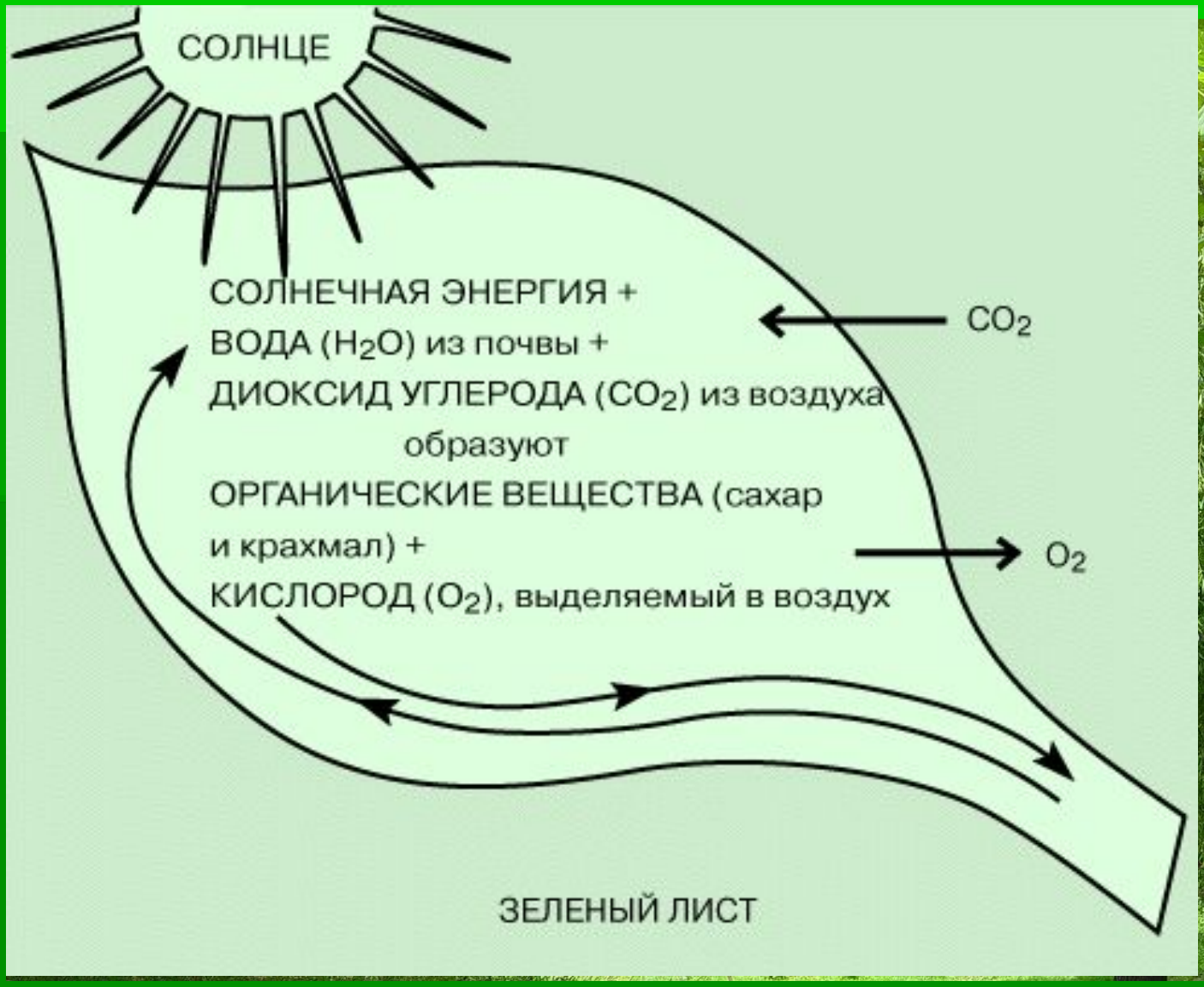
Фотосинтез

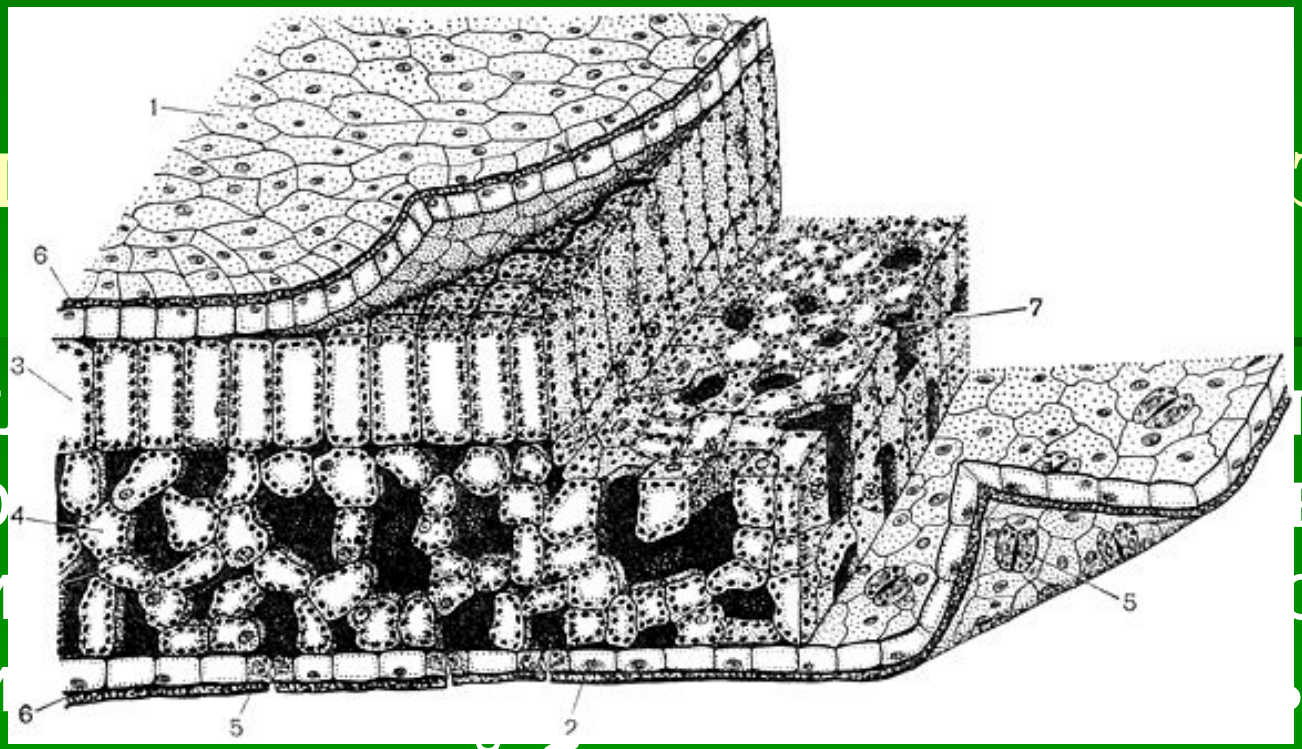

СОЛНЦЕ
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ +
ВОДА (H_2O) из почвы +
ДИОКСИД УГЛЕРОДА (CO_2) из воздуха
образуют
ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА (сахар
и крахмал) +
КИСЛОРОД (O_2), выделяемый в воздух
CO_2
O_2
ЗЕЛЕНЫЙ ЛИСТ

Фотосинтез у растений

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

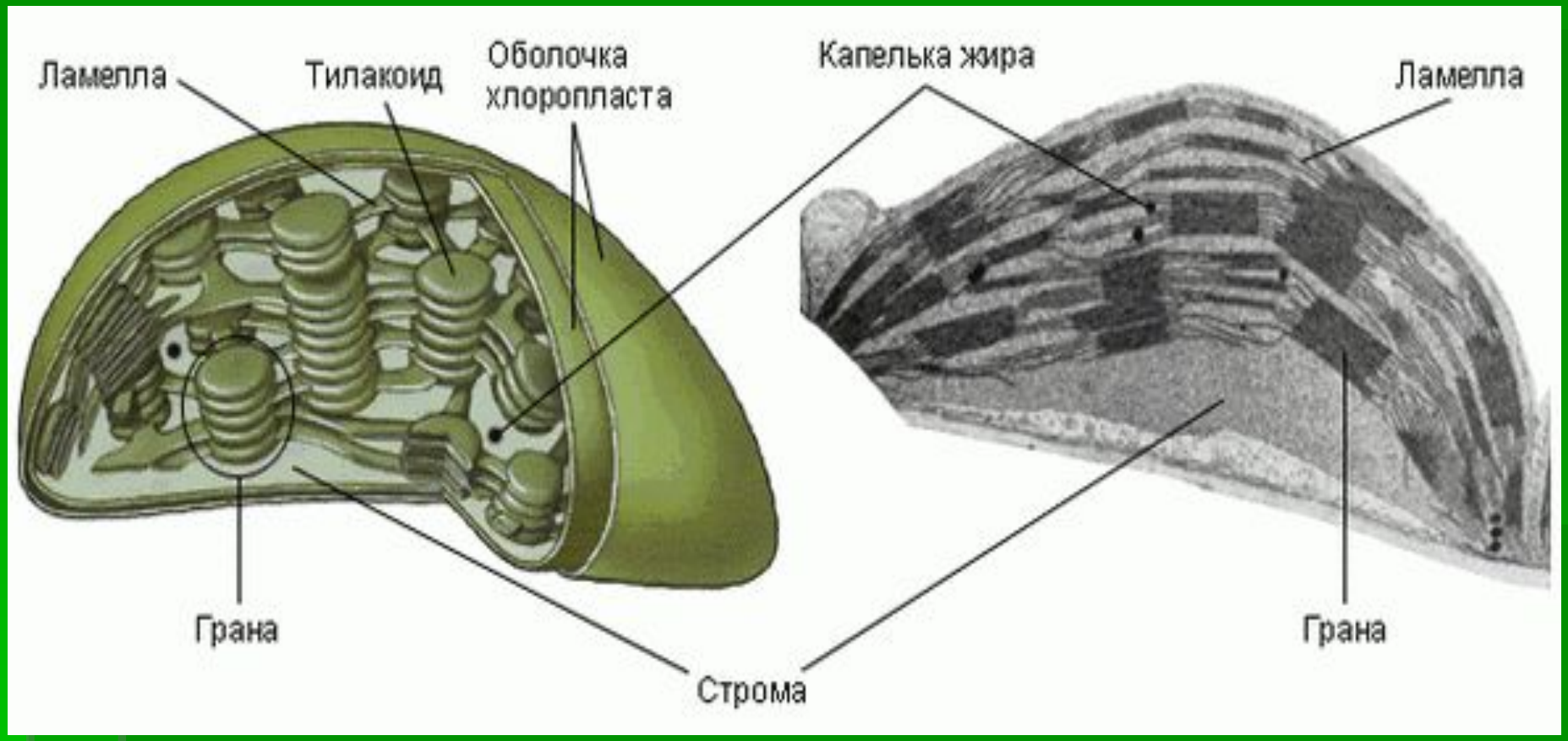
Ли за

- Уг тся в пр в ли роне ли , клетки которой богаты хлоропластом. Чтобы процесс фотосинтеза проходил непрерывно, клетки должны быть достаточно насыщенны водой. Устьица регулируют этот процесс.



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

Хлоропласты



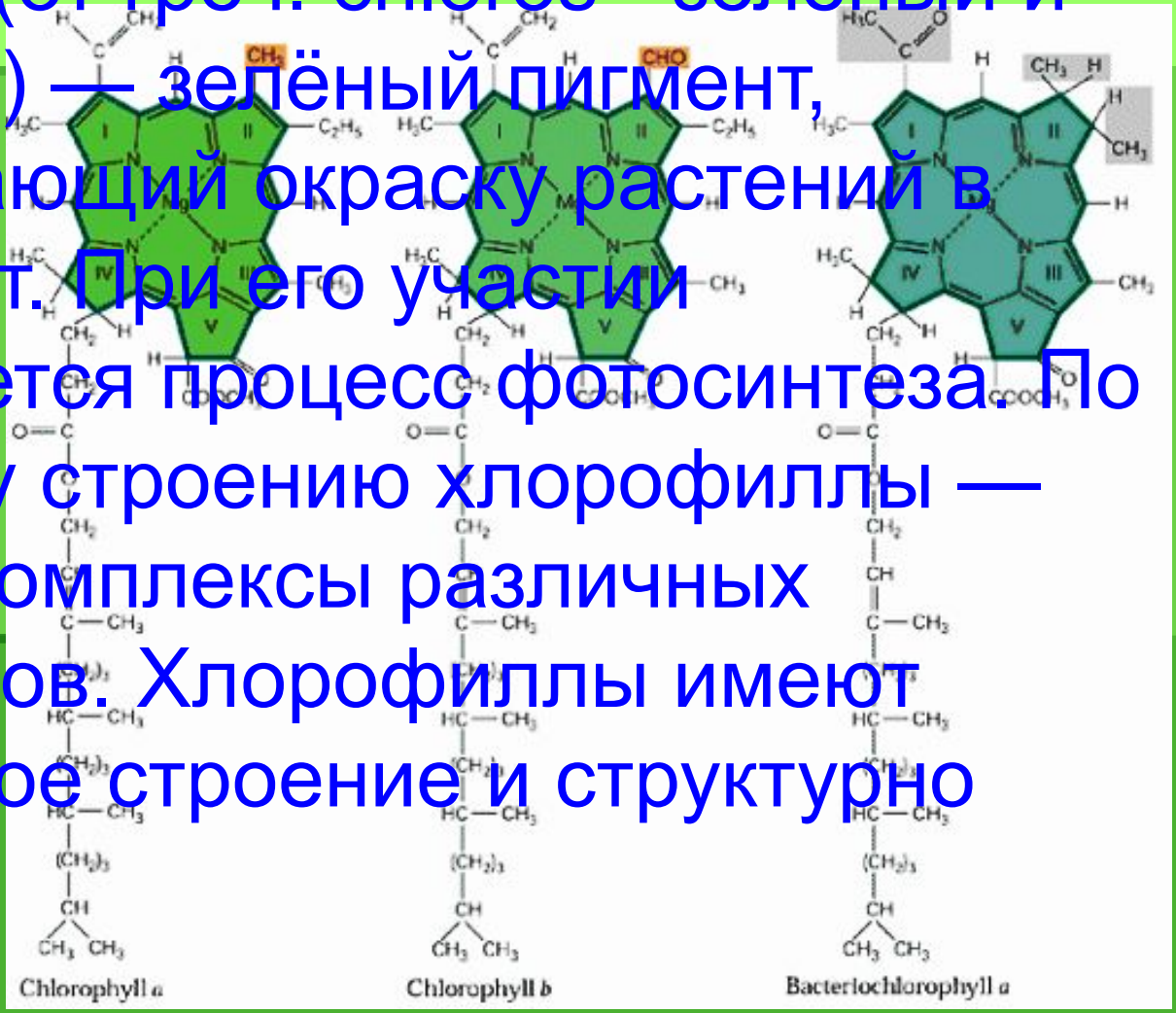
Основные классы фотосинтетических пигментов

- Хлорофиллы
- Каротиноиды
- Фикобилины

Хлорофиллы

Хлорофи́лл (от греч. chloros - зеленый и phyllon -лист) — зелёный пигмент, обусловливающий 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

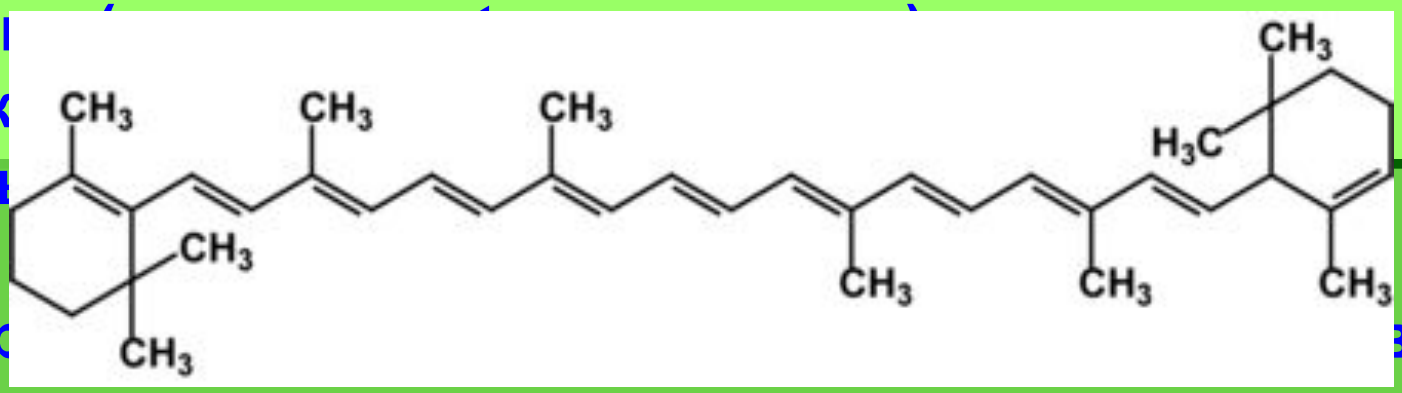
- и другие растворимые в жирах пигменты.

Каротины

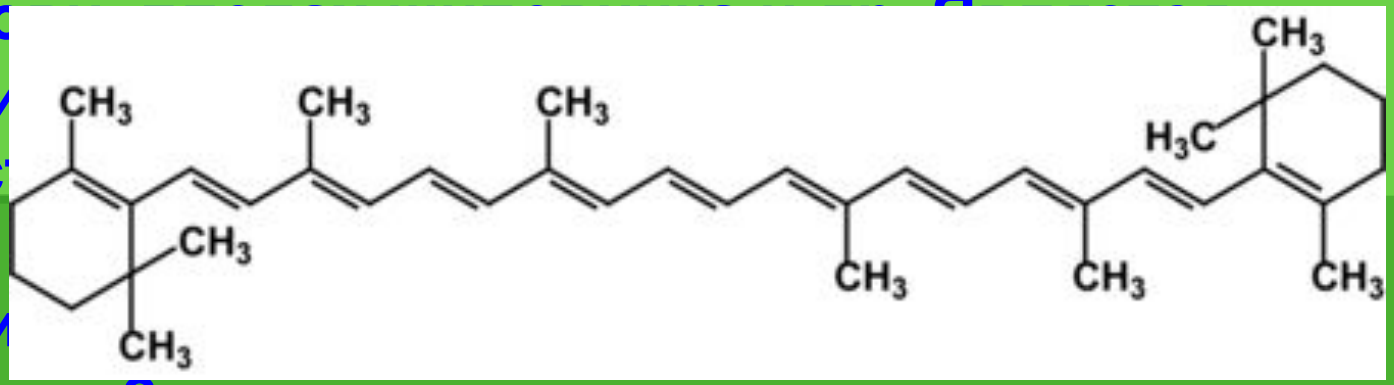
Каро
оранж из
групп

Эмпир воде,
но растворяется в органических растворителях.
Содержится в листьях всех растений, а также в корне
морко
прови
качес

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



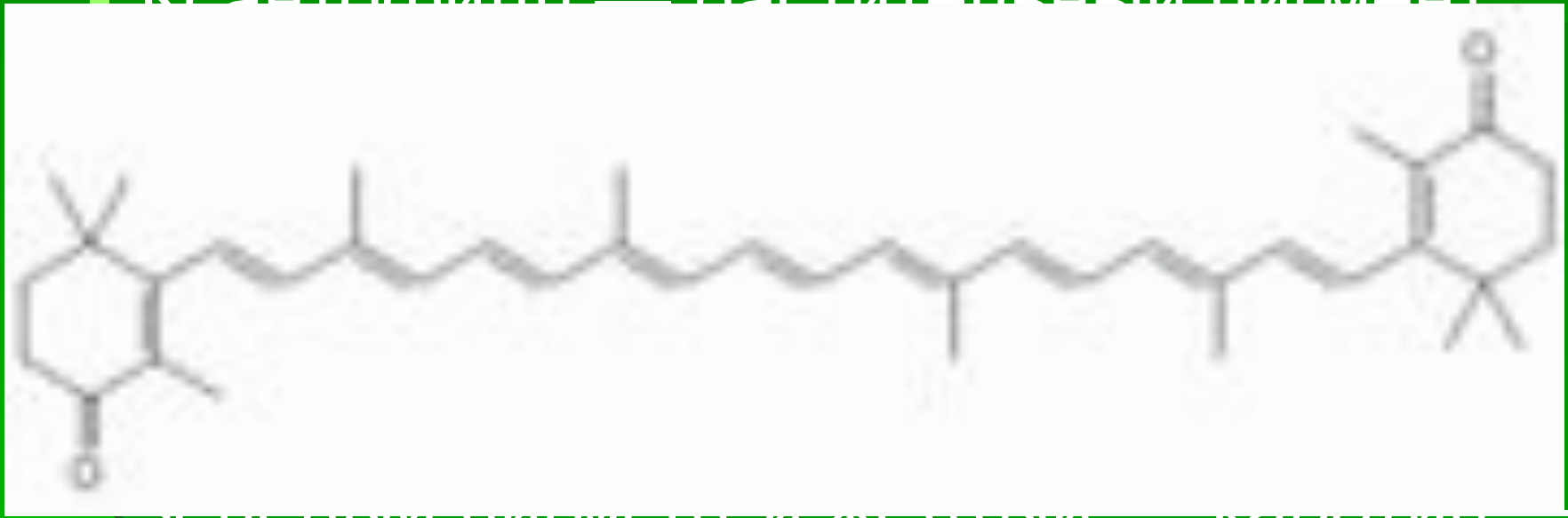
α-каротин



β-каротин

Ксантофилл

- Ксантофи́лл — растительный пигмент

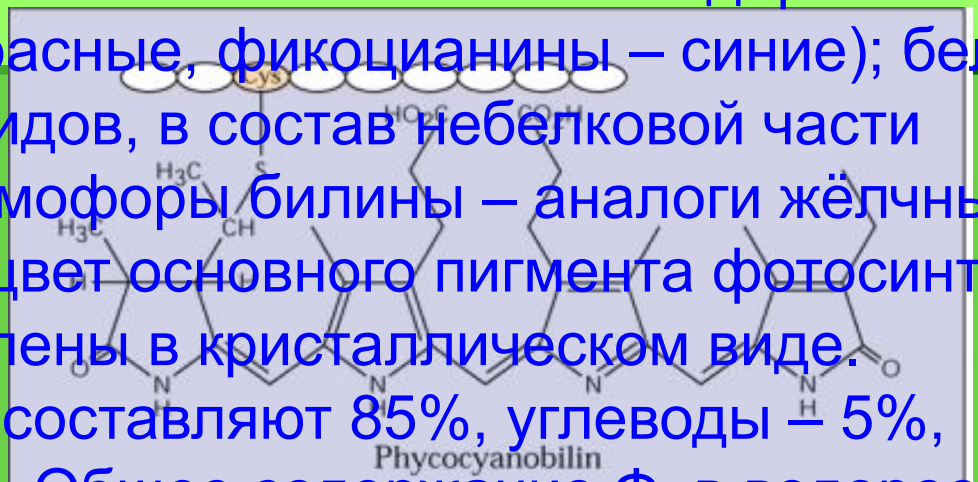


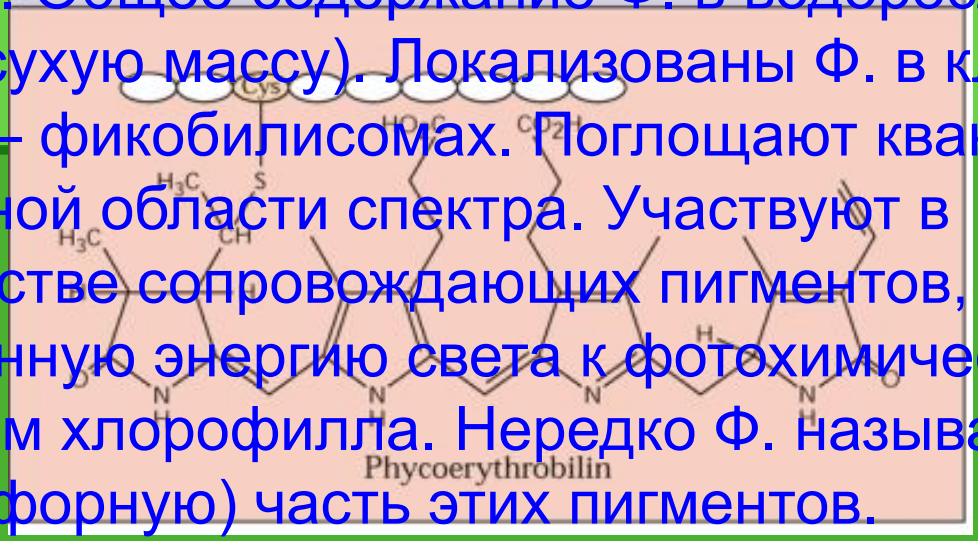
зеленый пигмент и желтый — каротин переходят в бензин. В спектре поглощения ксантофилла характерны три полосы поглощения в сине-фиолетовой части.

Фикобилины

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.

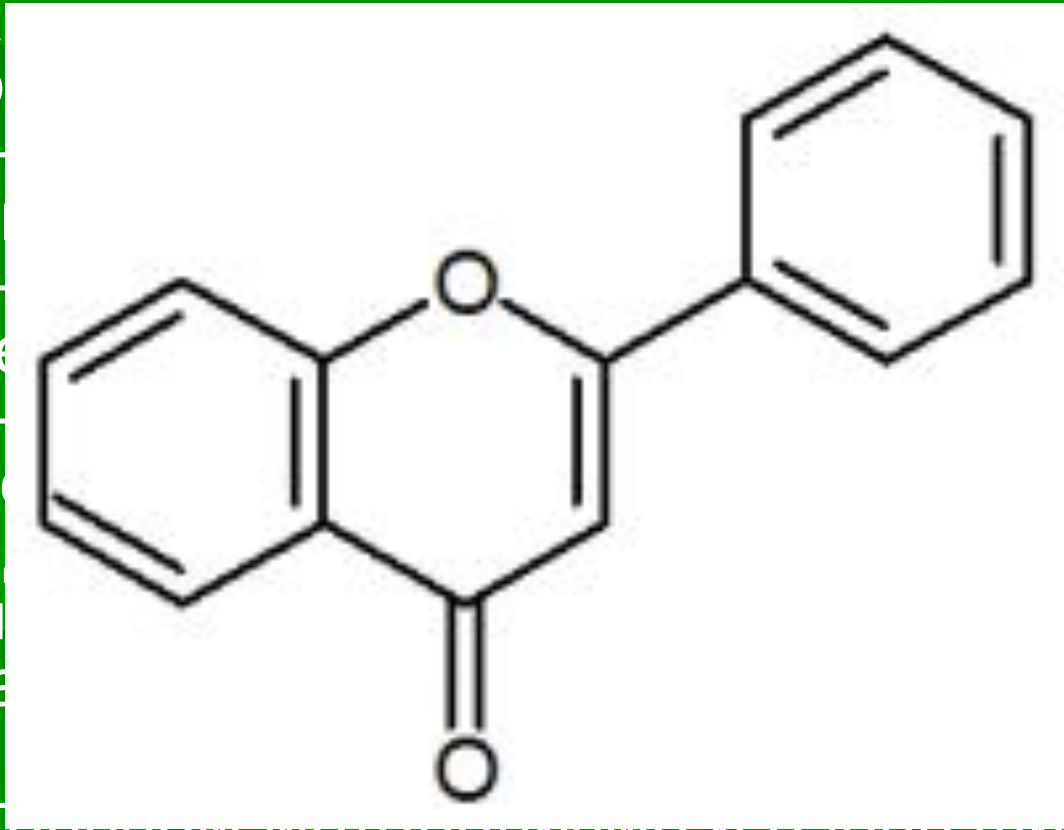
Открытые тетрапиррольные структуры





Флавоноидные пигменты

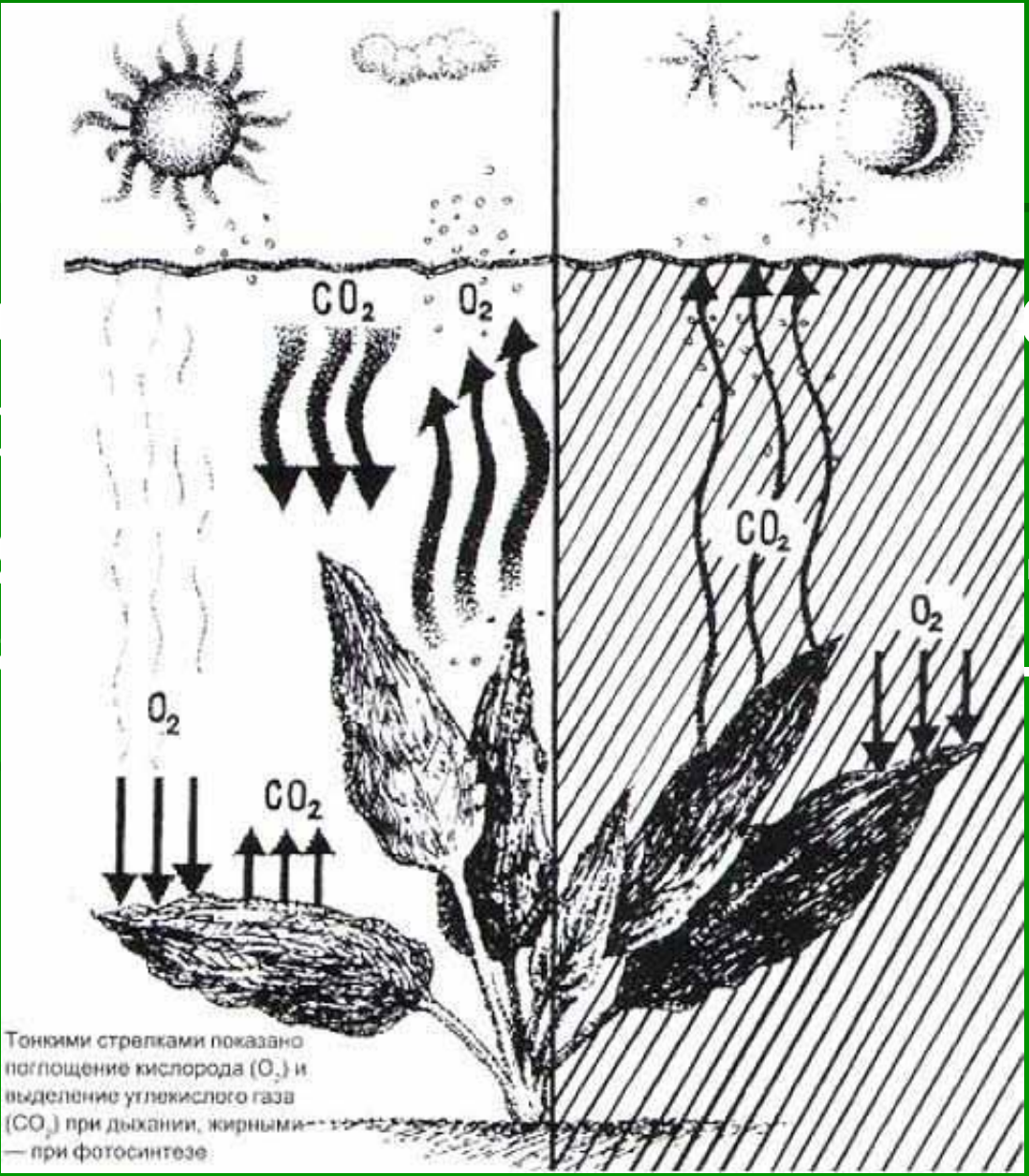
- Флавоноиды — наиболее многочисленная групп
липоф
соедин
гетеро ие
соедин
оранже длежат к
соедин лекулах
имеют енных
друг с нтом.
Больш
рассма на или
флаво роль в
раститель широко
распространены в высших растениях. Они
принимают участие в фотосинтезе,
образовании лигнина и суберина.



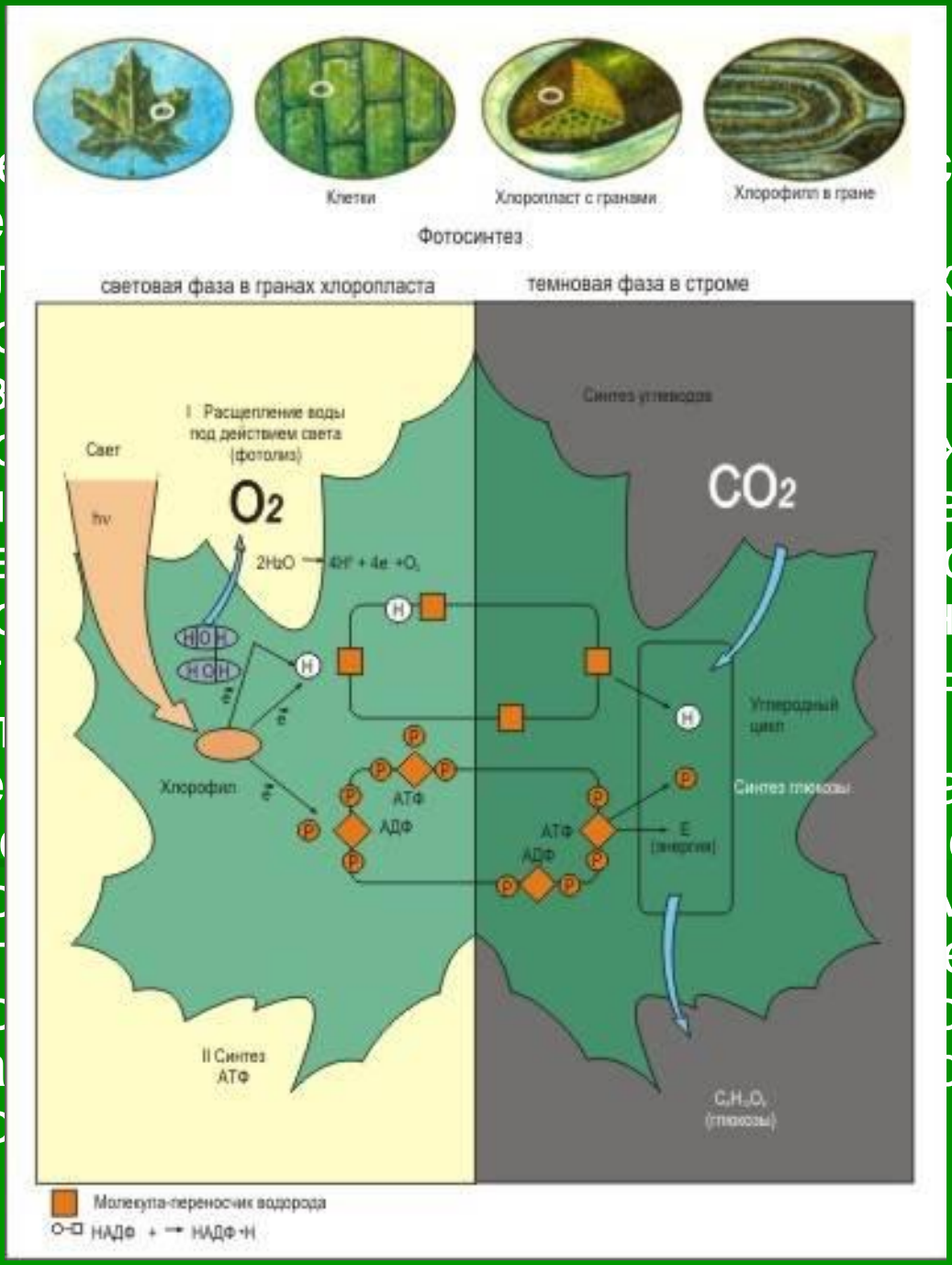
Структура флавонов

Световые и темновые реакции

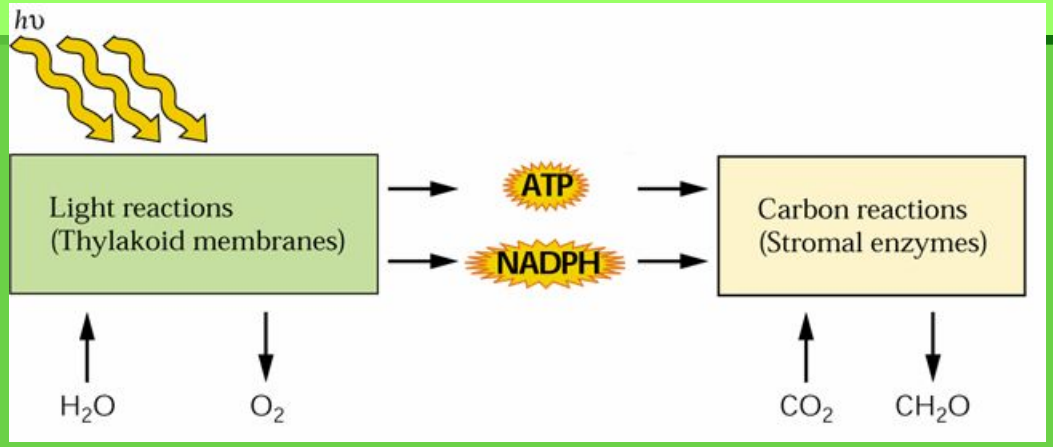
- Фото фазы: свето свету дет как в .



- Из схе спечивает: 1) синте НАДФН; 3) фотол ктроны для фото т также к образ пользуется в фото жит для окисл водов, жиров овой фазы фото итеза за счет энерг ы НАДФ-Н из угл синте акже идут при о сходить и в темно ДФН. По этой г еза назван темно): клетки листа ст с гранами, хлоро



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

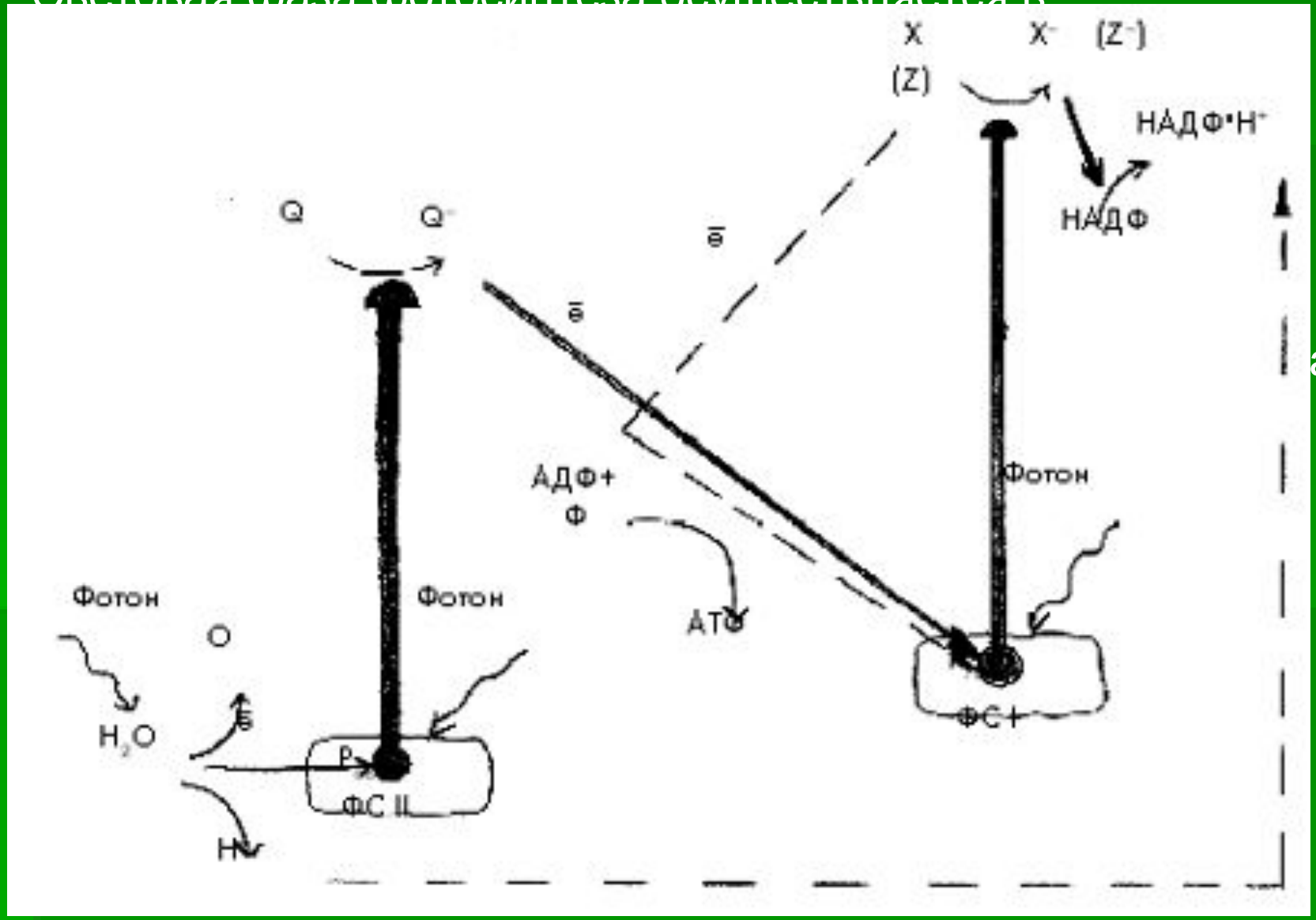
Зависят от температуры

Медленные ~ 10 (-2) сек

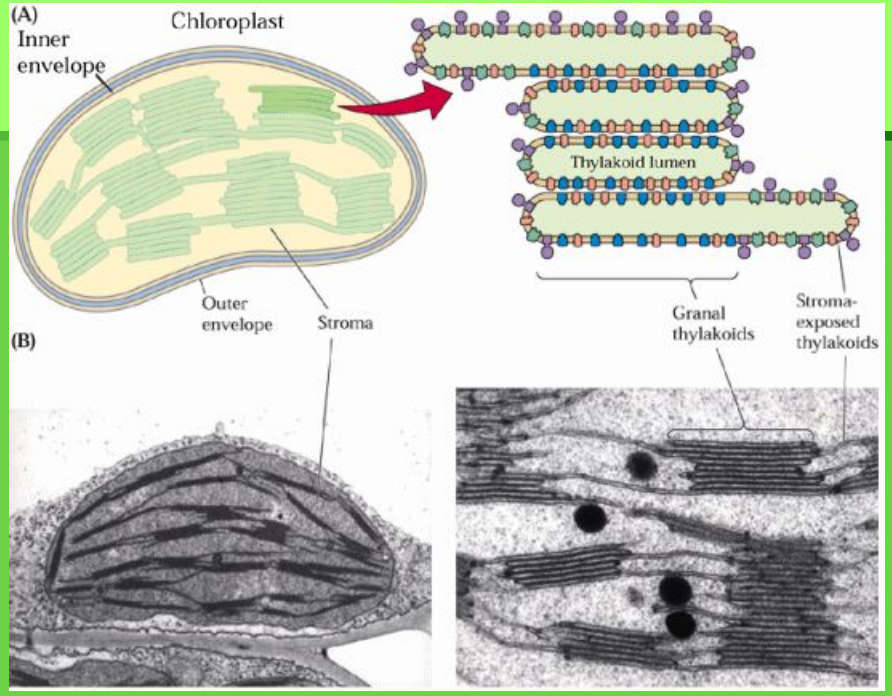
Протекают в строме Хл

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

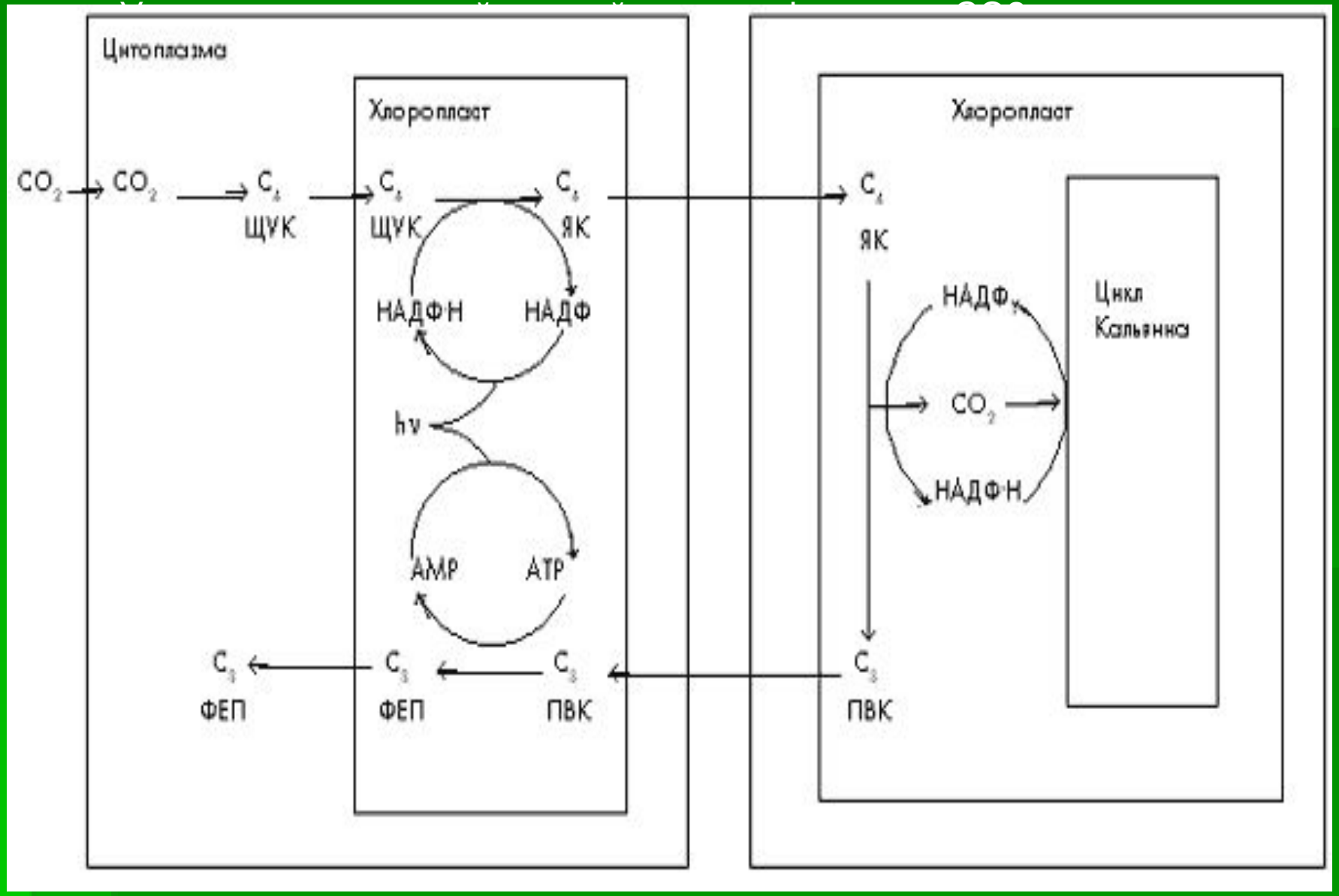
- В темновую фазу фотосинтеза энергия, накопленная клетками в молекулах АТФ, используется на синтез глюкозы и других органических веществ. Глюкоза образуется при восстановлении углекислого газа - CO_2; с участием протонов воды и НАДФ•Н.
- В молекуле углекислого газа содержится один атом углерода, а в молекуле глюкозы их шесть ($C_6H_{12}O_6$).
- 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 С4-пути (С4-растения). Оксалоацетат затем быстро превращается в малат, который затем также переносят CO_2 к РБФ цикла Кальвина. Существует особая анатомическая структура в мезофиле листа (кранц-структура), связанная с С4-путем фотосинтеза. У С4-растений цикл Кальвина осуществляется по преимуществу в клетках обкладок проводящих пучков, а С4-путь - в клетках мезофилла. Таким образом, С4-растения обладают обоими путями фотосинтеза, но они в пределах одного растения пространственно разделены. С4-растения более экономно утилизируют CO_2, чем С3-растения, отчасти благодаря тому, что фосфоенолпируваткарбоксилаза не ингибируется O_2 и, таким образом, С4-растения обладают способностью поглощать CO_2 с минимальной потерей воды. Кроме того, у С4-растений практически отсутствует фотодыхание - процесс выделения CO_2 и поглощения O_2 на свету.

Суммарное уравнение синтеза глюкозы в ходе цикла Кальвина можно записать следующим образом:

$$6CO_2 + 12NADH_2 + 18ATP \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12NAD + 18ADP + 18H_2O$$

С4- путь фотосинтеза

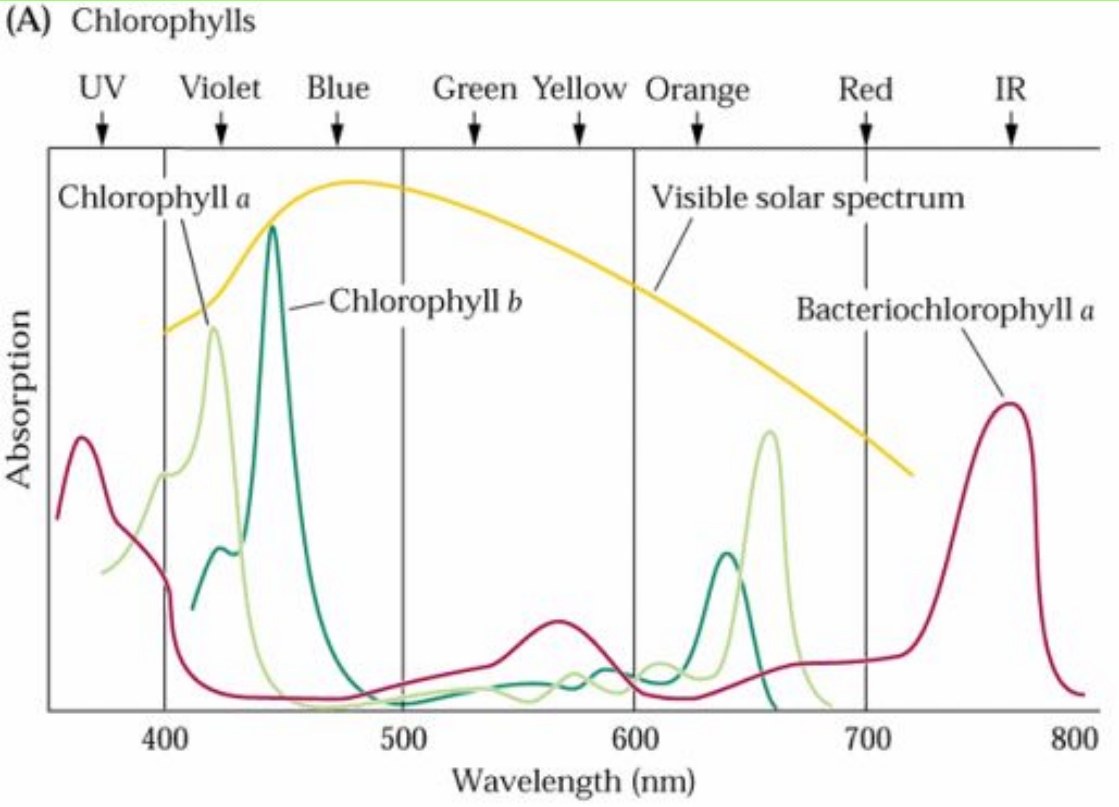


фотосинтетически активная радиация

- 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

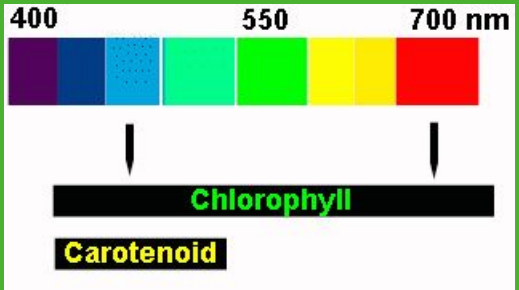
ФАР : 380 – 710 нм



Хлорофиллы:

в красной области спектра 640-700 нм

в синей - 400-450 нм



Каротиноиды: 400-550 нм
главный максимум: 480 нм

Зелёные насажде́ния

- Зелёные насажде́ния — 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
- ,
- х
- 2

на одного человека.

Лиственные насаждения