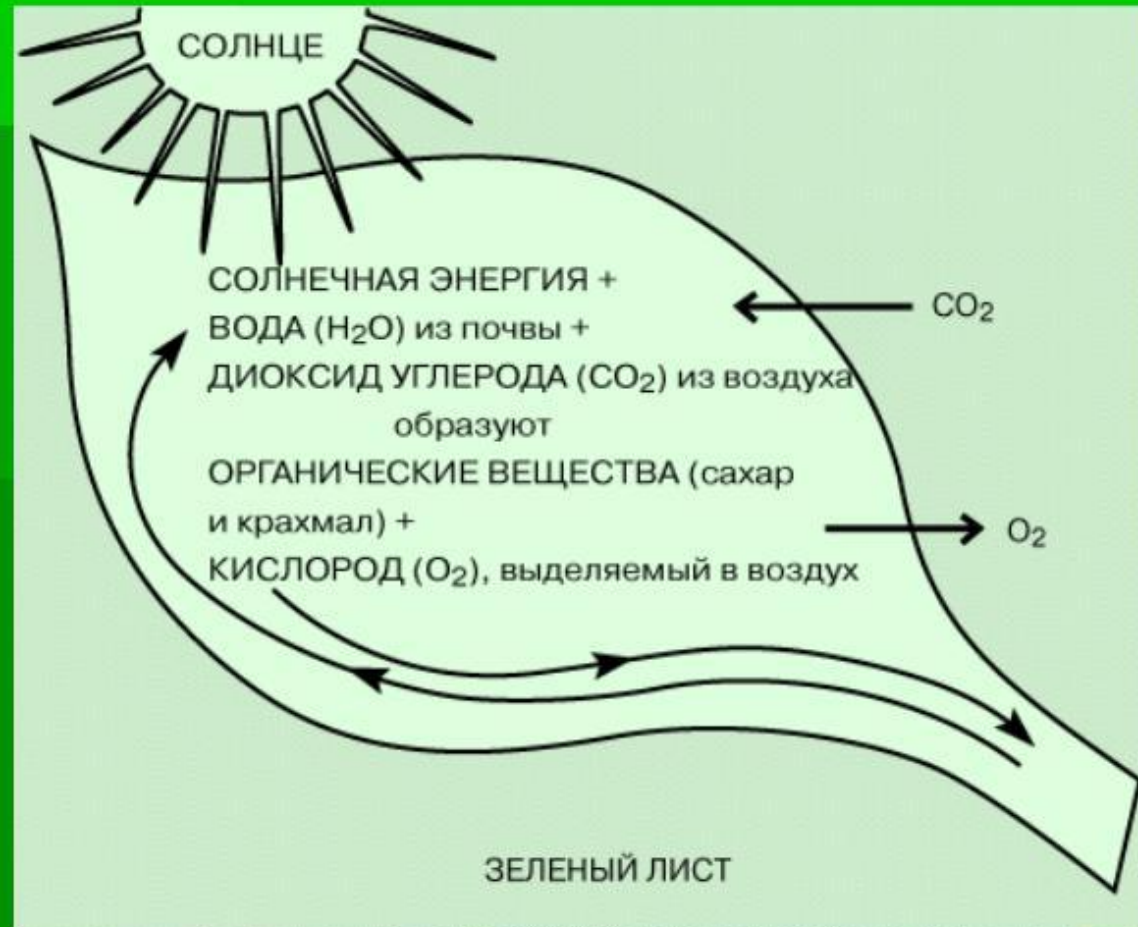


Фотосинтез.

ФОТОСИНТЕЗ

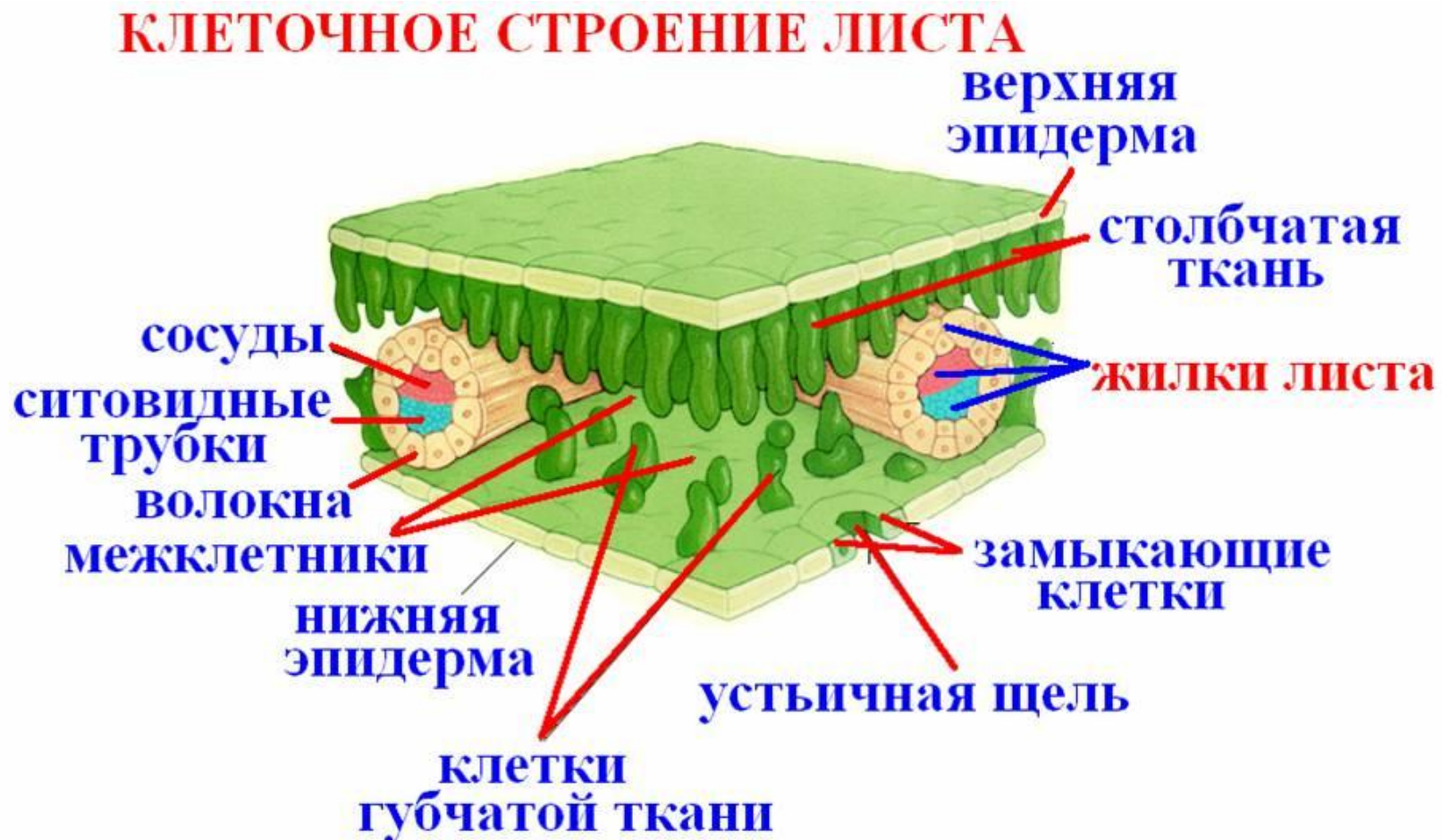


Фотосинтез (— процесс образования органического вещества из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов.



Фотосинтез у растений.

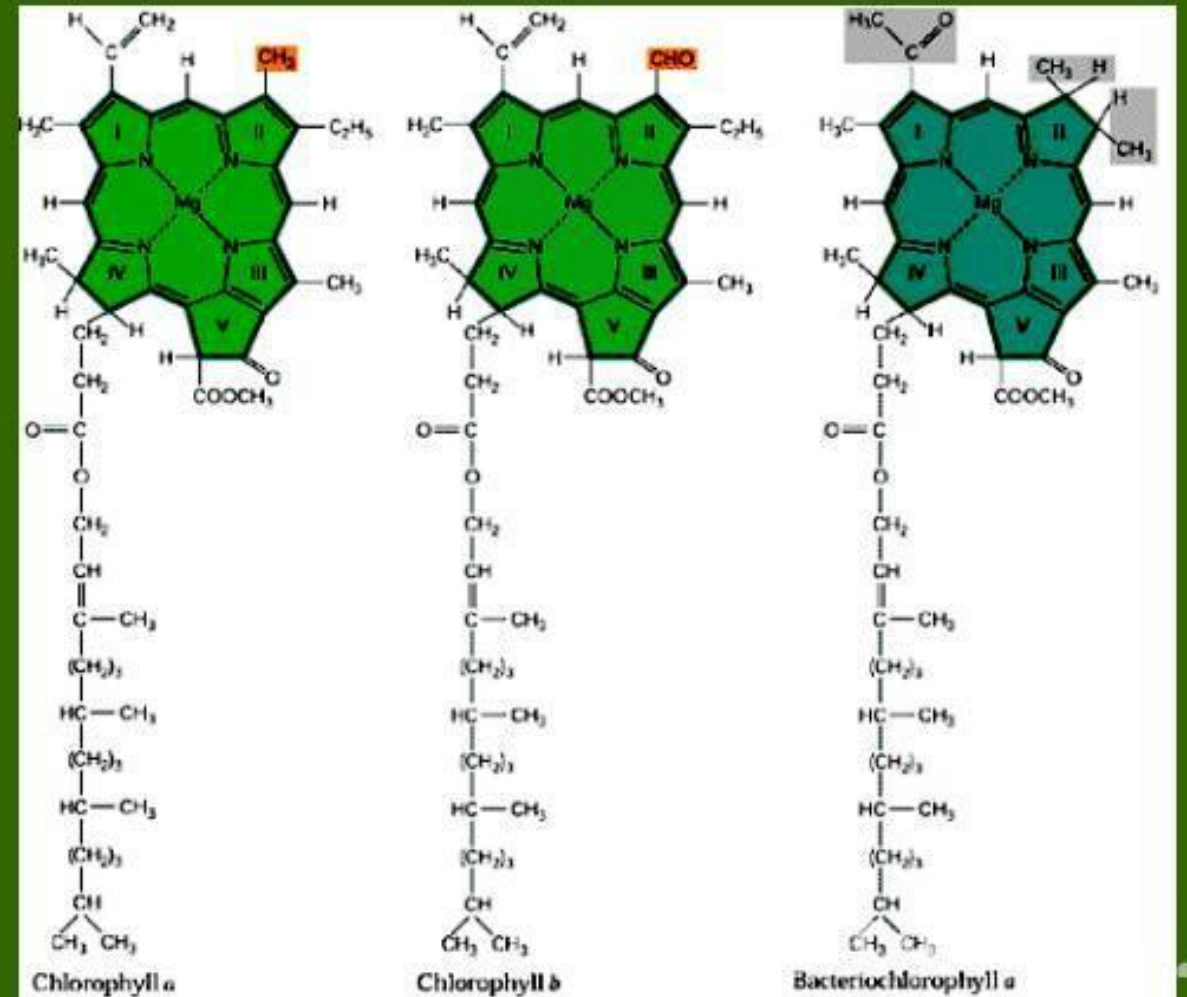
Углекислый газ, который усваивается в процессе фотосинтеза, поступает в лист через устьица. К верхней стороне листа прилегает палисадная ткань, клетки которой богаты хлоропластом. Чтобы процесс фотосинтеза проходил непрерывно, клетки должны быть достаточно насыщены водой, устьица регулируют этот процесс. 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.



Основные классы фотосинтетических пигментов

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.

Хлорофиллы

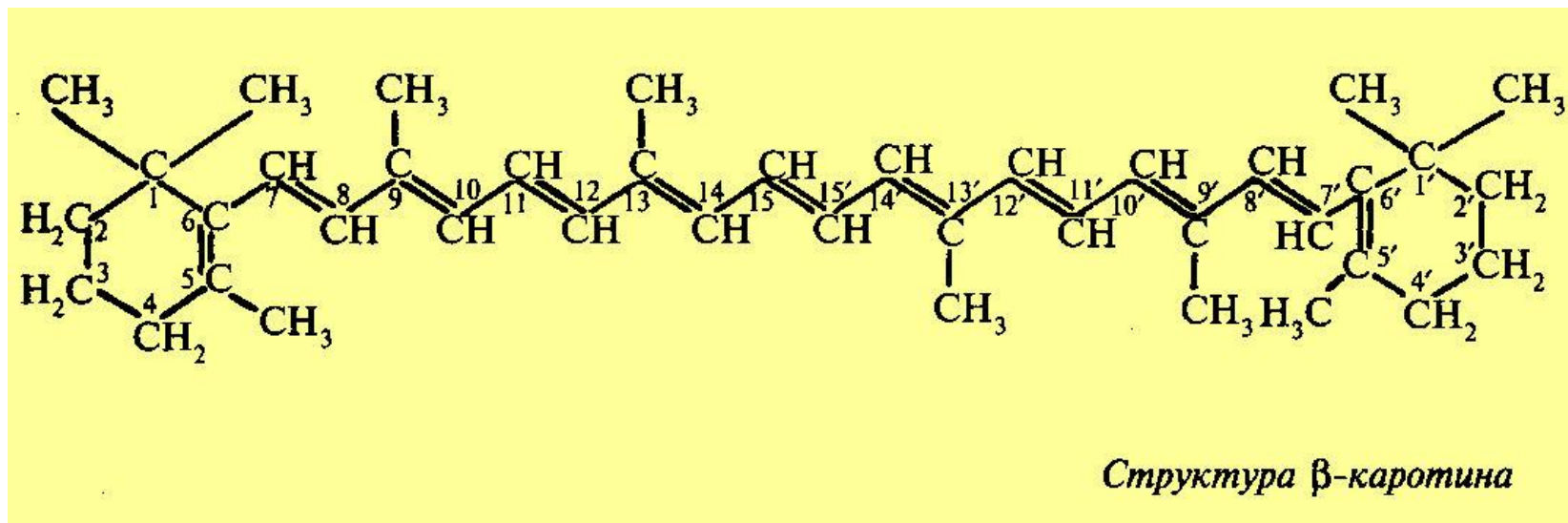


Каротиноиды - природные органические пигменты фотосинтезируемые бактериями, грибами, водорослями и высшими растениями. Идентифицировано около 600 каротиноидов. Они имеют преимущественно жёлтый, оранжевый или красный цвет, по строению это циклические или ациклические изопреноиды.

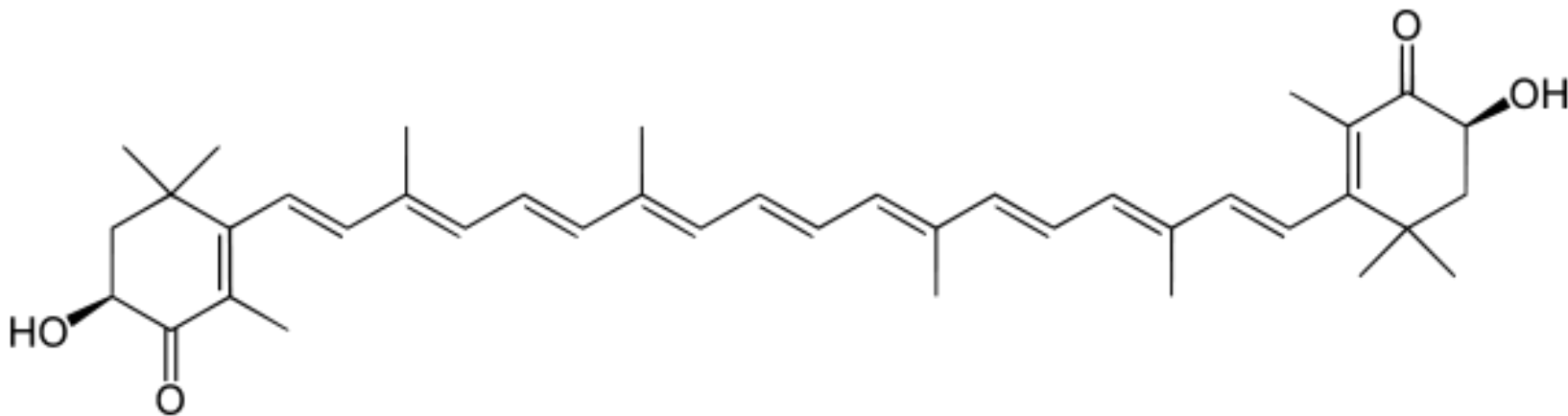
Каротины включают две основных группы структурно близких веществ : каротины, ксантофиллы.

И другие растворимые в жирах пигменты.

Каротин (от лат. *carota* — морковь) — желто-оранжевый пигмент, непредельный углеводород из группы каротиноидов. Эмпирическая формула $C_{40}H_{56}$. Нерастворим в воде, но растворяется в органических растворителях. Содержится в листьях всех растений, а также в корне моркови, плодах шиповника и др. Является провитамином витамина А. Зарегистрирован в качестве пищевой добавки E160a. Различают две формы каротина α -каротин и β -каротин. β -каротин встречается в желтых, оранжевых и зеленых листьях фруктов и овощей. Например в шпинате, салате, томатах, батате и других.



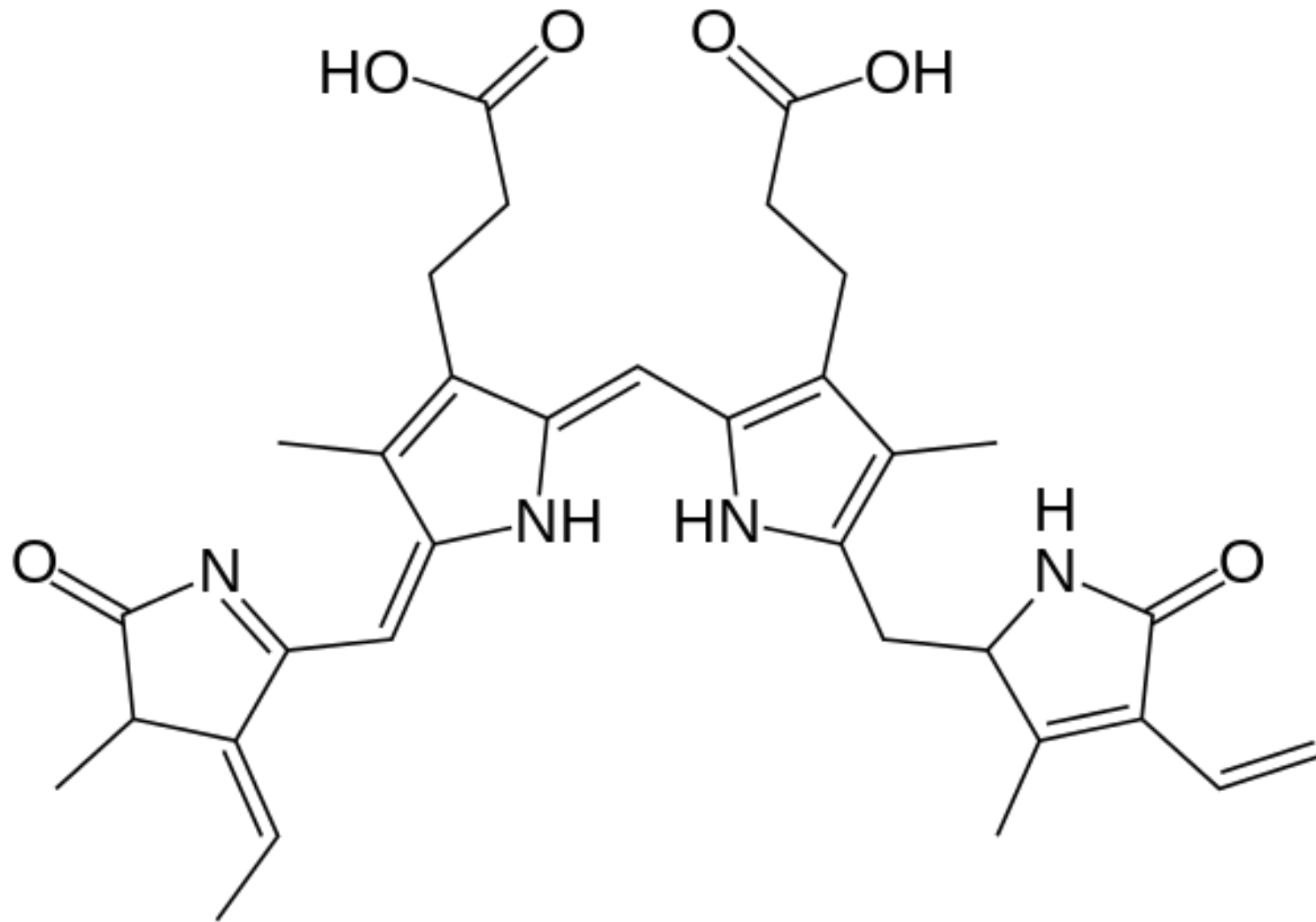
Ксантофилл — растительный пигмент, кристаллизуется в призматических кристаллах жёлтого цвета, входит в состав хлорофилла; легко уединяется при встряхивании спиртового раствора хлорофилла с бензином, оставаясь в нижнем, спиртовом слое, между тем как зелёный пигмент и жёлтый — каротин — переходят в бензин. В спектре поглощения ксантофилла характерны три полосы поглощения в сине-фиолетовой части.



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.

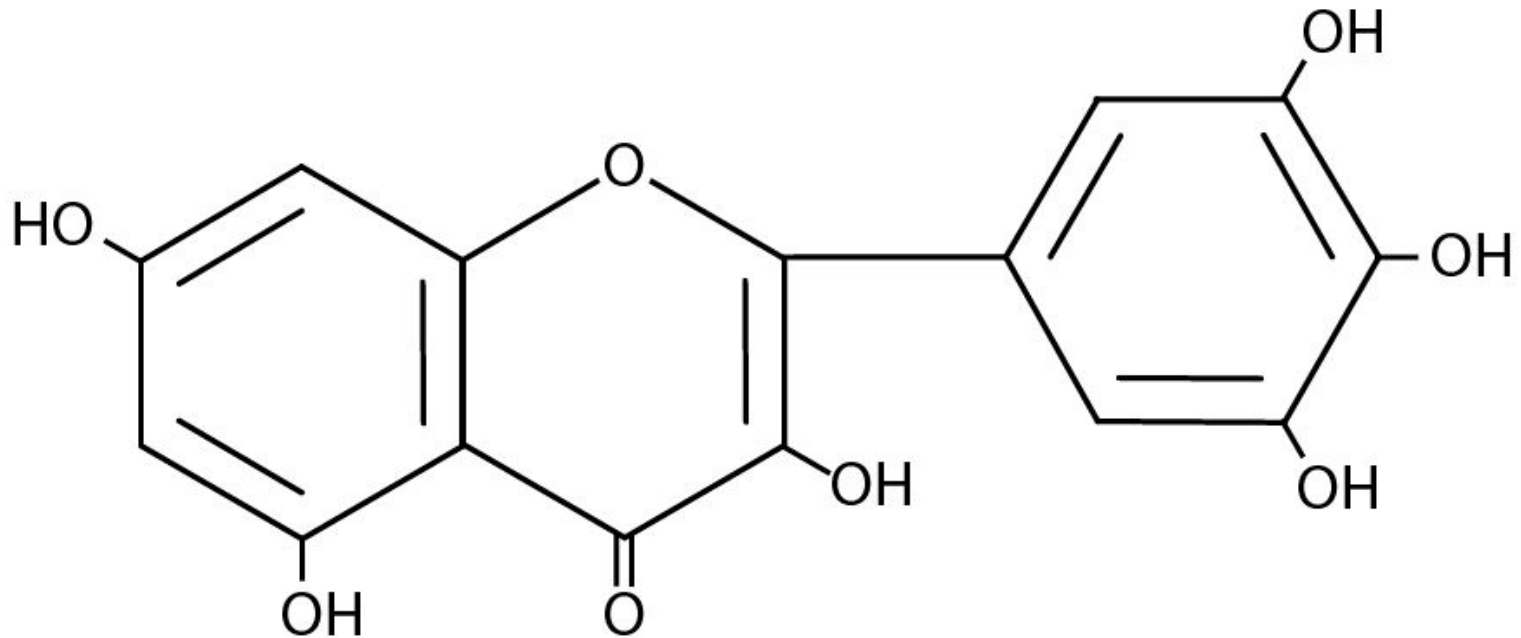
Аминокислоты в Ф. составляют 85%, углеводы – 5%, хромофоры – 4–5%. Общее содержание Ф. в водорослях достигает 20% (на сухую массу). Локализованы Ф. в клетке в особых частицах – фикобилисомах.

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 как водорастворимых, так и липофильных природных фенольных соединений. Представляют собой гетероциклические кислородсодержащие соединения преимущественно желтого, оранжевого, красного цвета. Они принадлежат к соединениям С6-С3-С6 ряда — в их молекулах имеются два бензольных ядра, соединенных друг с другом трехуглеродным фрагментом. Большинство флавоноидов можно рассматривать как производные хромана или флавона. Флавоноиды играют важную роль в растительном метаболизме и очень широко распространены в высших растениях. Они принимают участие в фотосинтезе



Световые и темновые реакции фотосинтеза.

Фотосинтез протекает в две фазы: световую, идущую только на свету, и темновую, которая идет как в темноте, так и на свету.

Световые реакции: Зависят от света,

Не зависят от температуры,

Быстрые < 10 (-5) секунд,

Протекают на мембранах.

Темновые реакции: Не зависят от света,

Зависят от температуры,

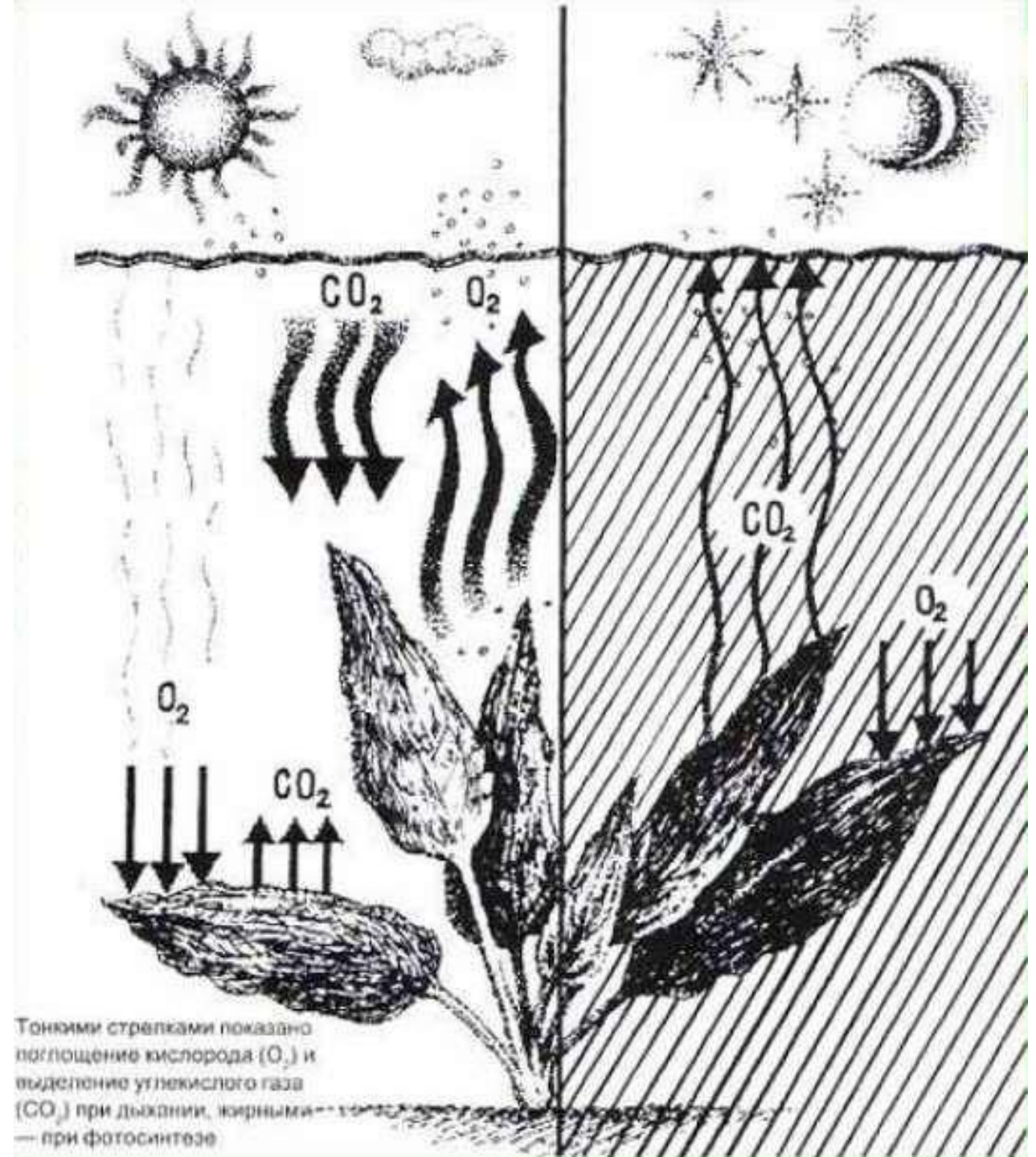
Медленные ~ 10 (-2) секунд,

Протекают в строме Хлоропласта*.

Хлоропласт-(от [греч.](#) χλωρός — «зелёный» и от πλάστος — *вылепленный*) —

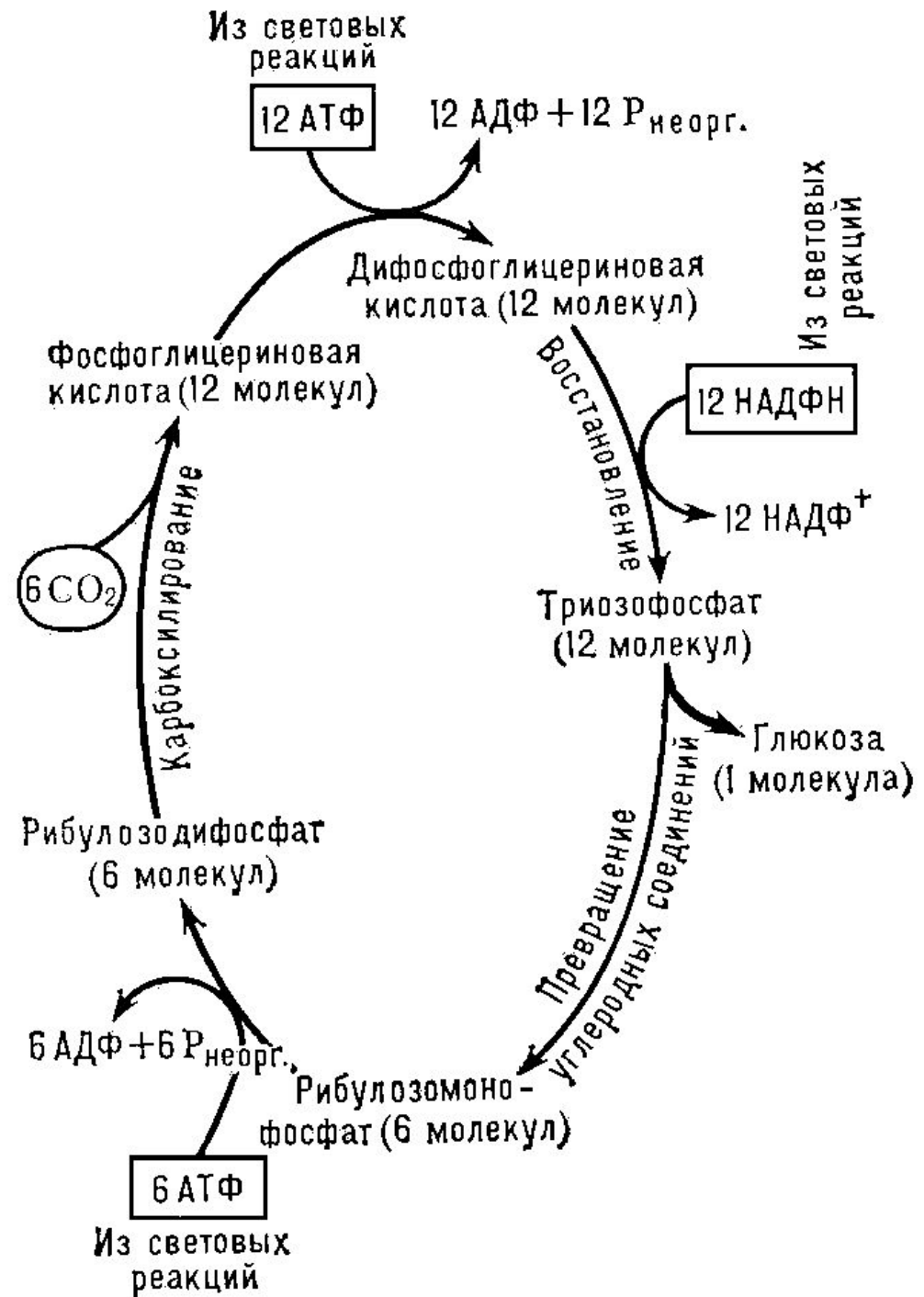
зелёные [пластиды](#), которые встречаются в клетках фотосинтезирующих [эукариот](#). С их помощью происходит [фотосинтез](#).

Хлоропласты содержат [хлорофилл](#). У зелёных растений являются двумембранными органеллами¹.



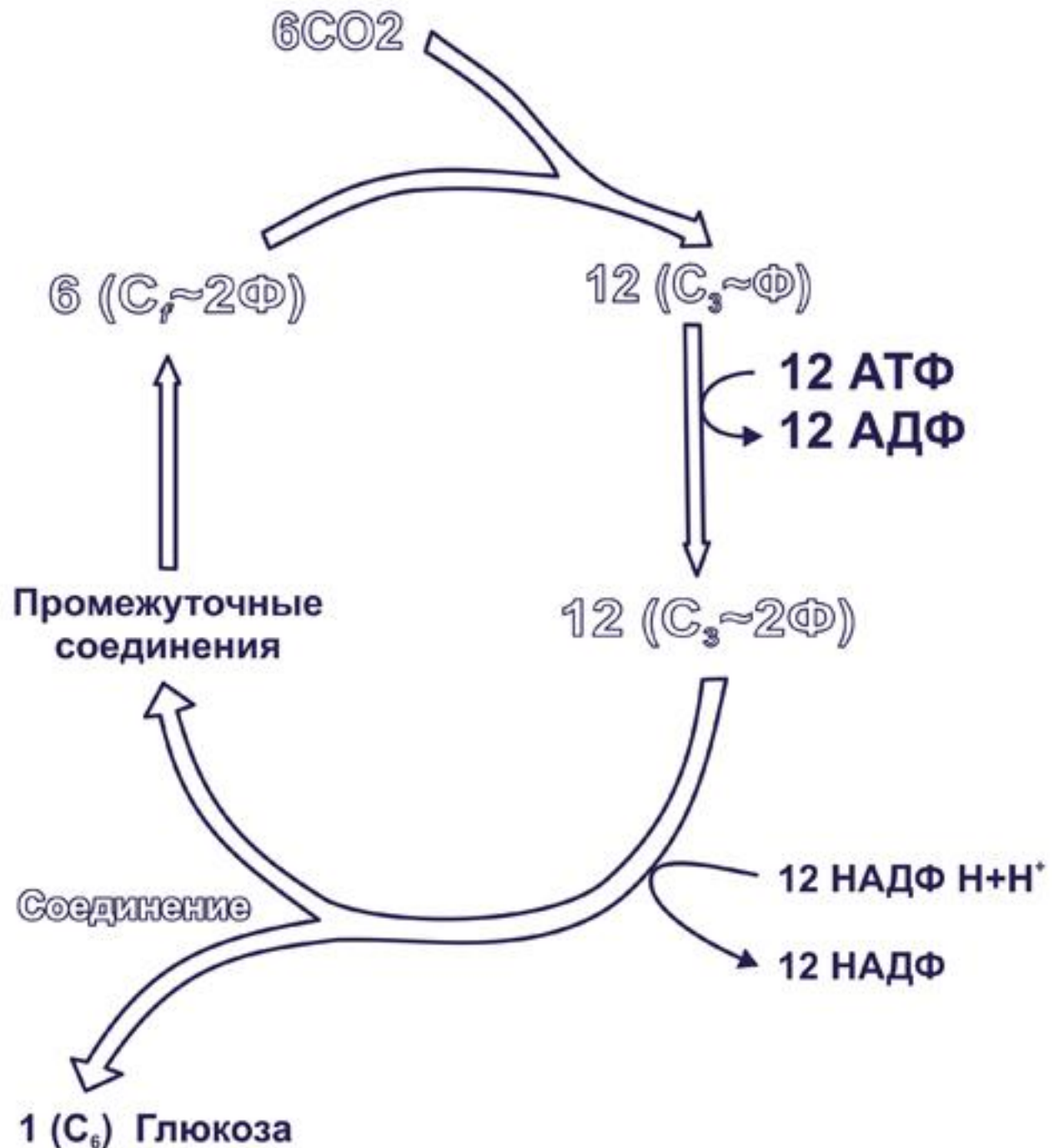
Световая фаза.

Световая фаза фотосинтеза осуществляется в хлоропластах, где на мембранах расположены молекулы хлорофилла. Хлорофилл поглощает энергию солнечного света. Эта энергия используется на синтез молекул АТФ из АДФ и фосфорной кислоты и способствует расщеплению молекул воды: $2H_2O = 4H^+ + 4e^- + O_2$. Образующийся при этом кислород выделяется в окружающую среду. В результате фотолиза образуются: Электроны, заполняющие "дырки" в молекулах хлорофилла. Протоны H^+ , которые соединяются с веществом НАДФ⁺ - переносчиком ионов водорода и электронов и восстанавливают его до НАДФ•Н. Молекулярный кислород, который выделяется в окружающую среду. Таким образом, в результате световой фазы фотосинтеза восстанавливается НАДФ⁺ и образуется НАДФ•Н, синтезируется АТФ из АДФ и фосфорной кислоты, выделяется молекулярный кислород. АТФ и НАДФ•Н используются в реакциях темновой фазы фотосинтеза.



Темновая фаза.

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.



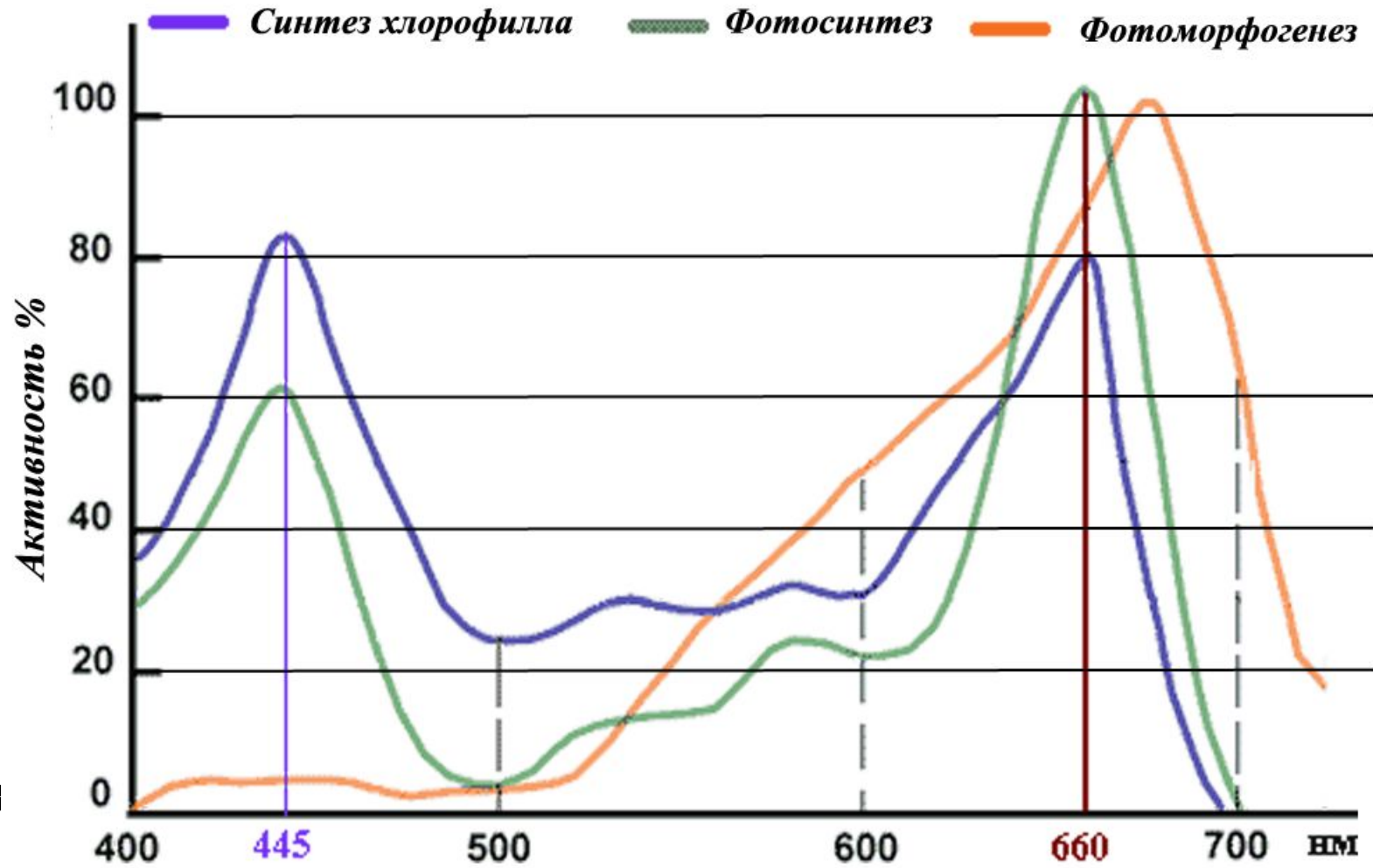
Фотосинтетически- Активная Радиация .

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 синей - 400-450
нм Каротиноиды: 400-550
нм



Опыты по доказательству фотосинтеза.

1. Образование органических веществ — сахара и крахмала — можно доказать следующим опытом.
2. ■ Поместим в темный шкаф комнатное растение.
3. ■ Через 3-4 дня вынем растение из шкафа, накроем часть его листа светонепроницаемой бумагой и поставим на 8-10 часов на яркий свет.
4. ■ Срежем лист, снимем бумагу и опустим его в кипяток на 3 минуты, а затем в горячий спирт. В результате мы увидим, что лист обесцветился.
5. ■ Если обесцвеченный лист залить слабым раствором йода, то часть листа, которая была закрыта светонепроницаемой бумагой, останется бесцветной, а оставшаяся открытой для лучей света, частично окрасится раствором йода в темно-синий цвет из-за образующегося крахмала.
6. Вывод: на свету образуется крахмал. Если аналогичный опыт провести с пестролистой геранью или другим растением, листья которого имеют белые пятна или полоски, и не накрывать лист бумагой, а оставить его открытым, то после обработки йодом лист окрасится в синий цвет, а белая полоска по краю листа (или другие белые пятна) останется бесцветной.
7. Вывод: фотосинтез идет только в зеленых клетках растения, а именно в хлоропластах, содержащих хлорофилл.
8. 2. Для доказательства того, что крахмал образуется в присутствии углекислого газа, проведем следующий опыт. - Поместим под стеклянный колпак, где находится растение, стакан со щелочью, поглощающей углекислый газ. - Краю колпака смажем вазелином, чтобы под него не проникал воздух. - Будем освещать растение под колпаком 8-10 часов, а далее срежем лист, обесцветим горячей водой и горячим спиртом, а затем обработаем йодом (как в предыдущих опытах).
9. Лист останется неокрашенным.
10. Вывод: без углекислого газа крахмал не образуется.
11. 3. В процессе фотосинтеза образуется кислород. Это тоже можно доказать в опыте с двумя банками, наполненными углекислым газом и плотно закрытыми. Поместим в обе банки растения, одну поставим на яркий свет, а другую — в темный шкаф. Через 8-10 часов внесем в обе банки тлеющую лучину. В той банке, которая была на свету, лучина загорится ярко, а в той,

The End.

Фотосинтез имеет важное значение.

- Благодаря процессу фотосинтеза все живое получает пищу. По словам К. А. Тимирязева: «Пища — не что иное, как консерв солнечных лучей».
- Большинство живых организмов нуждается в кислороде (исключение составляют некоторые микроорганизмы).
- Каменный уголь, который человек использует как топливо и сырье для химической промышленности, образовался из древних растений, достигавших огромных размеров благодаря тому, что процесс фотосинтеза проходил более интенсивно в атмосфере каменноугольного периода, так как в ней было гораздо больше углекислого газа и влаги, чем в современной атмосфере.

