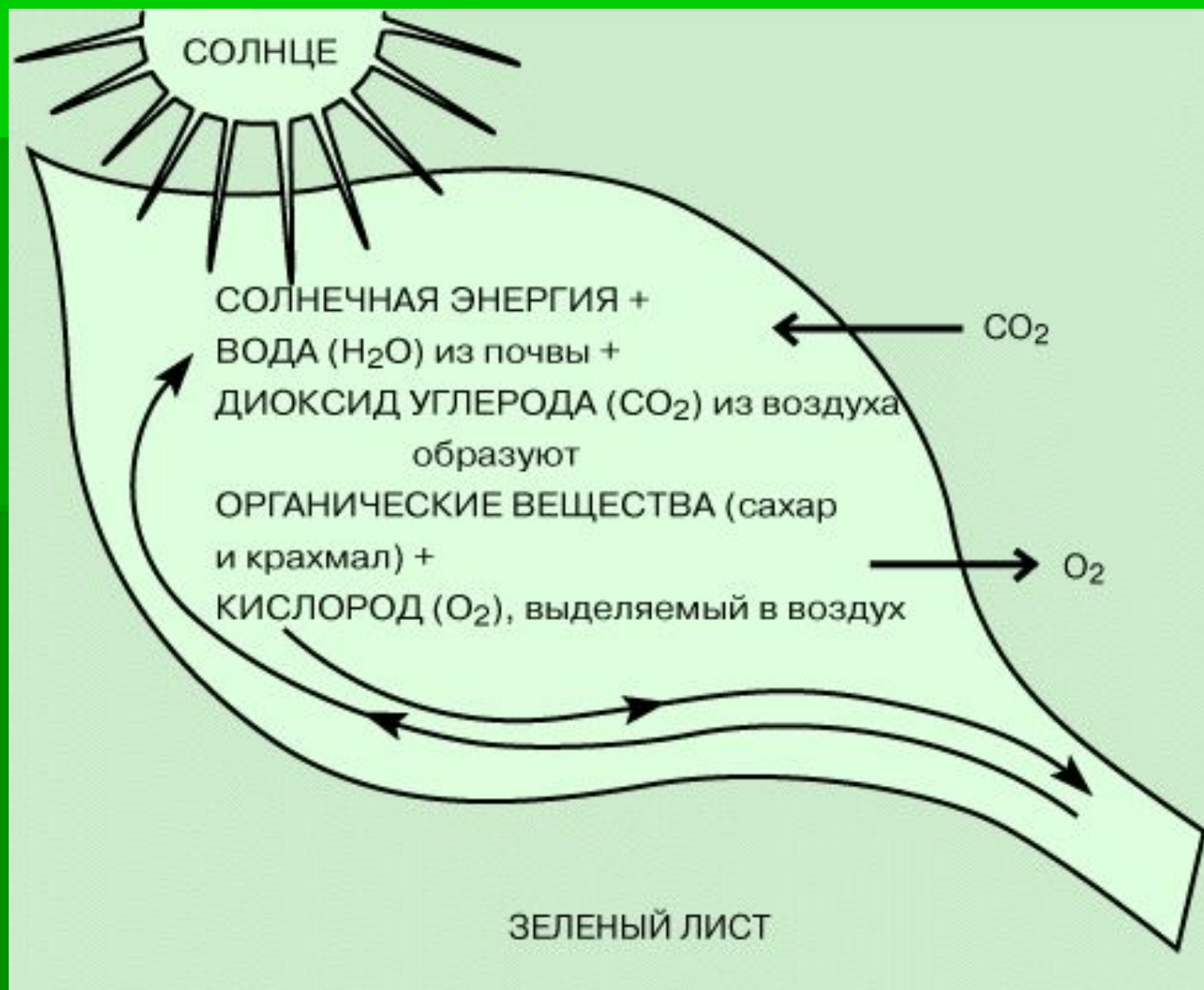


Фотосинтез



Фотосинтез у растений

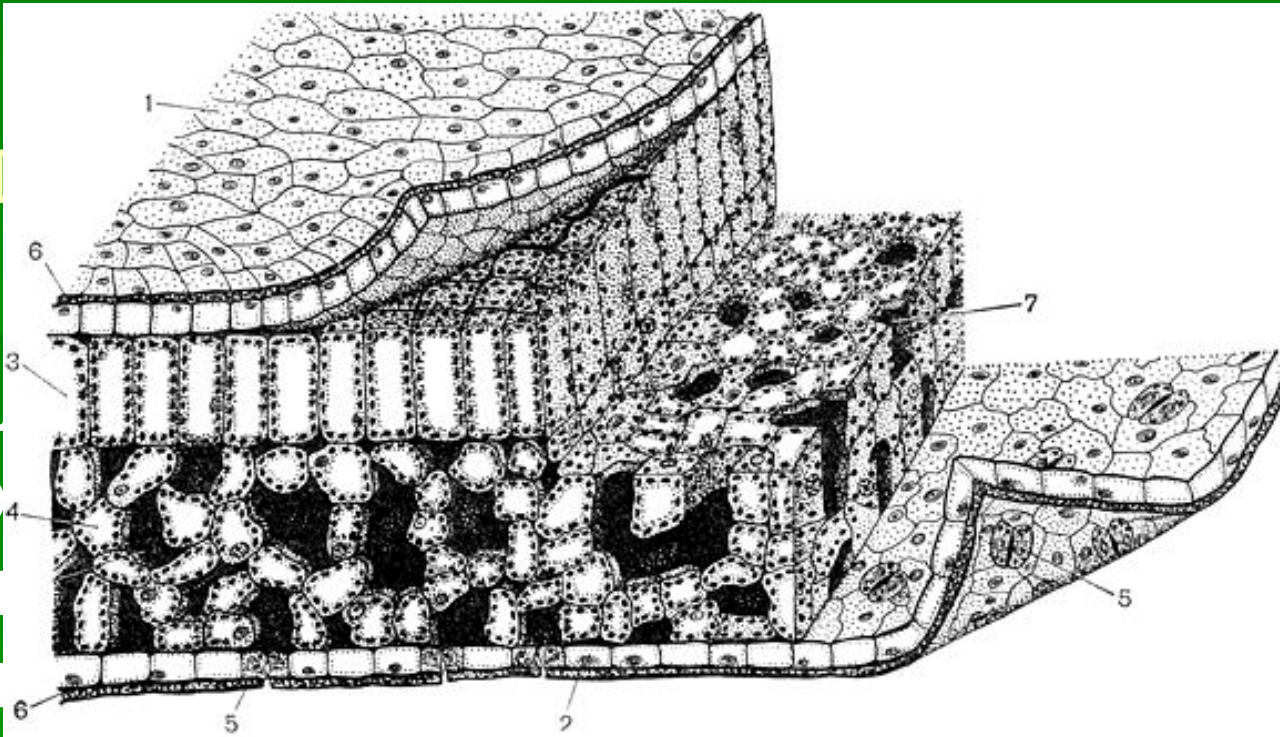
- Фотосинтез — процесс образования органического вещества из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов.



Ли

за

■ Уг
пр
ли
ли



тся в
в
роне
,

клетки которой богаты хлоропластом.

Чтобы процесс фотосинтеза проходил

непрерывно, клетки должны быть

достаточно насыщены водой, устьица

регулируют этот процесс.

межклеточные пространства.

Строение листа растения
1 — клетки верхнего эпидермиса, 2 — клетки нижнего
эпидермиса; 3 — клетки столбчатой мезофиллы; 4 —
клетки губчатой паренхимы; 5 — замыкающие клетки
устьиц; щель между каждой из парей — просвет
устьица; 6 — кутикула, покрывающая слой как
верхнего, так и нижнего эпидермиса; 7 —

Хлоропласты

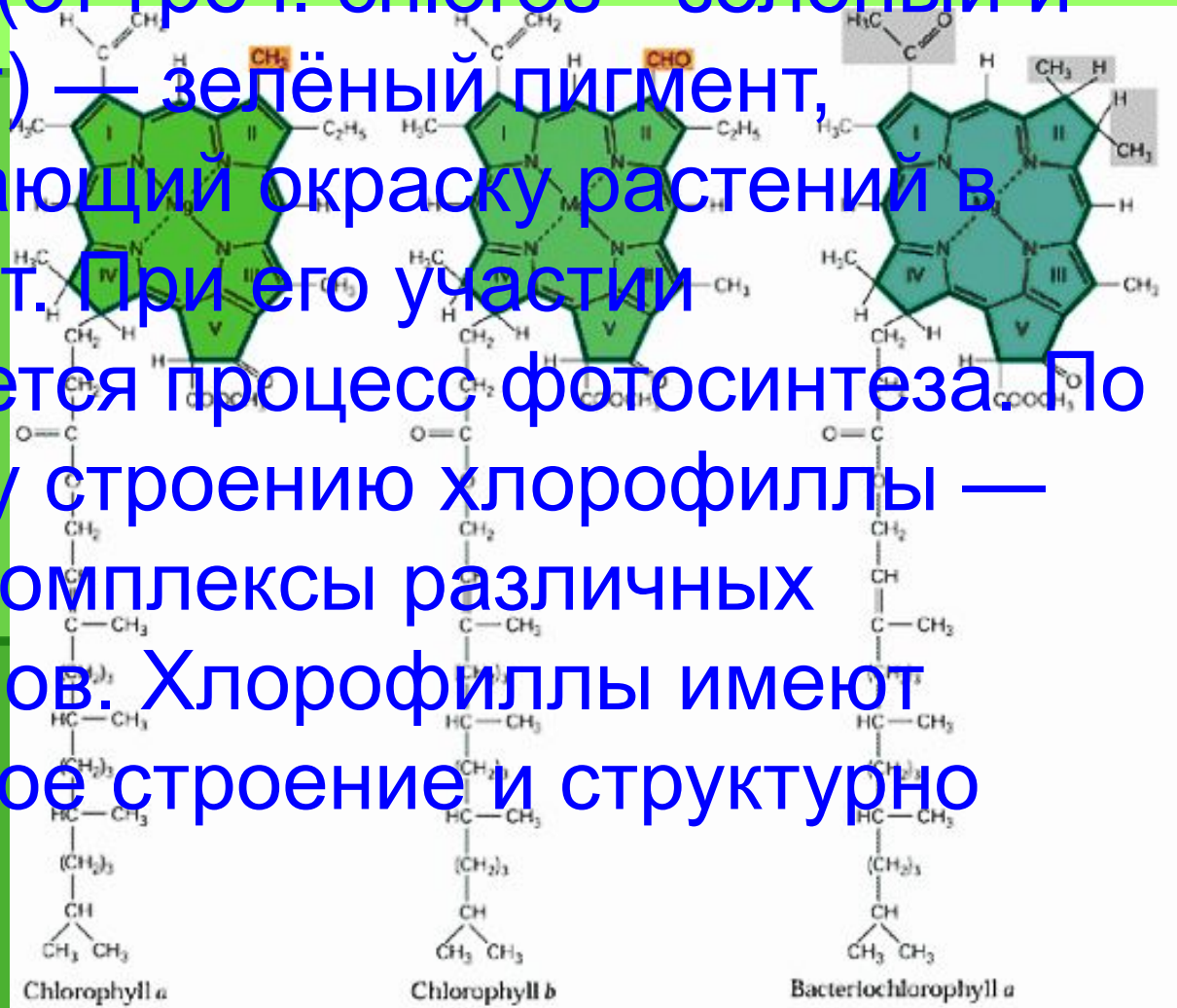


Основные классы фотосинтетических пигментов

- Хлорофиллы
- Каротиноиды
- Фикобилины

Хлорофиллы

Хлорофилл (от греч. chloros - зеленый и phyllon - лист) — зелёный пигмент, обуславливающий окраску растений в зелёный цвет. При его участии осуществляется процесс фотосинтеза. По химическому строению хлорофиллы — магниевые комплексы различных тетрапирролов. Хлорофиллы имеют порфириновое строение и структурно близки гему.



тетрапирролы,
образующие

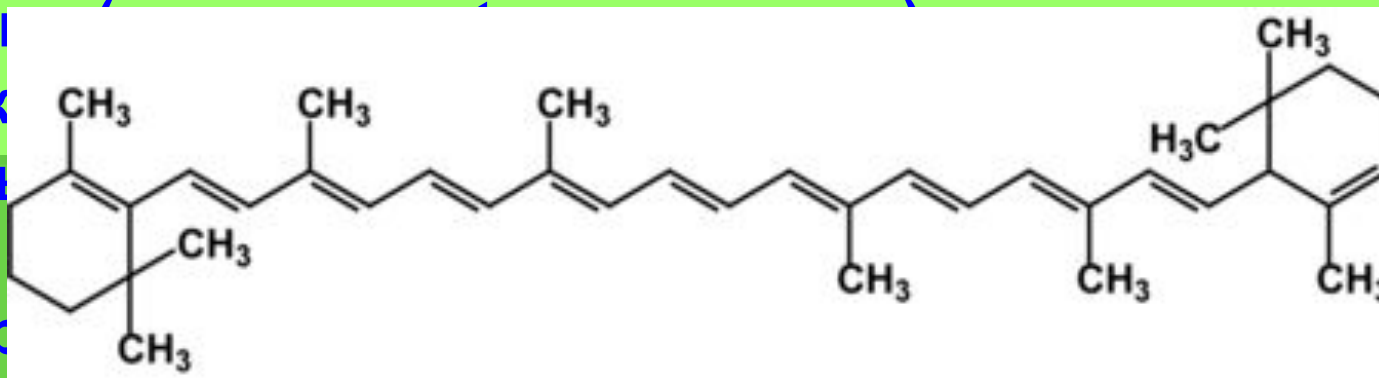
циклическую структуру
хлорофилла (магний-
порфирины)

Каротиноиды

- Каротиноиды - природные органические пигменты фотосинтезируемые бактериями, грибами, водорослями и высшими растениями. Идентифицировано около 600 каротиноидов. Они имеют преимущественно жёлтый, оранжевый или красный цвет, по строению это циклические или ациклические изопреноиды.
- Каротины включают две основных группы структурно близких веществ:
 - каротины
 - ксантофиллы
- и другие растворимые в жирах пигменты.

Каротины

Каротин
оранжево-красная
группа



из

Эмпирически

воде,

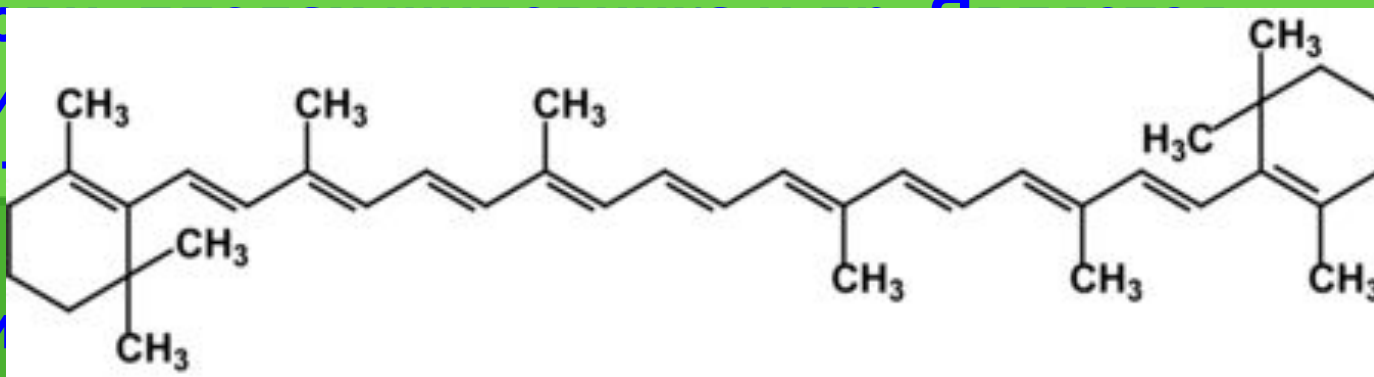
но растворяется в органических растворителях.

Содержится в листьях всех растений, а также в корне

моркови

провитамин

качества

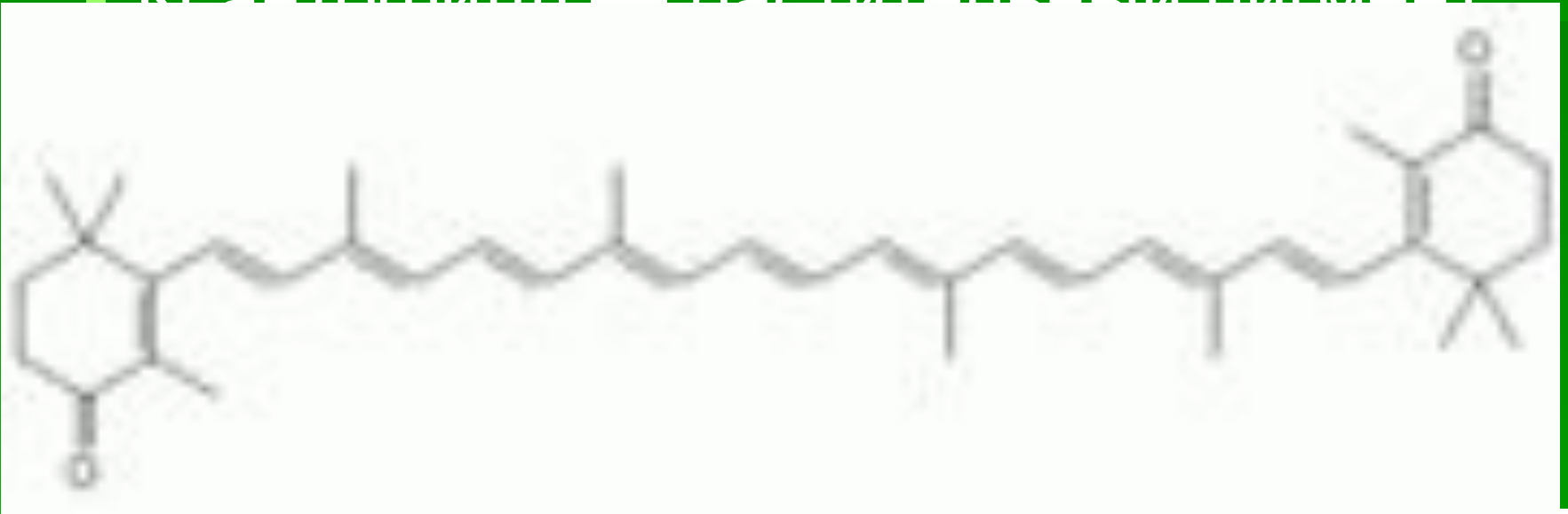


Различия

каротин. β -каротин встречается в желтых, оранжевых и зеленых листьях фруктов и овощей. Например в шпинате, салате, томатах, батате и других.

Ксантофилл

- Ксантофилл — растительный пигмент

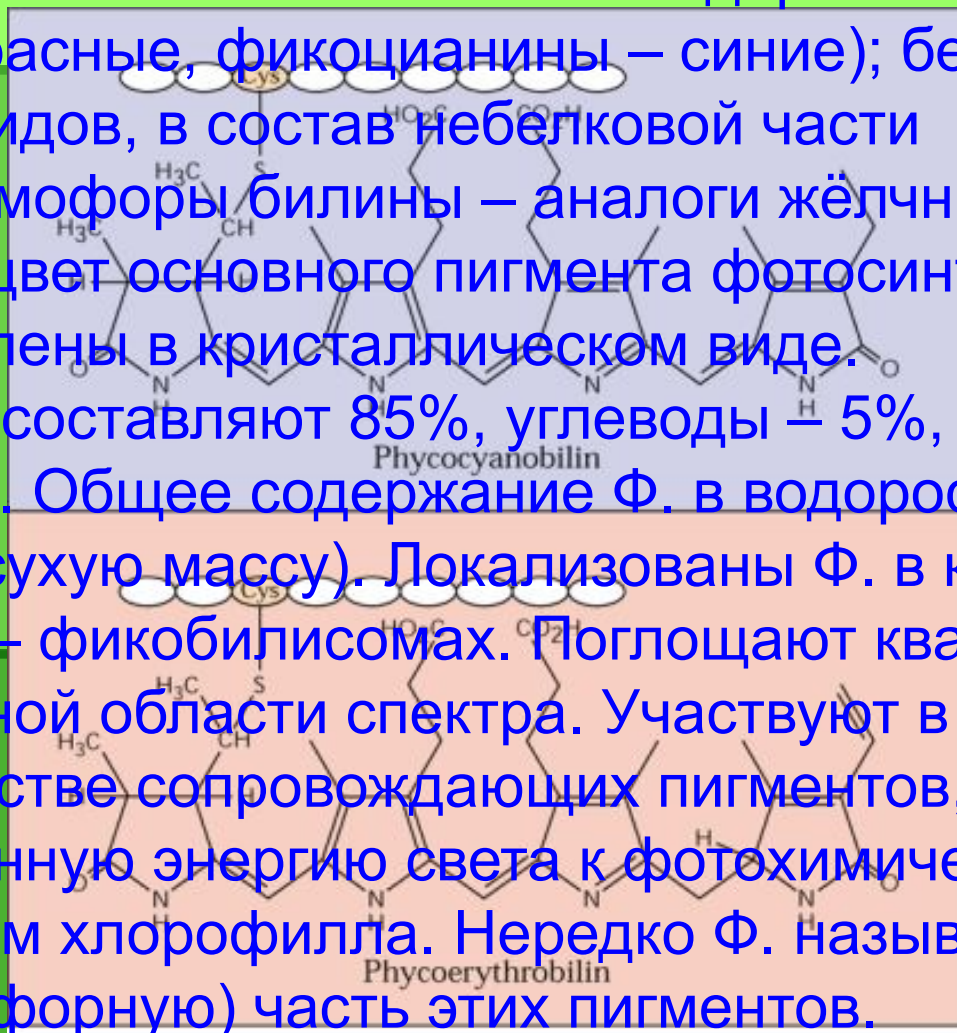


Зеленый пигмент и желтый — каротин переходят в бензин. В спектре поглощения ксантофилла характерны три полосы поглощения в сине-фиолетовой части.

Фикобилины

Открытые тетрапиррольные структуры

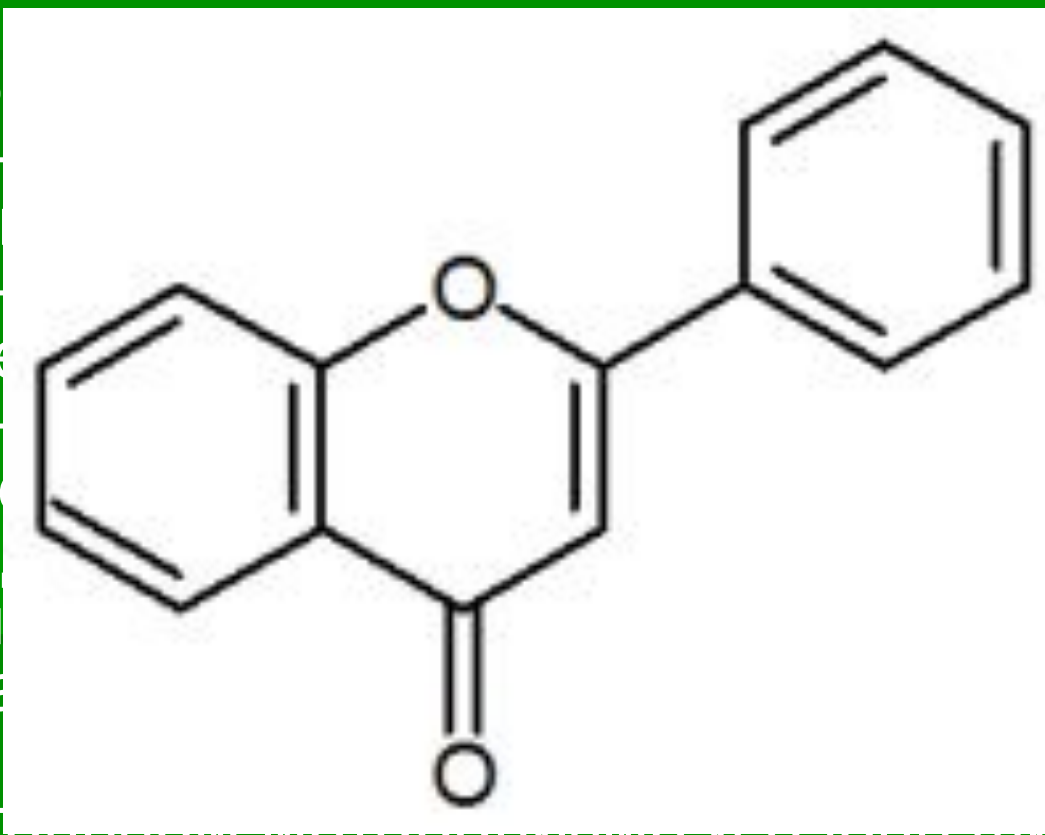
Фикобилины (от греч. *phýkos* – водоросль и лат. *bilis* – жёлчь), пигменты красных и синезелёных водорослей (фикоэритрины – красные, фикоцианины – синие); белки из группы хромопротеидов, в состав небелковой части которых входят хромофоры билины – аналоги жёлчных кислот. Маскируют цвет основного пигмента фотосинтеза – хлорофилла. Выделены в кристаллическом виде. Аминокислоты в Ф. составляют 85%, углеводы – 5%, хромофоры – 4–5%. Общее содержание Ф. в водорослях достигает 20% (на сухую массу). Локализованы Ф. в клетке в особых частицах – фикобилисомах. Поглощают кванты света в жёлто-зелёной области спектра. Участвуют в фотосинтезе в качестве сопровождающих пигментов, доставляя поглощённую энергию света к фотохимически активным молекулам хлорофилла. Нередко Ф. называют небелковую (хромофорную) часть этих пигментов.



Флавоноидные пигменты

- Флавоноиды — наиболее многочисленная

группа
липофильных
соединений
гетероциклических
соединений
оранжево-красных
соединений
имеют
друг с
Большинство
рассматриваемых
флавоноидов
растительного происхождения и очень широко
распространены в высших растениях. Они
принимают участие в фотосинтезе,
образовании лигнина и суберина.



Структура флавонов

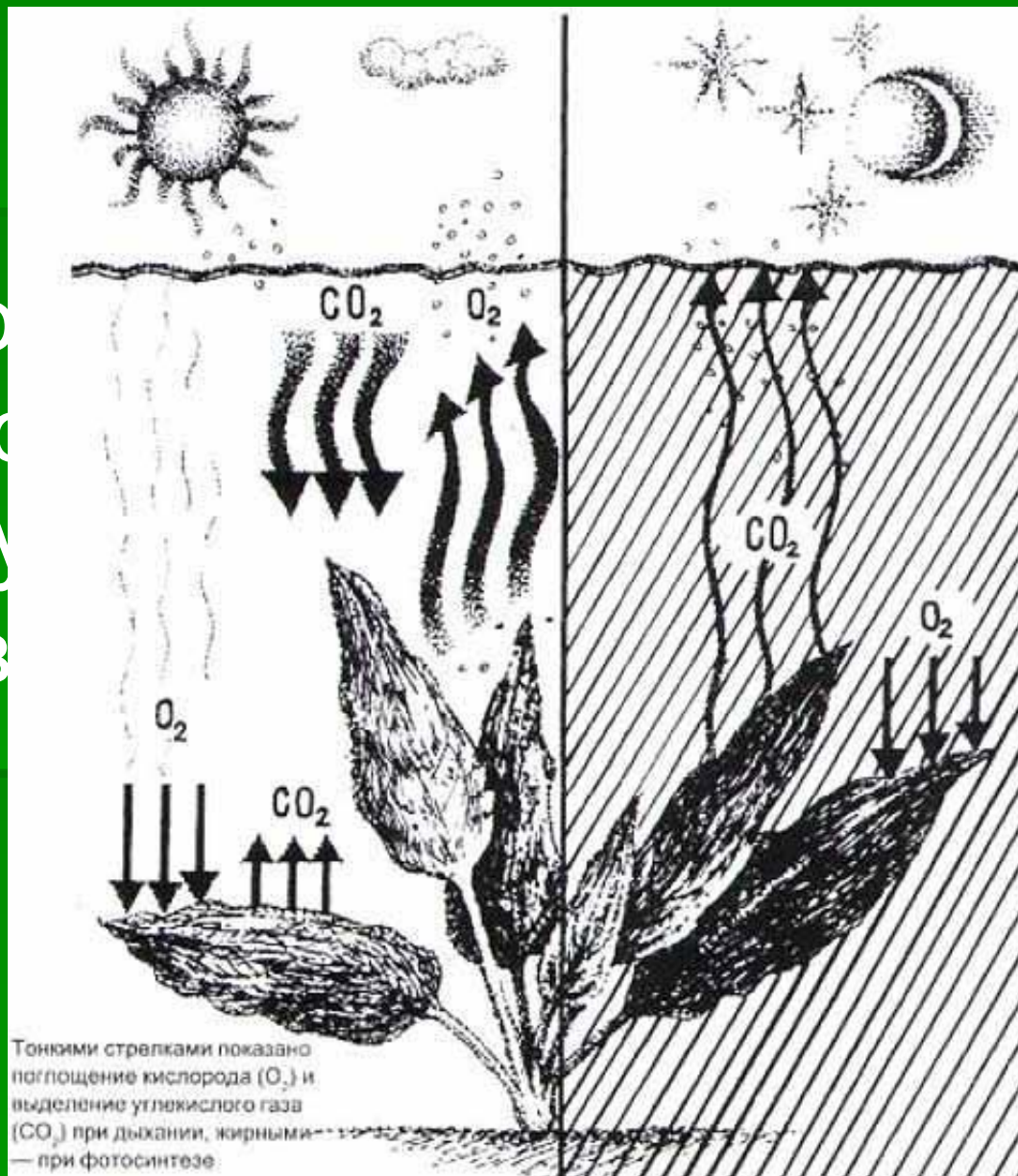
ие

длежат к
лекулах
енных
нтом.

на или
роль в

Световые и темновые реакции

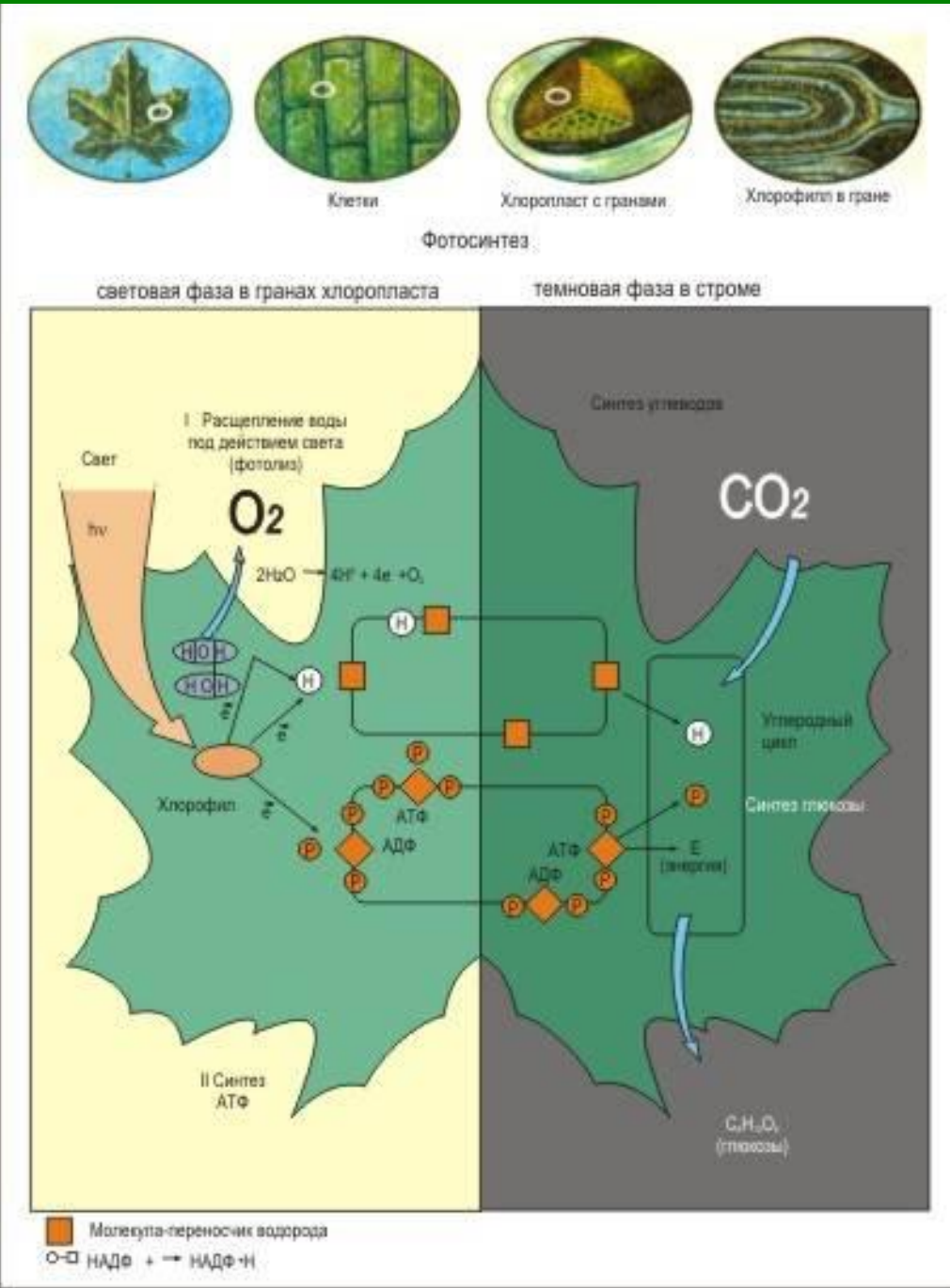
- Фотосинтез происходит при свете
- Световые реакции происходят при свете
- Темновые реакции происходят в темноте



фазы:

дет

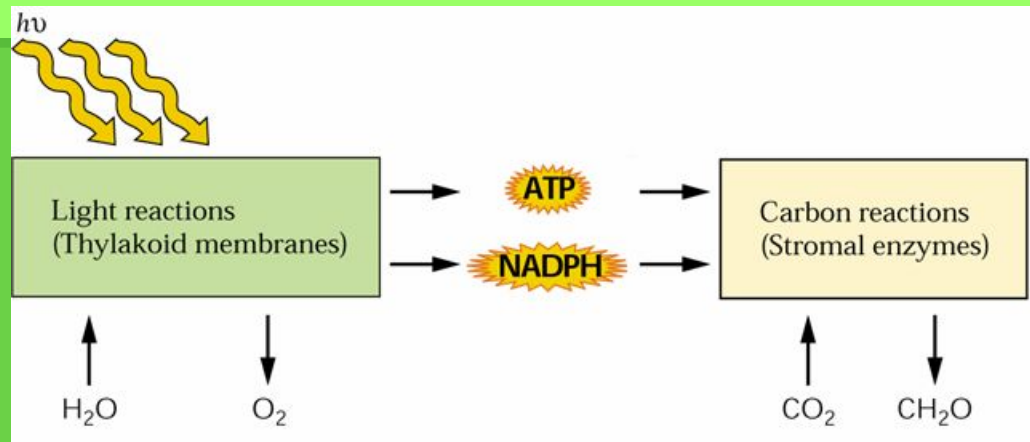
- Из схемы синтеза фотосинтеза видно, что образуются органические вещества из углекислого газа при освещении. Эта реакция называется фотосинтезом.



печивает: 1) НАДФН; 3) электроны для... также к... используется в... жит для... водов, ...вой фазы... теза за счет... НАДФ-Н

акже идут... сходить и в... ДФН. По... еза назван...): клетки... ст с гранами,

Световые и темновые реакции



Световые реакции:

Зависят от света

Не зависят от температуры

Быстрые < 10 (-5) сек

Протекают на мембранах

Темновые реакции:

Не зависят от света

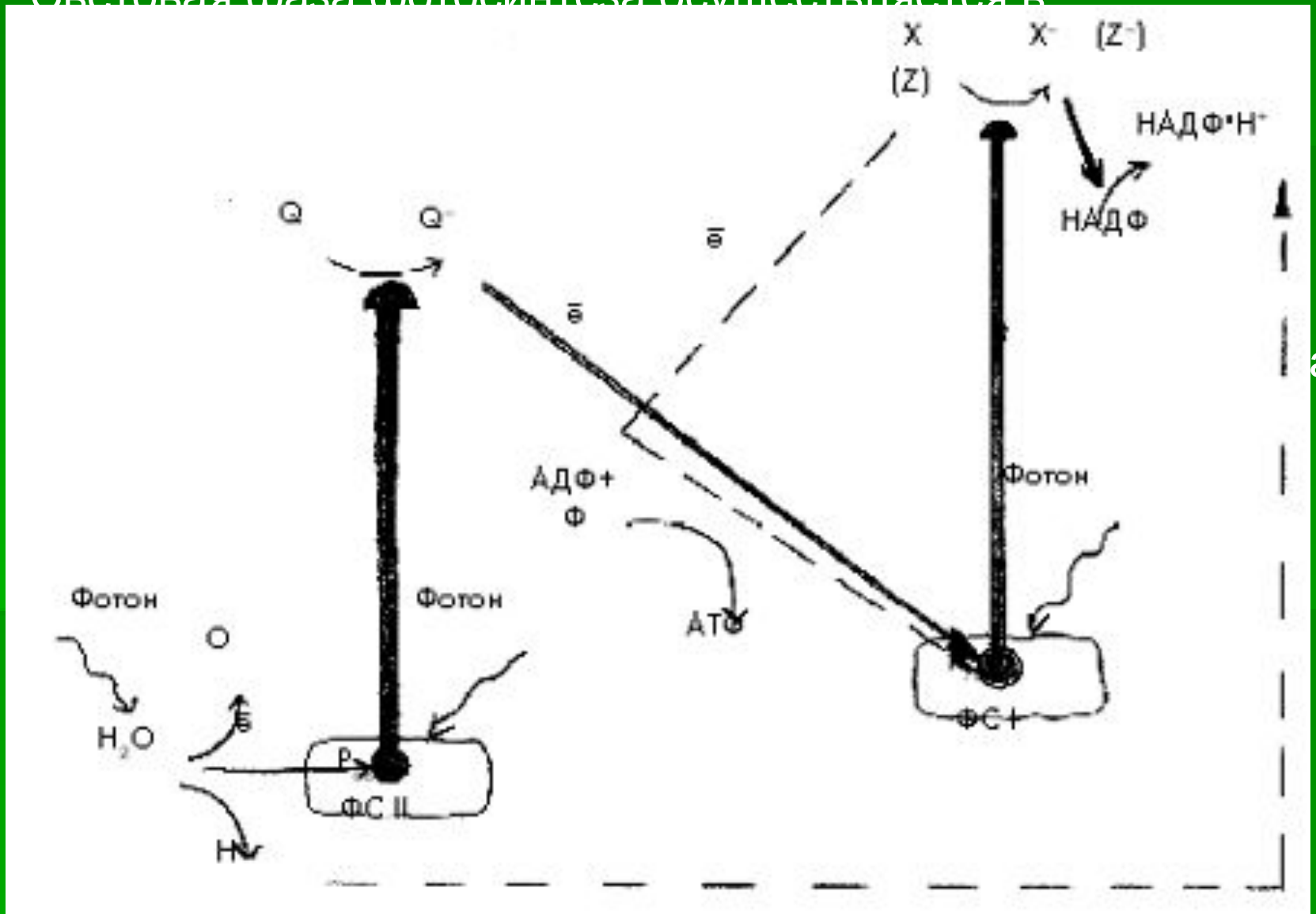
Зависят от температуры

Медленные ~ 10 (-2) сек

Протекают в строме Хл

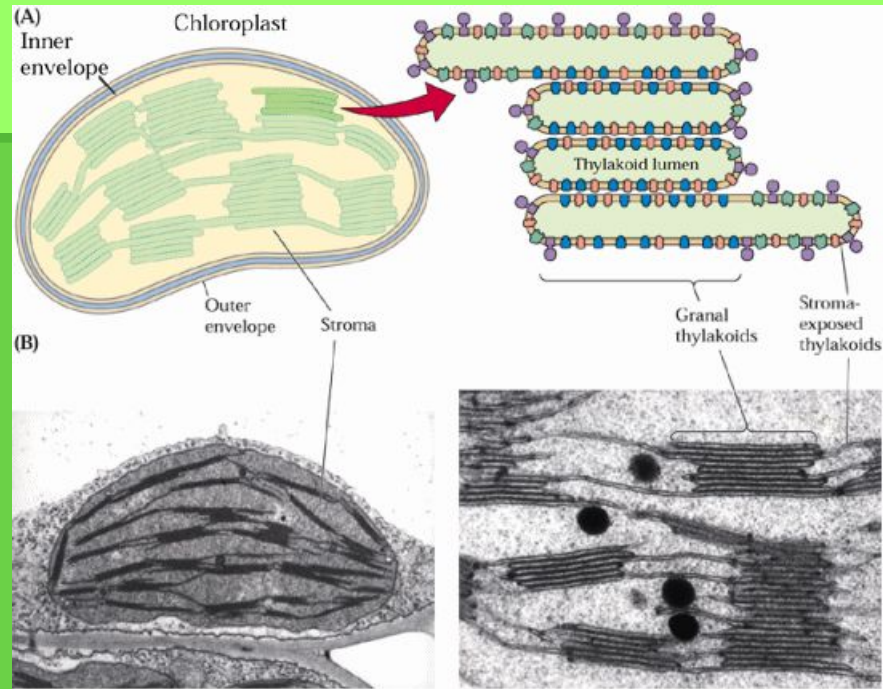
Световая фаза фотосинтеза

- Световая фаза фотосинтеза осуществляется в



а.

Световые реакции



1. Введение энергии в биологические системы через воспринимающие пигментные системы
2. Преобразование энергии света в «биологическую энергию»

Темновая фаза фотосинтеза

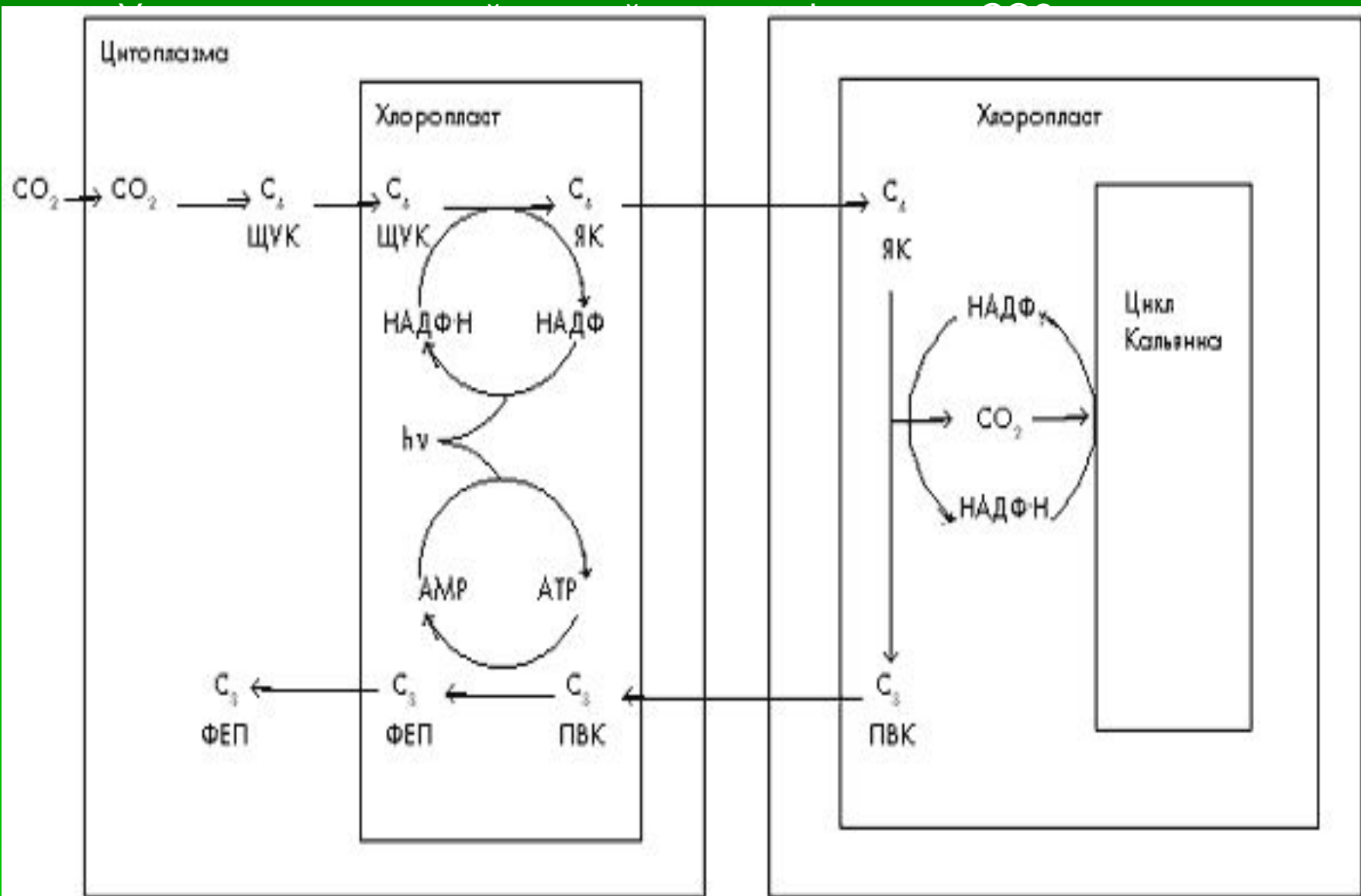
- В темновую фазу фотосинтеза энергия, накопленная клетками в молекулах АТФ, используется на синтез глюкозы и других органических веществ. Глюкоза образуется при восстановлении углекислого газа - CO_2 ; с участием протонов воды и НАДФ•Н.
- В молекуле углекислого газа содержится один атом углерода, а в молекуле глюкозы их шесть ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).
- Углекислота, проникающая в лист из воздуха, вначале присоединяется к органическому веществу, состоящему из пяти углеродных атомов. При этом образуется очень непрочное шестиуглеродное соединение, которое быстро расщепляется на две трехуглеродные молекулы. В результате ряда реакций из двух трехуглеродных молекул образуется одна шестиуглеродная молекула глюкозы. Этот процесс включает ряд последовательных ферментативных реакций с использованием энергии, заключенной в АТФ. Молекулы НАДФ•Н; поставляют ионы водорода, необходимые для восстановления углекислого газа.
- Таким образом, в темновой фазе фотосинтеза в результате ряда ферментативных реакций происходит восстановление углекислого газа водородом воды до глюкозы.

- Восстановление углерода происходит в строме хлоропласта в цикле реакций, известных как цикл Кальвина. Цикл Кальвина - не единственный путь фиксации углерода в темновых реакциях. У некоторых растений первый продукт фиксации CO_2 - не трехуглеродная молекула 3-глицерофосфата, а четырехуглеродное соединение - оксалоацетат. Отсюда этот путь фотосинтеза получил название C_4 -пути (C_4 -растения). Оксалоацетат затем быстро переносит CO_2 к РБФ цикла Кальвина. Существует особая анатомическая структура в мезофиле листа (крайц-структура) - Kranz-анатомия с C_4 -путем фотосинтеза. У C_4 -растений цикл Кальвина осуществляется по преимуществу в клетках обкладок проводящих пучков, а C_4 -путь - в клетках мезофилла. Можно записать следующим образом:

$$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{свет}}$$

$$6\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$$
 фотосинтез, но они в пределах одного растения пространственно разделены. C_4 -растения более экономно утилизируют CO_2 , чем C_3 -растения, отчасти благодаря тому, что фосфоенолпируваткарбоксилаза не ингибируется O_2 и, таким образом, C_4 -растения обладают способностью поглощать CO_2 с минимальной потерей воды. Кроме того, у C_4 -растений практически отсутствует фотодыхание - процесс выделения CO_2 и поглощения O_2 на свету.

C4- путь фотосинтеза

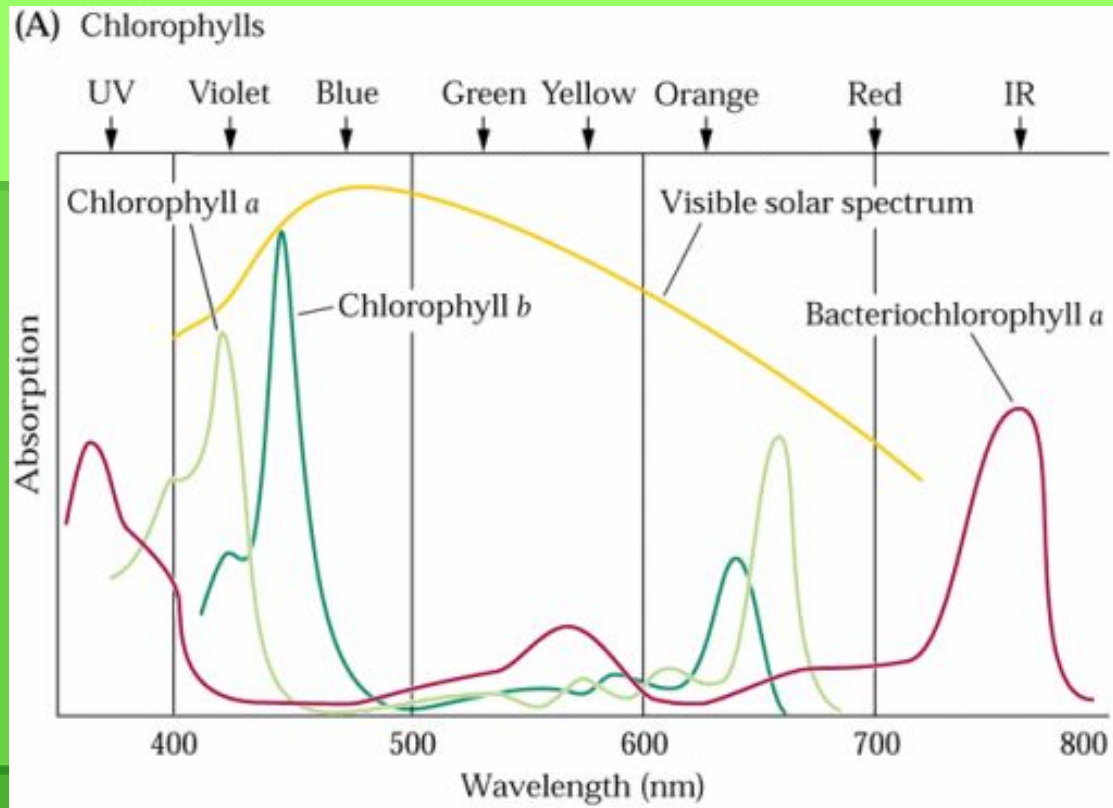


фотосинтетически активная радиация

- ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНАЯ РАДИАЦИЯ (ФАР) , часть солнечной энергии, к-рая может использоваться растениями для фотосинтеза. Соответствует полосе видимого света и составляет ок. 50% от суммарной энергии солнечного излучения.

Спектры поглощения

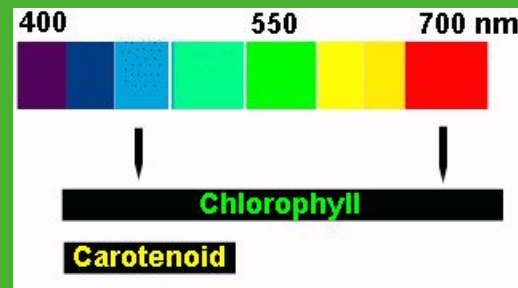
ФАР : 380 – 710 нм



Хлорофиллы:

в красной области спектра
640-700 нм

в синей - 400-450 нм



Каротиноиды: 400-550 нм
главный максимум: 480 нм

Зелёные насаждения

- Зелёные насаждения — совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений на определённой территории. В городах они выполняют ряд функций, способствующих созданию оптимальных условий для труда и отдыха жителей города, основные из которых — оздоровление воздушного бассейна города и улучшение его микроклимата. Этому способствуют следующие свойства зелёных насаждений:
 - поглощение углекислого газа и выделение кислорода в ходе фотосинтеза;
 - понижение температуры воздуха за счёт испарения влаги;
 - снижение уровня шума;
 - снижение уровня загрязнения воздуха пылью и газами;
 - защита от ветров;
 - выделение растениями фитонцидов — летучих веществ, убивающих болезнетворные микробы;
 - положительное влияние на нервную систему человека.

- Зелёные насаждения делятся на три



на одного человека.

Лиственные насаждения

1,

X

2