**Фотосинтез**

**организмы**

в зависимости от условий могут переходить от одного типа питания к другому

животные, большинство бактерий, грибы, протисты

протисты (водоросли): хламидомонада, эвглена

некоторые бактерии

**хемотрофы** (используют для синтеза органических веществ энергию окисления неорганических веществ (хемосинтез))

**фототрофы** (используют для синтеза органических веществ энергию солнца (фотосинтез))

нуждающиеся в поступлении готовых органических веществ

автогетеротрофные

способны образовывать органические вещества из неорганических веществ

автотрофные

гетеротрофные

растения, некоторые бактерии и протисты (водоросли)

**Фотосинтез-** это процесс образования органических веществ из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов:

6СО2 + 6Н2О свет  С6Н12О6 + 6 О2

хлорофилл

**Фотосинтетические пигменты** - органические вещества, способные поглощать энергию света

Классы фотосинтетических пигментов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Хлорофиллы | Каротиноиды | Фикобилины |
| Все хлорофиллы поглощают красный и синий свет, а зеленый они отражают.   * **Основной пигмент** у растений и водорослей, цианобактерий - **хлорофилл *а*** * **Дополнительные пигменты:**   **хлорофилл *в*** (растения, зеленые водоросли)  **хлорофилл *с*** (бурые и диатомовые водоросли)  **хлорофилл *d*** (красные водоросли) | пигменты желтого, оранжевого и красного цветов, поглощают сине-фиолетовой свет и передают хлорофиллам  (в хлоропластах, хромопластах) | Пигменты красной или синей окраски, поглощают зеленый, синий и фиолетовый свет (у красных водорослей и цианобактерий) |

Фотосинтез

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Световая фаза | | Темновая фаза | |
|  | **Где протекает** | |  |
| На мембранах тилакоидов |  | | В строме хлоропластов |
|  | **Условия** | |  |
| Только на свету |  | | Без непосредственного поглощения света |
|  | **Результаты** | |  |
| 1. Преобразование солнечной энергии в энергию макроэргических связей АТФ 2. образование НАДФ\*Н+Н+ 3. побочный продукт фотосинтеза О2 |  | | 1. Восстановление «СО2»до уровня органических веществ (С6Н12О6), 2. Энергия макроэргических связей АТФ преобразуется в химическую энергию органических веществ |

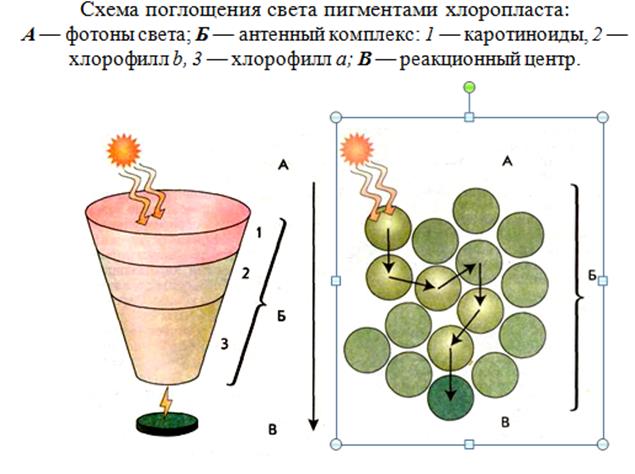
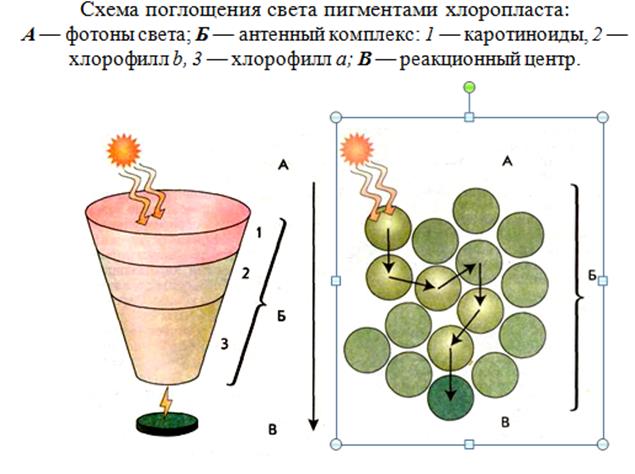
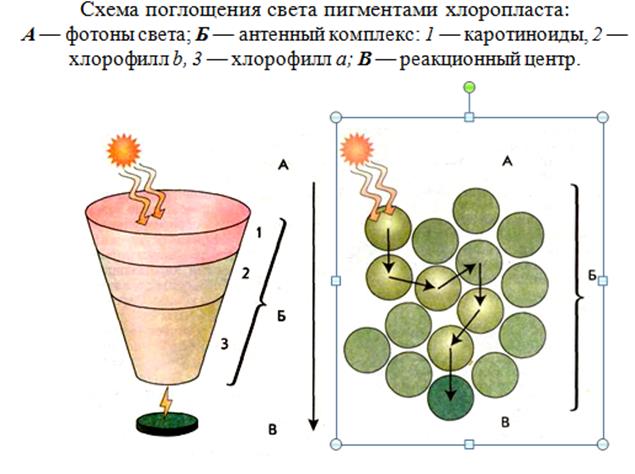
**А) СВЕТОВАЯ ФАЗА:**

* **Фотосинтетические единицы (**группы фотосинтетических пигментов -хлорофиллов и каратиноидов) образуют светособирательную систему (**антенный комплекс**),которая функционирует наподобие воронки (собирает фотоны и переносит их энергию в реакционный центр с молекулой-ловушкой (хлорофиллом *а)*)
* Совокупность фотосинтетической единицы и ферментов, обеспечивающих транспорт электронов, называется **фотосистемой:**

**фотосистема I** ( c молекулой-ловушкой, максимум поглощения света с длиной волны 680нм)

**фотосистема II** (максимум поглощения в области 700нм.)

Фотосистема = светособирающая система (антенный комплекс)+ реакционный центр (хлорофилл *а*)+ ферменты- переносчики электронов



1. Квант солнечного света попадает на молекулы-ловушки хлорофилла *а*, приводит их в возбужденное состояние, хлорофилл отдает электроны переносчикам. Обе фотосистемы в данном процессе работают согласованно.

**Фотосистема I.** Возбужденная молекула хлорофилла *а* отдает электрон и по системе переносчиков этот электрон попадает на внешнюю сторону тилакоида (обращенную в строму).

**Фотосистема II.** Возбужденная молекула хлорофилла *а* отдает электрон, который по системе переносчиков электрон переходит в фотосистему I и восстанавливает молекулу хлорофилла, которая возвращается в исходное состояние. Для восстановления хлорофилла *а* фотосистемы II используются электроны, получаемые при разложении воды:

2Н2О=О2+4 ế +4Н+  (**фотолиз воды**- расщепление молекул воды в тилакоидах хлоропластов с образованием кислорода, электронов и протонов)

1. ế водорода направляются к молекуле хлорофилла, заменяя ушедшие электроны
2. Н+ накапливаются на внутренней стороне мембраны граны, формируя положительный потенциал
3. О2 уходит в гиалоплазму, а затем в атмосферу
4. При достижении определенной разности потенциалов протоны проходят через канал фермента АТФ-синтетазы и попадают на наружную сторону мембраны
5. При этом они отдают энергию, которая используется для синтеза АТФ из АДФ и остатка ортофосфорной кислоты
6. На наружной стороне мембраны Н+ соединяются с ế хлорофилла, образуя атомы Н, которые соединяются с НАДФ, образуя НАДФ\*Н+Н+:

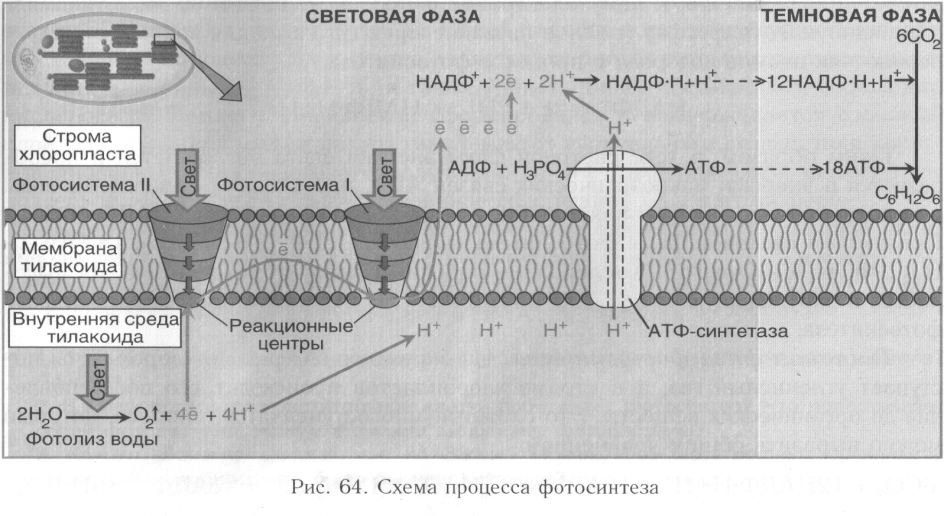
НАДФ+ +2 ế +2Н+ = НАДФ\*Н+Н+

**Итого, в световой фазе фотосинтеза образуется:**

1) АТФ; используются в темновой фазе фотосинтеза

2) НАДФ \*Н + Н+;

3) О2–побочный продукт фотосинтеза уходит в атмосферу



**Б) ТЕМНОВАЯ ФАЗА**

1. Происходит в строме хлоропласта и не требует света. Во время этой фазы фотосинтеза идет восстановление «СО2» до «С6Н12О6» - *это С3 –путь или цикл Кальвина*. Общее уравнение этого многоступенчатого процесса выражается уравнением:

6СО2+ 12НАДФ\*Н+Н+ +18 АТФ= С6Н12О6 + 12 НАДФ+ +18 АДФ + 18 Н3РО4

**Для синтеза 1 молекулы глюкозы «С6Н12О6» в цикле Кальвина необходимо 12 молекул «НАДФ . Н + Н+» и 18 молекул «АТФ» (поставляются из световой фазы), и 6 молекул «СО2» (поступает в хлоропласт из атмосферы)**

**Факторы, влияющие на фотосинтез:** 1.интенсивность падающего света; 2.наличие влаги; 3.наличие минеральных веществ; 4.температура; 5.концентрация СО2 и др.

**Значение фотосинтеза:**

1. источник первичного органического вещества;

2. источник свободного кислорода;

3. регулирует содержание СО2 в атмосфере.

**В изучение фотосинтеза внесли вклад ученые:** К.А.Тимирязев(русский), М.Кальвин(американский), М.Д.Хетч и К.Р.Слэк(австралийские), Т.Н.Годнев и А.А.Шлык(белорусские).