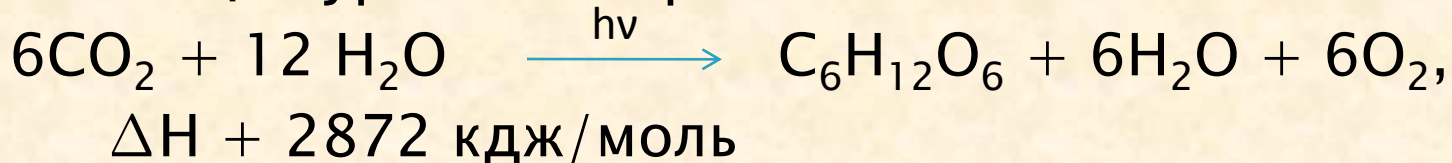


ФОТОСИНТЕЗ

1. Фотосинтез – процесс превращения энергии света в энергию химических связей органических соединений.

2. Общее уравнение фотосинтеза –

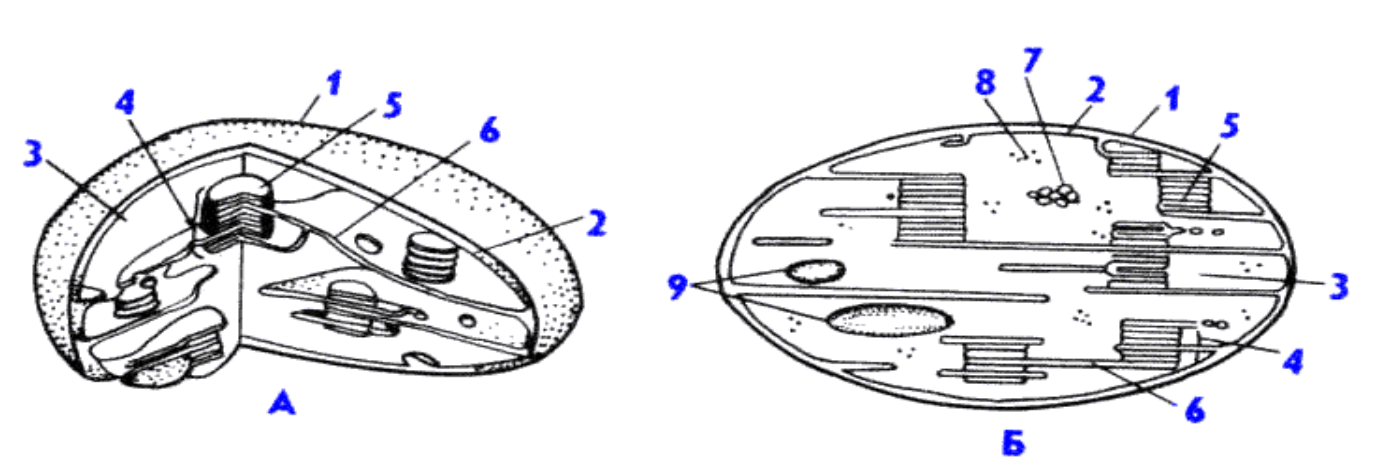


3. Главная фотосинтезирующая система: **хлоропласт**

- Строма (пространство внутри хлоропласта)
- Граны (состоят из тилакоидов)
- Тилакоиды (замкнутые уплощенные мембранные мешочки)
- Ламеллы (перемычки между гранами)
- Квантосома (фотосинтезирующая система, или единица тилакоида) **ФС I и ФС II**
- Хлорофиллы (**a и b**) – основные пигменты квантосом, в их составе есть гидрофобный спирт **фитол** для удержания хлорофилла в мембране

Схема строения хлоропласта в объемном изображении (А) и на срезе (Б).

- 1 - наружная мембрана,
- 2 - внутренняя мембрана,
- 3 - строма,
- 4 - грана,
- 5 - тилакоид граны,
- 6 - тилакоид стромы,
- 7 - нить пластидной ДНК,
- 8 - рибосомы хлоропласта (отличающиеся от цитоплазматических рибосом),
- 9 - гранулы крахмала.



4. Стадии фотосинтеза

– световая:

- Фотоокисление ($\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{h\nu} \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$)
- Фотовосстановление ($\text{НАДФ}^+ + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{НАДФН}_2$)
- Фотофосфорилирование ($\text{АДФ} + \text{ФН} \rightarrow \text{АТФ} + \text{H}_2\text{O}$)

5. Электропереносящие системы тилакоидных мембран

- циклическая (**ФС I**), (мелкие квантосомы)
ее регенерация фотосистемой II или циклично путем передачи e^- через цитохромы (**когда все молекулы НАДФ⁺ восстановлены в НАДФН**)
- Нециклическая (**ФС II**), (крупные квантосомы)
ее побочный продукт O_2 , ее регенерирует p. Хилла.

6. В тилакоидной мембране есть 3 типа комплексов:

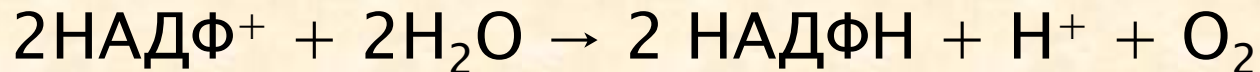
- Первый (ФС II) – P_{680} – связан с пластохинонами
- Второй (комплекс цитохромов vf) – связан с пластохинонами и пластоцианином
- Третий (ФС I) – P_{700} – связан с пластоцианином

Пластохинон – похож на убихинон

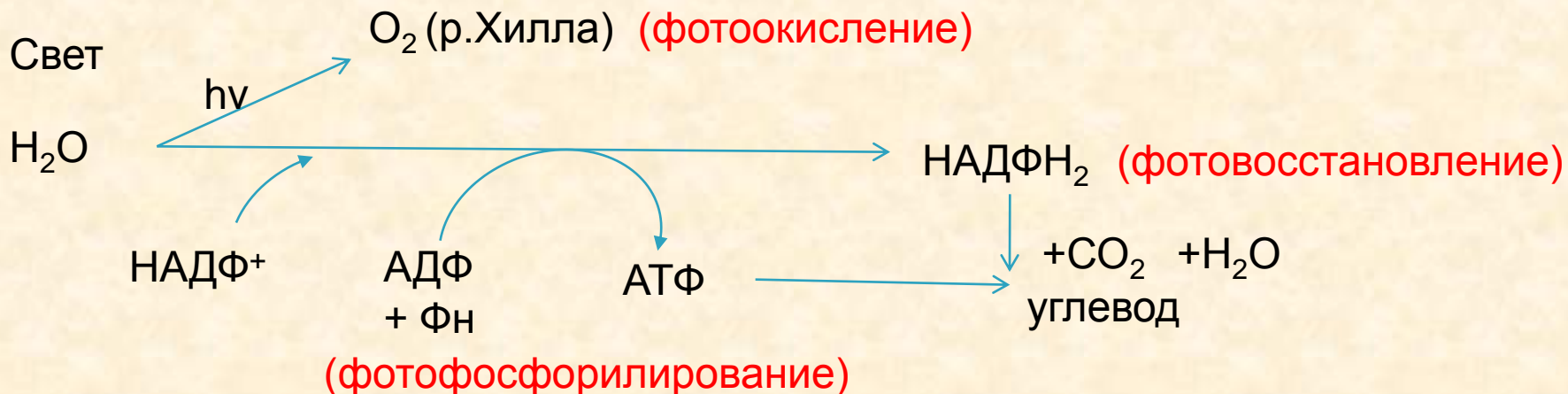
Пластоцианин – небольшой растворимый белок

vf – состоит из двух цитохромов и железосерного центра

7. Функция этого аппарата заключается в осуществлении реакции:



8. «Световые реакции» (проходят в гранах)
«Темновые реакции» (проходят не в темноте, а без участия квантов света). Это реакции цикла Кальвина.



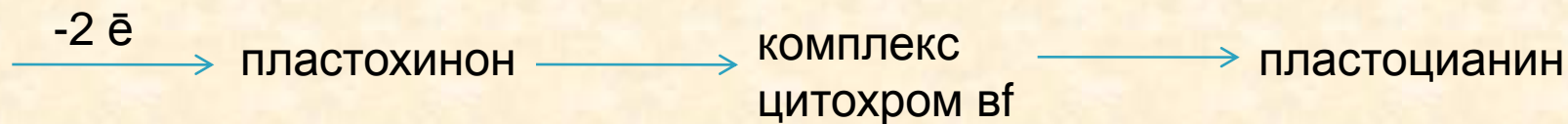
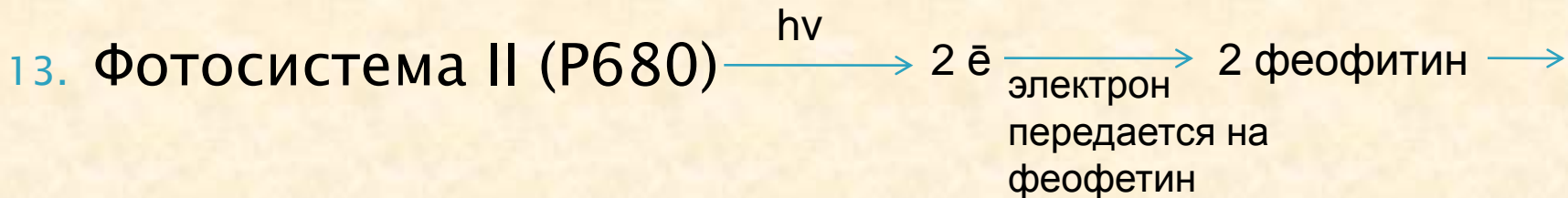
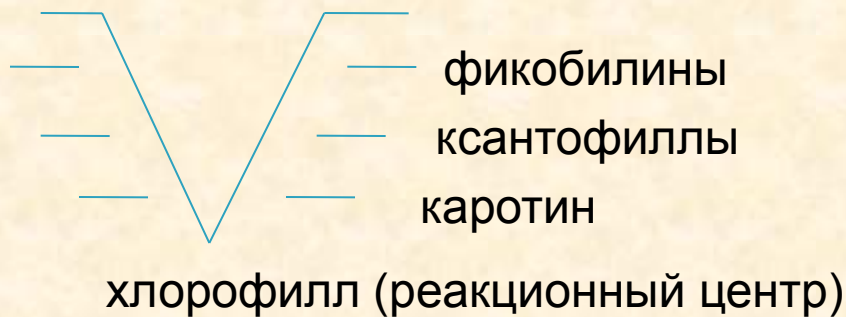
9. Два основных условия для синтеза углеводов из CO_2 и H_2O :

- Наличие $НАДФН_2$ (восстанавливающего агента).
- $АТФ$

10. Рецептором, воспринимающим свет, является **хлорофилл «а» и «в»**. В отличие от ГЕМА хлорофилл имеет атом Mg^{+2} и боковой гидрофобный заместитель – фитол (спирт).

11. В зеленых растениях молекулы хлорофилла упакованы в функциональные комплексы, которые называются **Фотосистемы** для резонансного переноса энергии. В каждой ФС наряду с большим числом обычного хлорофилла есть так называемые «реакционные центры», которые содержат 2 молекулы хлорофилла в комплексе с белками. Этот центр не участвует в резонансном переносе энергии на свободные хлорофиллы, поэтому он представляет собой нечто вроде ловушки, куда рано или поздно попадает энергия любого фотона, поглощенного любой молекулой хлорофилла в пределах данной ФС. Как только это происходит, \bar{e} передается акцептору стоящему в начале фотосинтетической цепи переноса \bar{e} .

12. Вспомогательные пигменты – каротины (желтые), фикобилины (красные и синие), ксантофиллы.



в ней в основном синтезируется АТФ

16. Фотосинтетический аппарат включает в себя протонный насос за счет мембран тилакоидов. Создается H^+ -градиент, достаточный для синтеза АТФ. Работа этого насоса не связана жестко с восстановлением НАДФ⁺. Если весь НАДФ⁺ восстановился в НАДФН₂, то ферредоксин передает е цитохромному комплексу *с_f*, а тот переносит их на пластоцианин: (это бывает когда все молекулы НАДФ⁺ восстановлены в НАДФН₂).

Цикл:

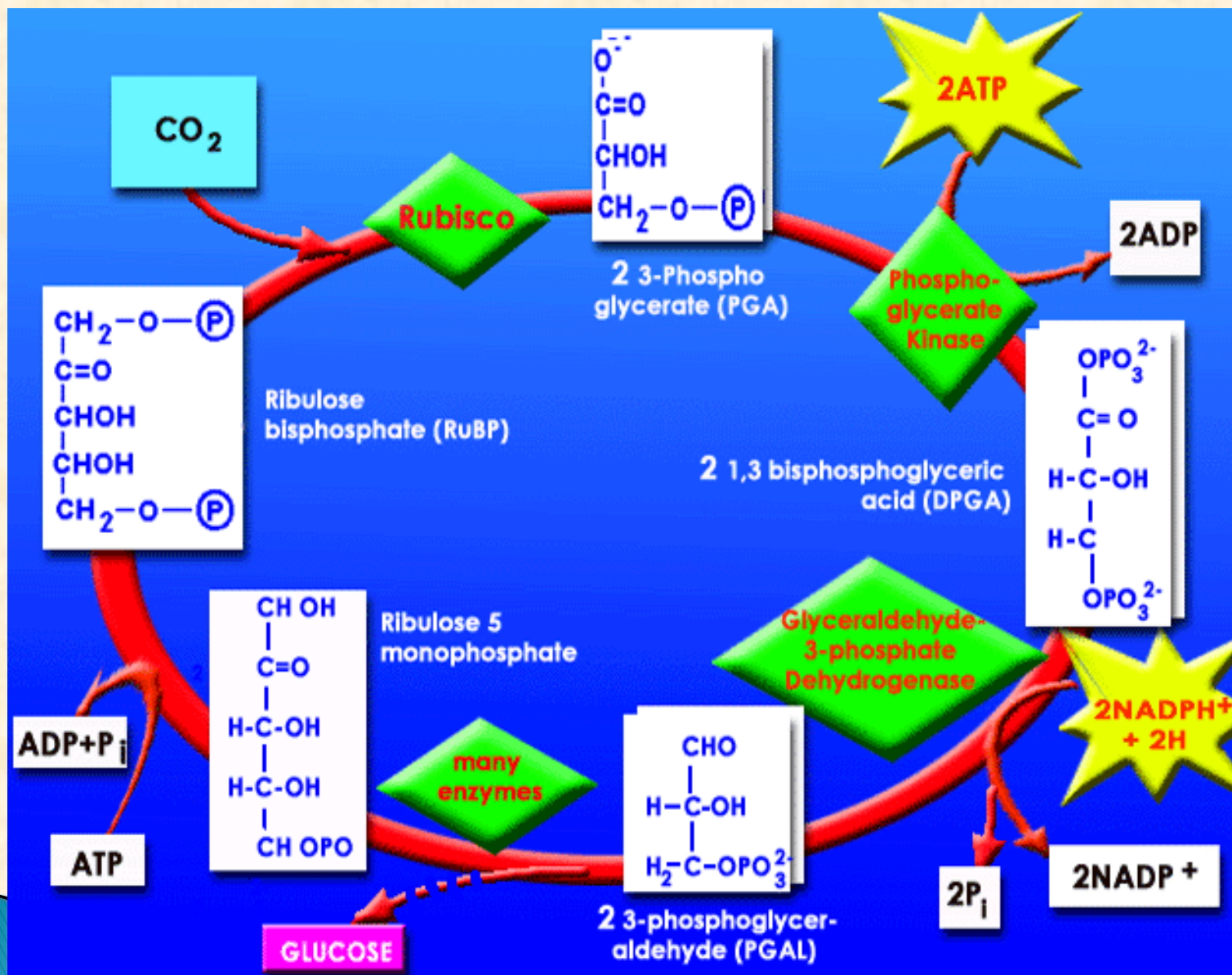
ФС I → ферредоксин → комплекс цит *с_f* → пластоцианин → ФС I.

Поэтому ФС I называется циклической.

17. Механизм образования протонного потенциала в хлоропластах похож на подобный механизм в митохондриях, но как бы вывернут наоборот: e^- движутся по внешней стороне мембраны, а H^+ концентрируются внутри тилакоида. Свет поворачивает поток e^- к НАДФ⁺ «вспять», вопреки окислительно-восстановительному потенциалу. АТФ-синтаза тоже ориентирована в противоположном направлении (к строме хлоропластов). В тилакоидной мембране только 2 участка сопряжения, а не 3, как в митохондриях.

$$\eta_{\text{фотосинтеза}} = 30\% (114/38 \text{ ккал}).$$

18. Темновые реакции (цикл Кальвина).



C₃ растения – это название означает, что первым продуктом фотосинтеза, который удается обнаружить, используя меченный ¹⁴CO₂, является C₃-соединение – 3-фосфоглицерат, образующийся при участии рибулозо-1,5-дифосфаткарбоксилазы.

C₄ растения – у некоторых растений первичным продуктом фиксации атмосферного CO₂ является оксалоацетат. Он содержит 4 атома углерода, поэтому такое название (например, кукуруза и сахарный тростник).

C₃ и C₄ – растения различаются анатомическим строением своих листьев.

C₄ путь требует затраты АТФ на синтез фосфоенолпирувата и транспорт кислот. В жарком климате этот путь сулит значительные преимущества, кукуруза и сахарный тростник являются основными поставщиками углеводов.