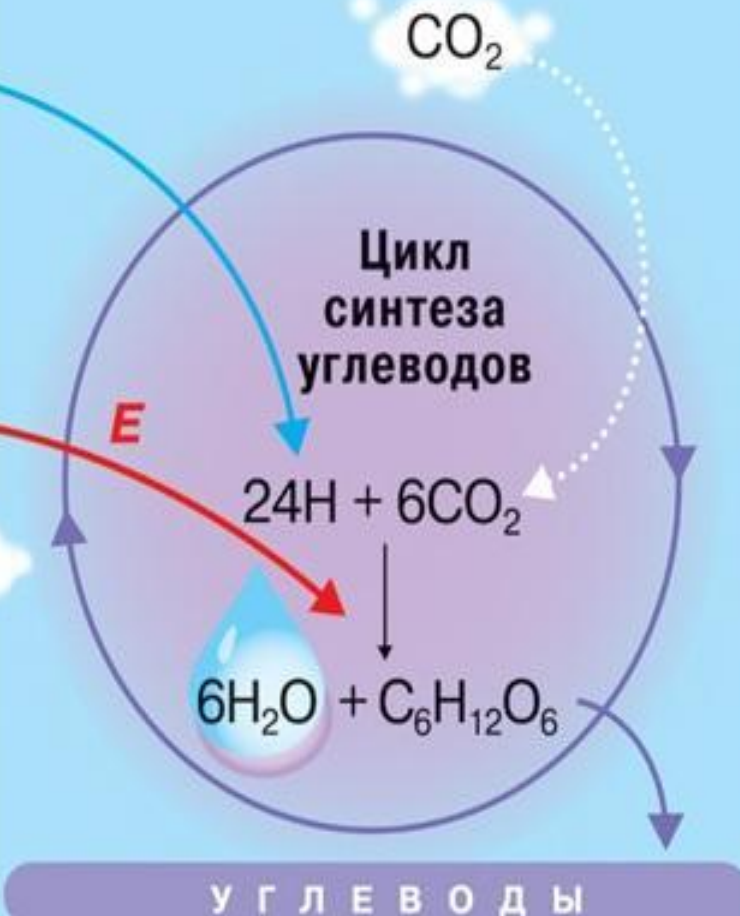
- Наиболее распространены хлорофиллы a, b
- **Хлорофилл a** – желто-зеленая окраска, поглощает свет наиболее интенсивно в красном и ультрафиолетовом спектрах. Имеется у всех растений.
- **Хлорофилл b** – сине-зеленого цвета поглощает энергию в фиолетовом спектре, значительно меньше в красном. Встречается у высших растений и зеленых водорослей.
- **Хлорофилл c** – зеленой окраски есть у бурых и некоторых одноклеточных водорослей.

# ФОТОСИНТЕЗ

СВЕТ



СВЕТОВАЯ ФАЗА (в гранах хлоропласта)

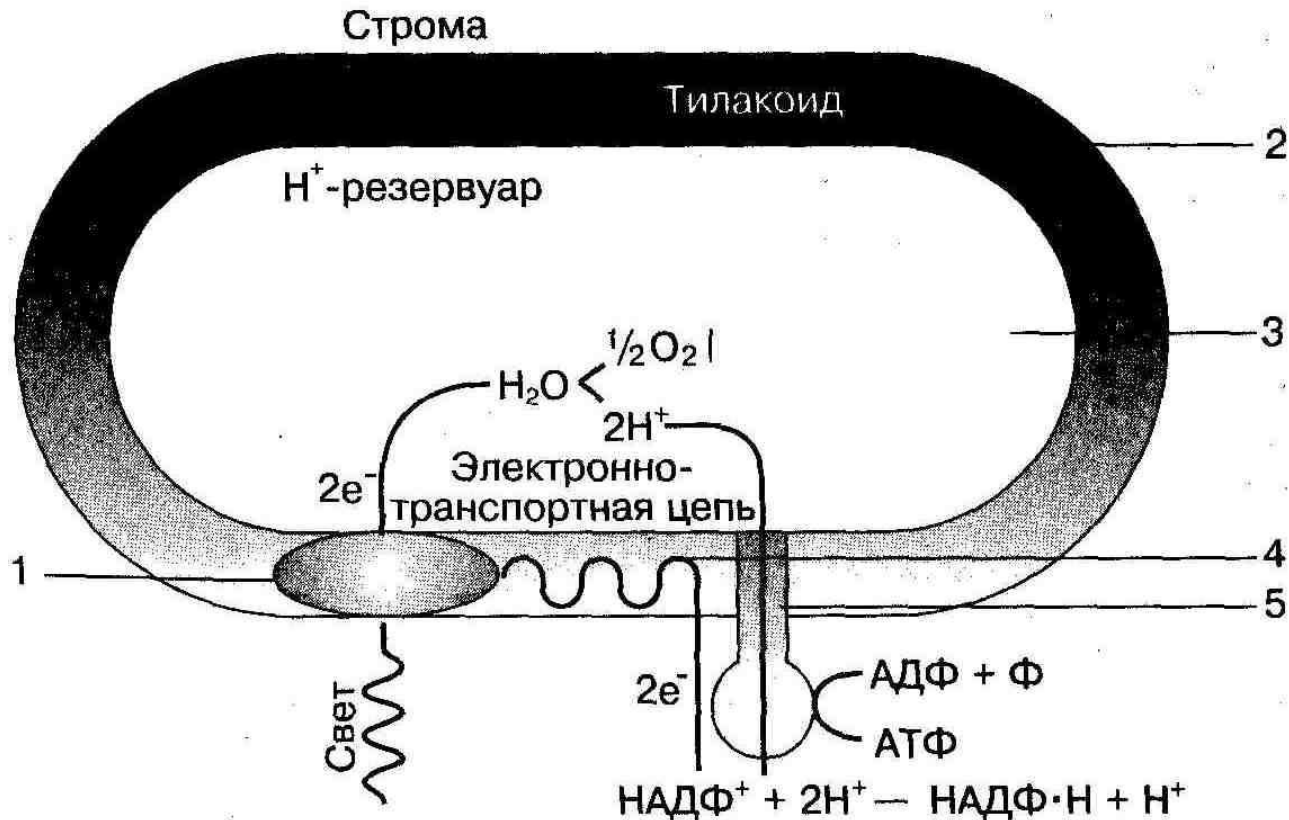


ТЕМНОВАЯ ФАЗА (в строме хлоропласта)



# Фазы фотосинтеза

## - световая фаза



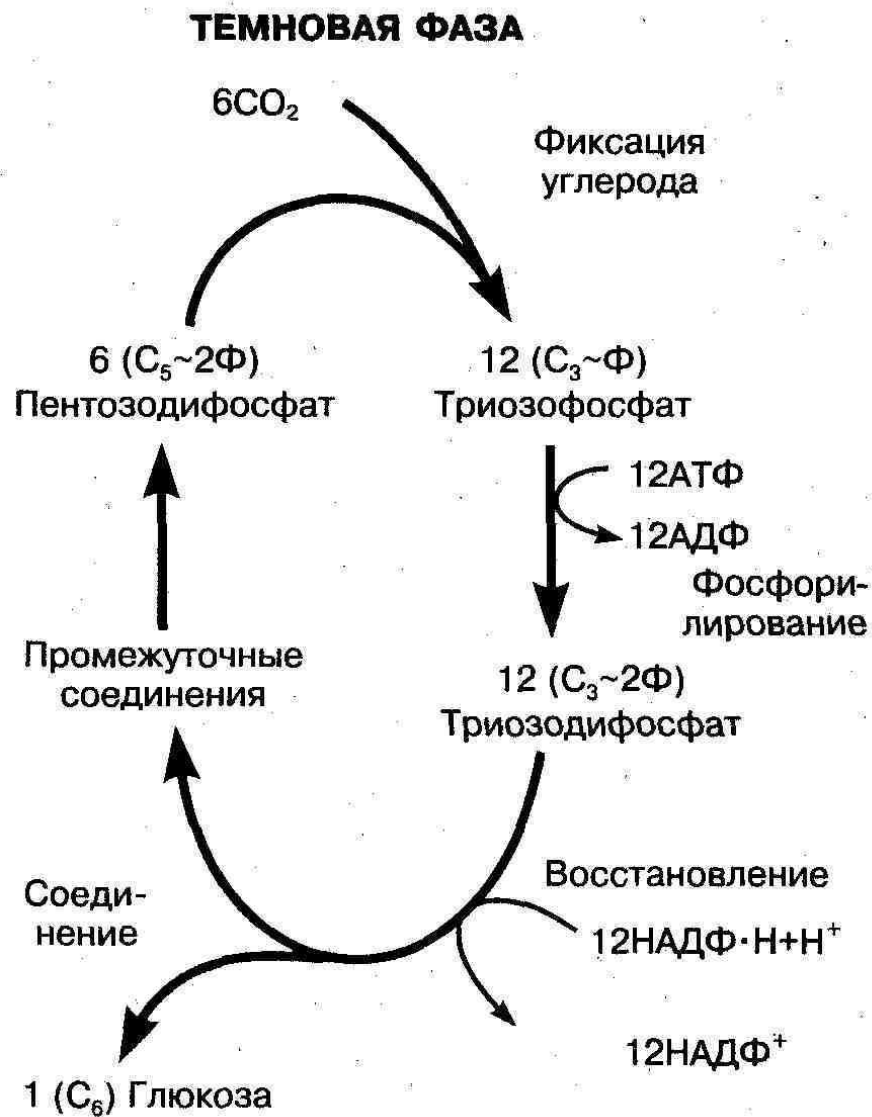
*Рис. 11. Общая схема процессов световой фазы фотосинтеза, протекающих в тилакоиде: 1 — хлорофилл; 2 — мембрана тилакоида; 3 — внутренняя часть тилакоида; 4 — цепь электропереносящих ферментов; 5 — канал с ферментом АТФ-синтетазой*

# Протекающие реакции

- Разложение воды под действием энергии света
- Образование водорода и выделение свободного кислорода
- Накопление энергии в результате синтеза АТФ
- Связывание водорода с переносчиком



# Фазы фотосинтеза. Темновая фаза



*Рис. 13. Общая схема темновых реакций фотосинтеза. Цикл Кальвина*

# ТЕМНОВАЯ фаза

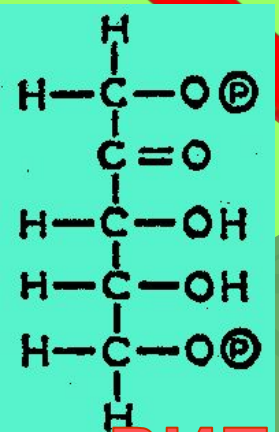
Место: СТРОМА

# Цикл Кальвина

# ГЛЮКОЗА

# CO<sub>2</sub>

2АТФ



РИБФ



Полимеризация

- крахмал
- целлюлоза
- белки
- ЛИПИДЫ

На образование C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> необходимо 6 оборотов цикла Кальвина:  
**6CO<sub>2</sub>, 12 Н, 18АТФ**

АТФ



# Протекающие реакции

- Фиксация углекислого газа
- Восстановление углекислого газа водородом
- Синтез глюкозы за счет энергии АТФ

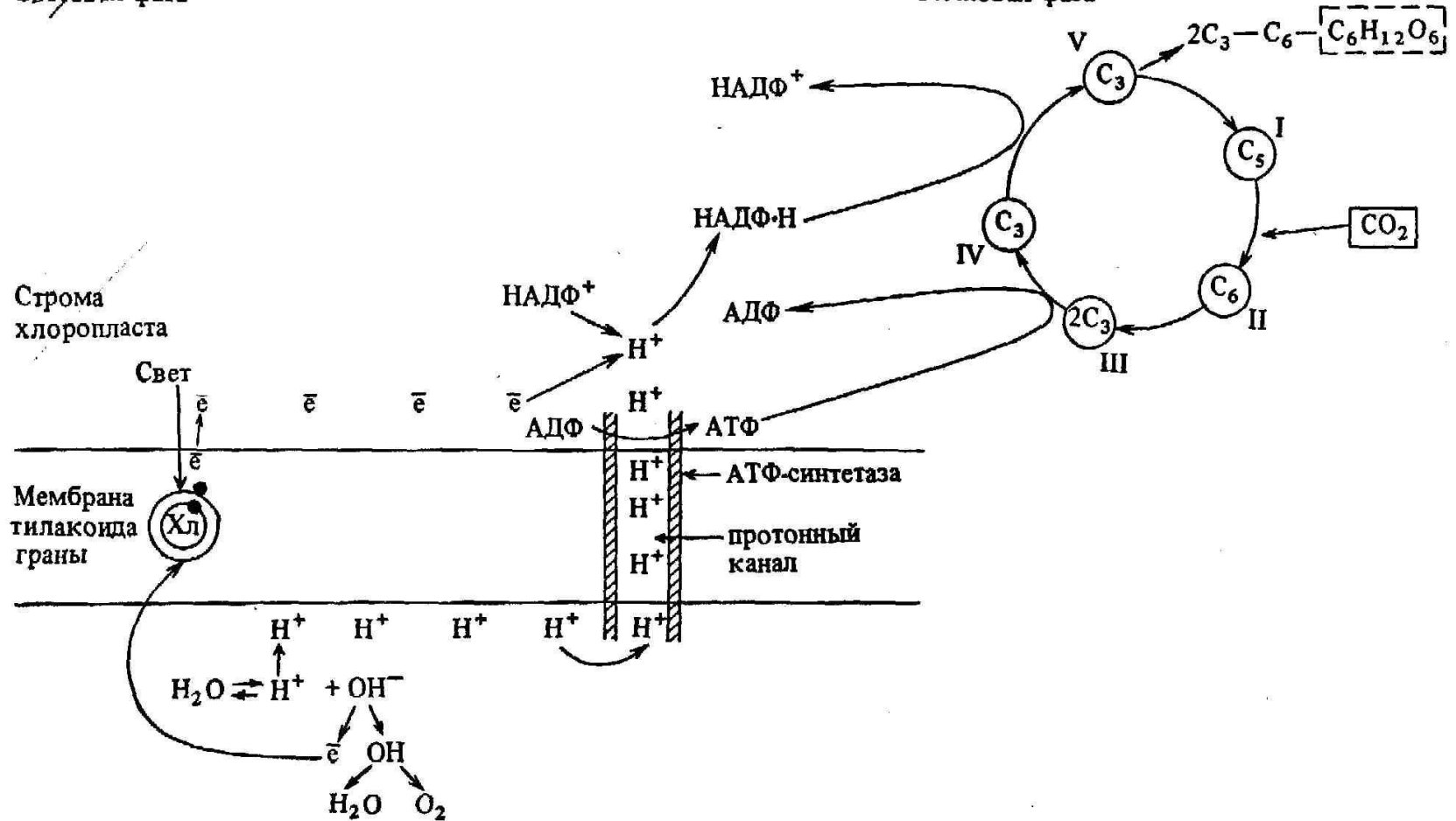


# Общая схема фотосинтеза

Схема 5 Процесс фотосинтеза

Световая фаза

Темновая фаза



# Влияние на скорость фотосинтеза различных факторов

- Длина световой волны
- Степень освещенности
- Концентрация углекислого газа
- Температура
- Вода

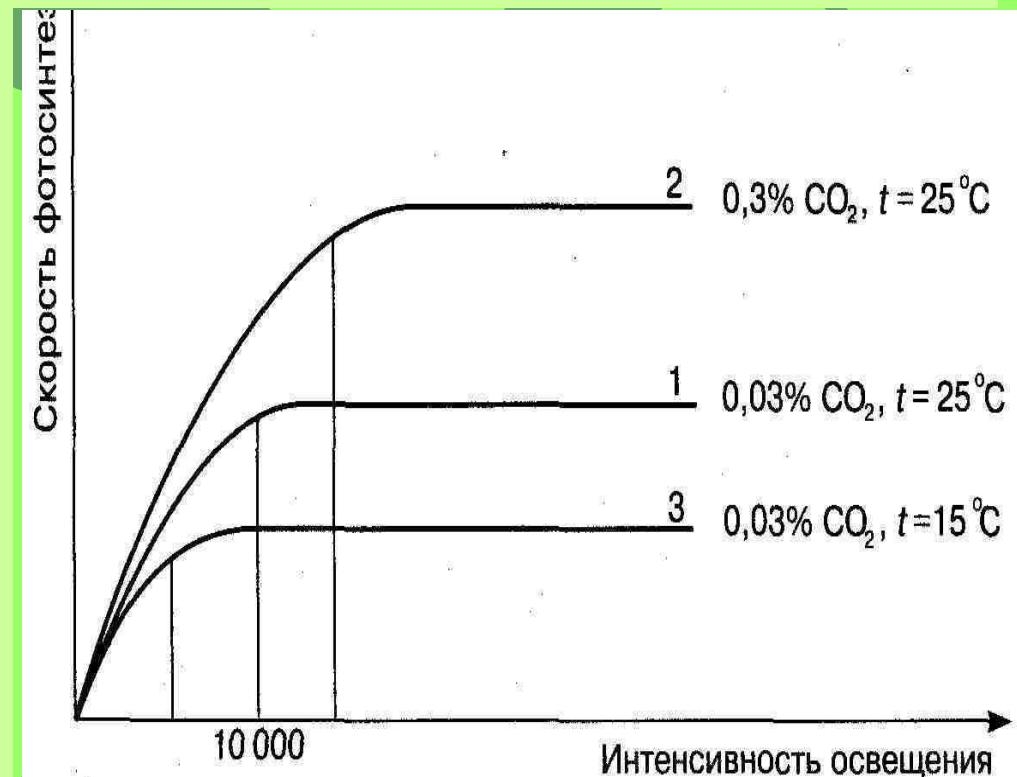


Рис. 15. Влияние различных факторов на скорость фотосинтеза

# Значение фотосинтеза

■ Выделяется кислорода при фотосинтезе в 20-30 раз больше, чем поглощается при дыхании.

Используется 1% падающей энергии, продуктивность около 1 г на 1 кв. м.

■ Без фотосинтеза запас кислорода был бы израсходован в течение 3 000 лет.



Все

# РОССЯНКА

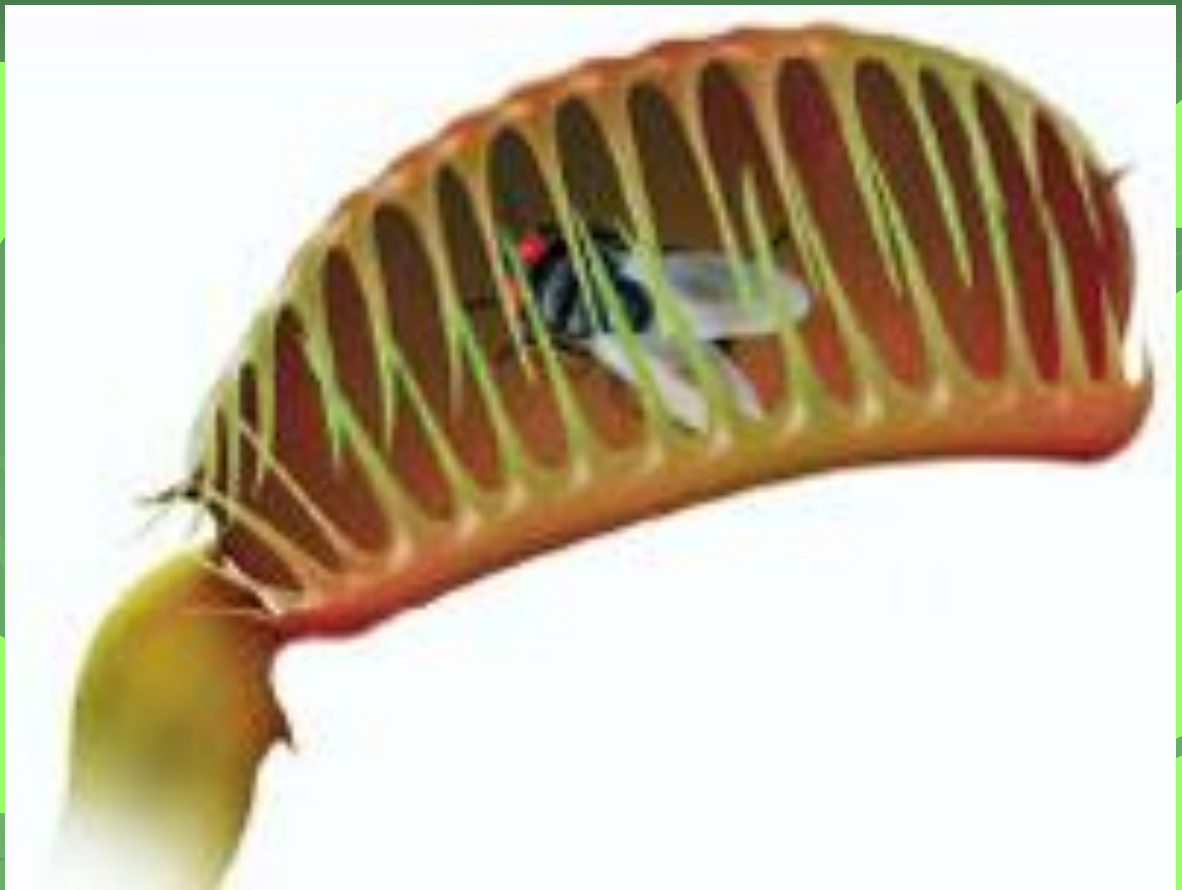




**Саррацерия пурпурная**

## **Венерина мухоловка**

**(*Dionaea muscipula*) - насекомоядное растение, способное питаться с помощью фотосинтеза, встречается в районах песчаных кустарниковых болот в прибрежной части Северной и Южной Каролины. Частые в этих местах пожары уничтожают конкурирующие с мухоловкой растения и приводят к дефициту азота в почве.**



**А венерина мухоловка, обладая уникальным приспособлением для ловли насекомых, получает дополнительный источник незаменимых питательных веществ (главным образом азота и фосфора), которых лишены растения, добывающие их из почвы.**



HELLBENDER



