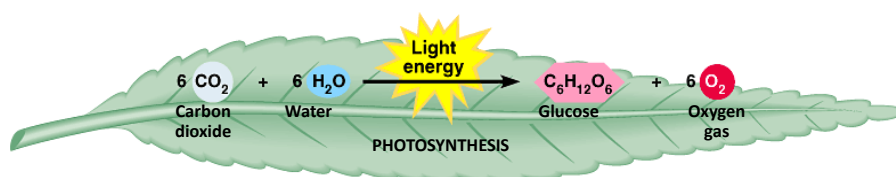


Quang hợp là quá trình xảy ra ở sinh vật tự dưỡng, trong đó sinh vật sử dụng năng lượng mặt trời để tổng hợp đường và oxygen từ CO₂ và nước



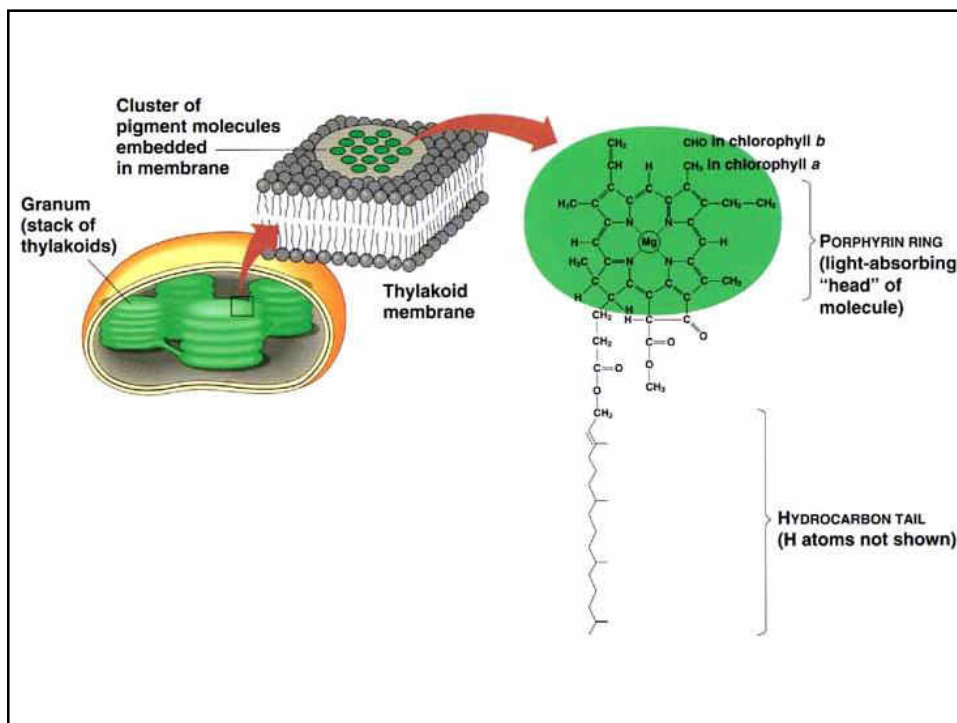
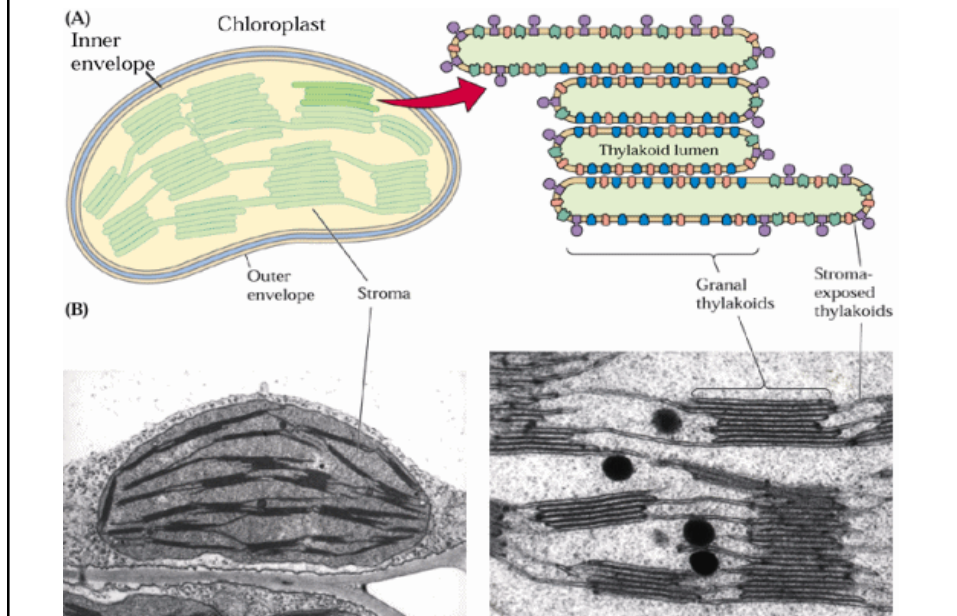
Oxygen được xem là 1 sản phẩm phụ



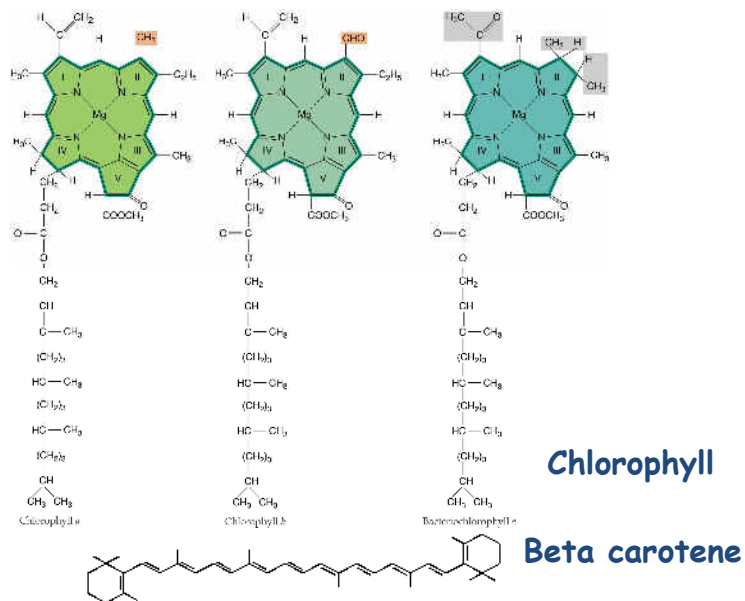
Hệ thống quang hợp ở tế bào thực vật:

**Lục lạp,
Quang hệ 1,
Quang hệ 2**

Ở tế bào eukaryotes, quá trình quang hợp xảy ra trong chloroplast, 1 bào quan chuyên hóa

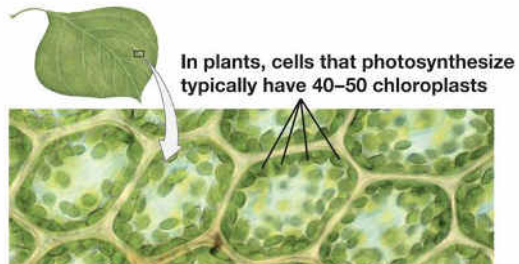
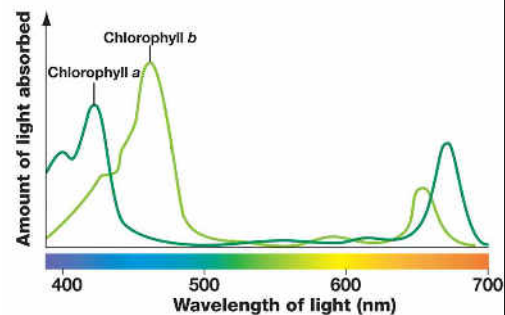


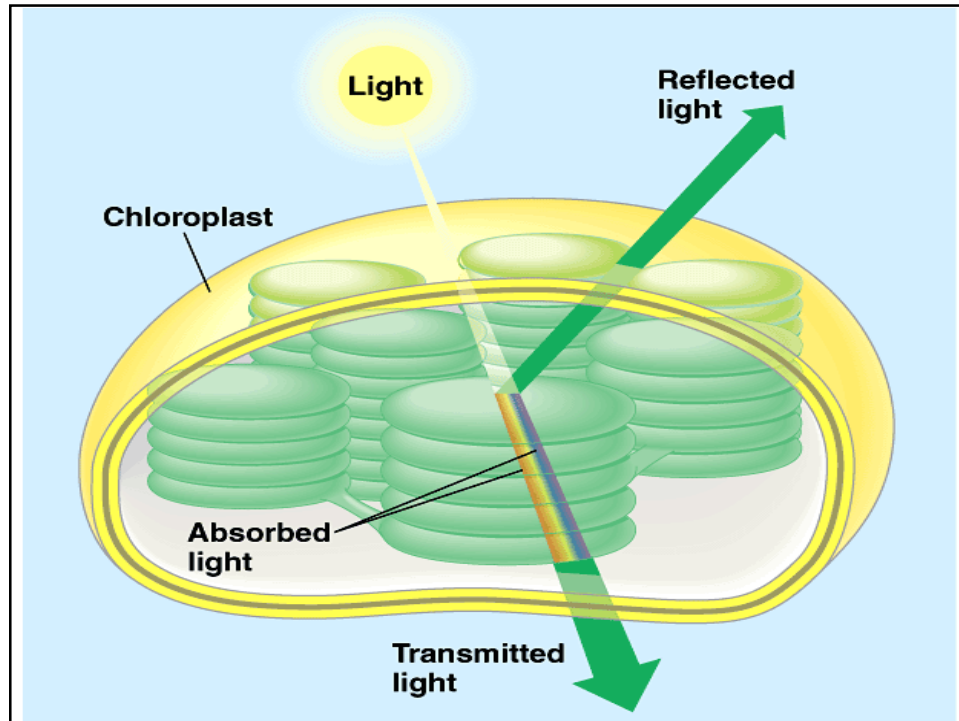
Tất cả những cơ quan thực hiện chức năng quang hợp đều chứa các sắc tố



Sắc tố chính của quang hợp

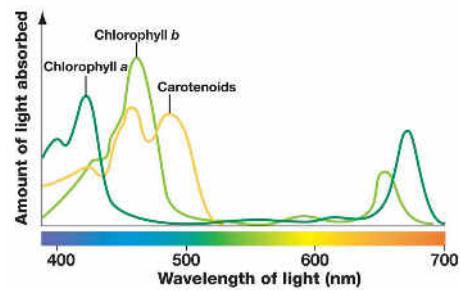
- Absorb blue and red wavelengths
- Appear Green



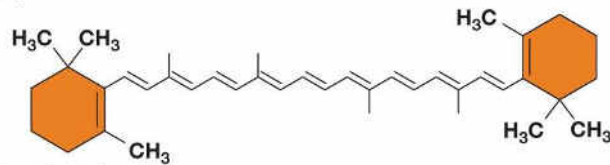


Sắc tố phụ

- Carotenes and Xanthophylls



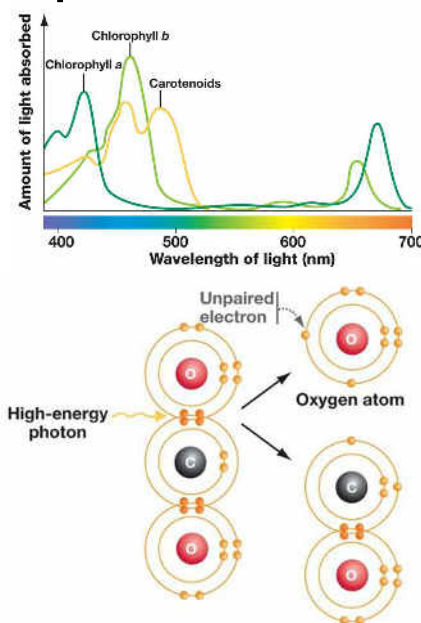
(a) β -carotene



© 2011 Pearson Education, Inc.

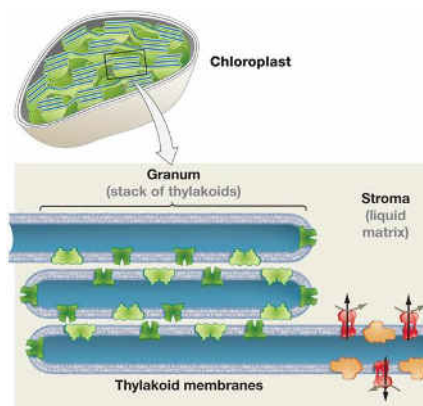
Sắc tố phụ

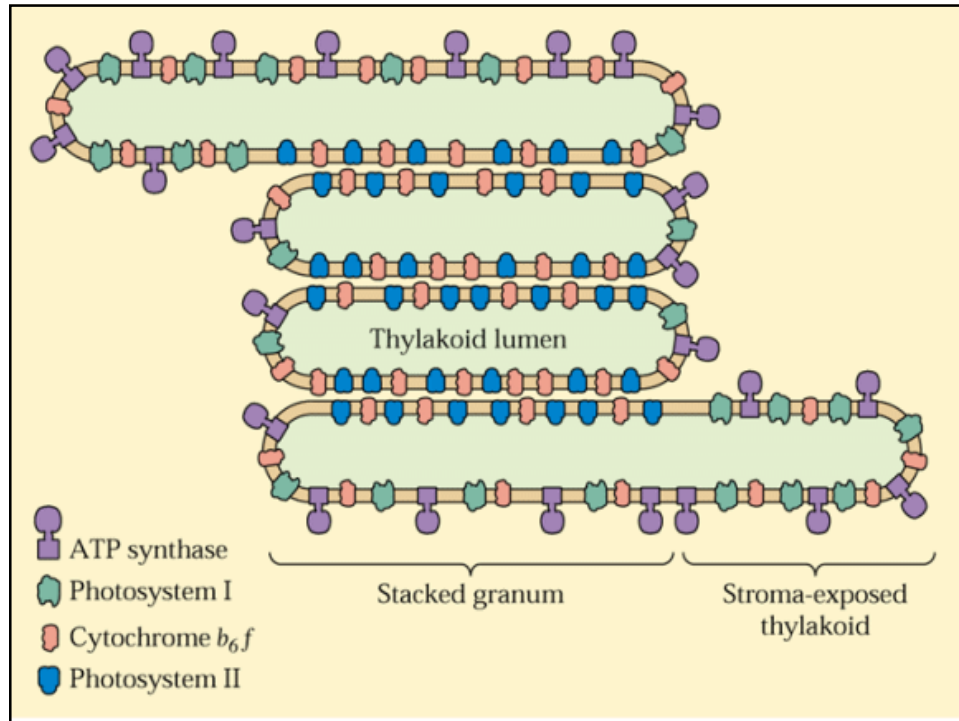
- Mở rộng phổ hoạt động– hấp thu được các photon có độ dài sóng khác hỗ trợ thêm cho quá trình hấp thu năng lượng mặt trời của lục lạp
- Tạo nên các gốc tự do ổn định
- Hấp thu ánh sáng UV với mức năng lượng cao hơn
- Được tìm thấy trong không bào



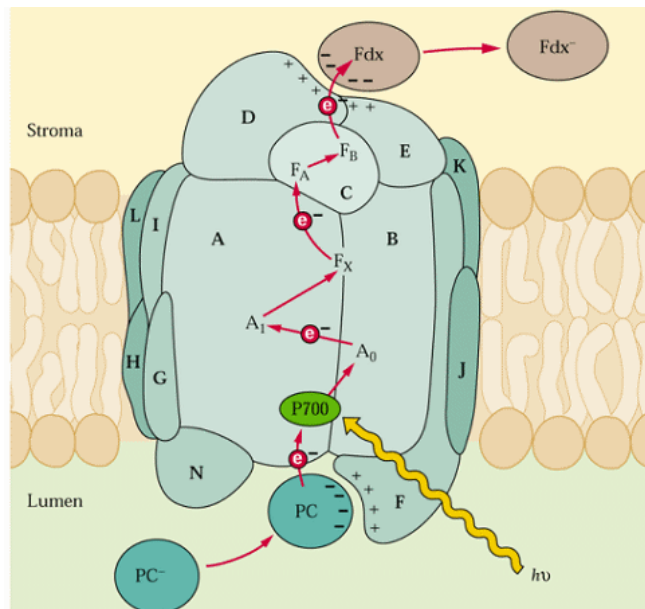
Các bộ phận chính tham gia quang hợp

- **QUANG HỆ (photosystem)** – gồm những phức hợp các sắc tố chính, phụ giữ vai trò “anten-bắt ánh sáng”, và các proteins hỗ trợ việc bắt giữ photon ánh sáng và vận chuyển electron bị kích hoạt
- Được tìm thấy trên màng Thylakoid
- **Photosystem II** và **Photosystem I**

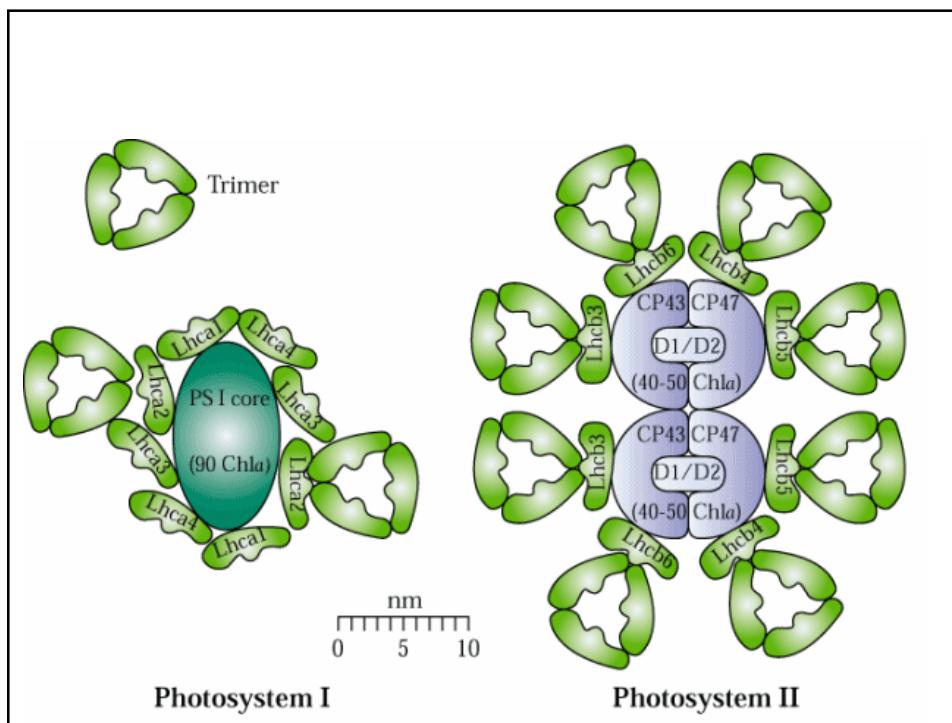
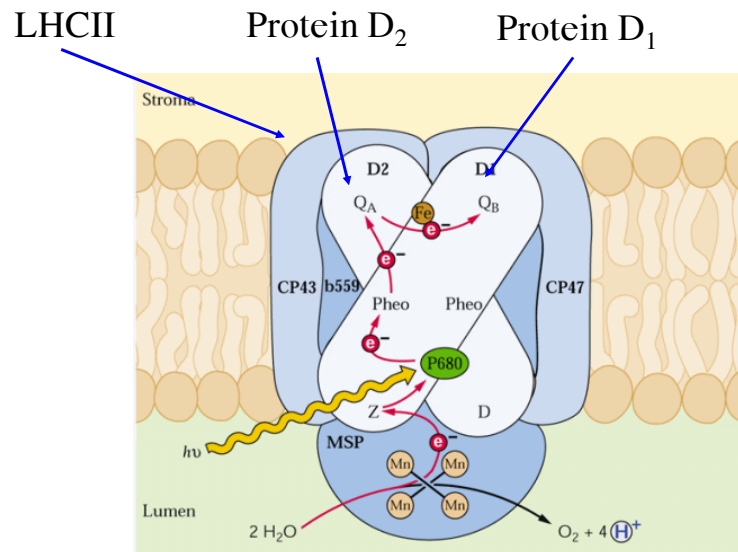


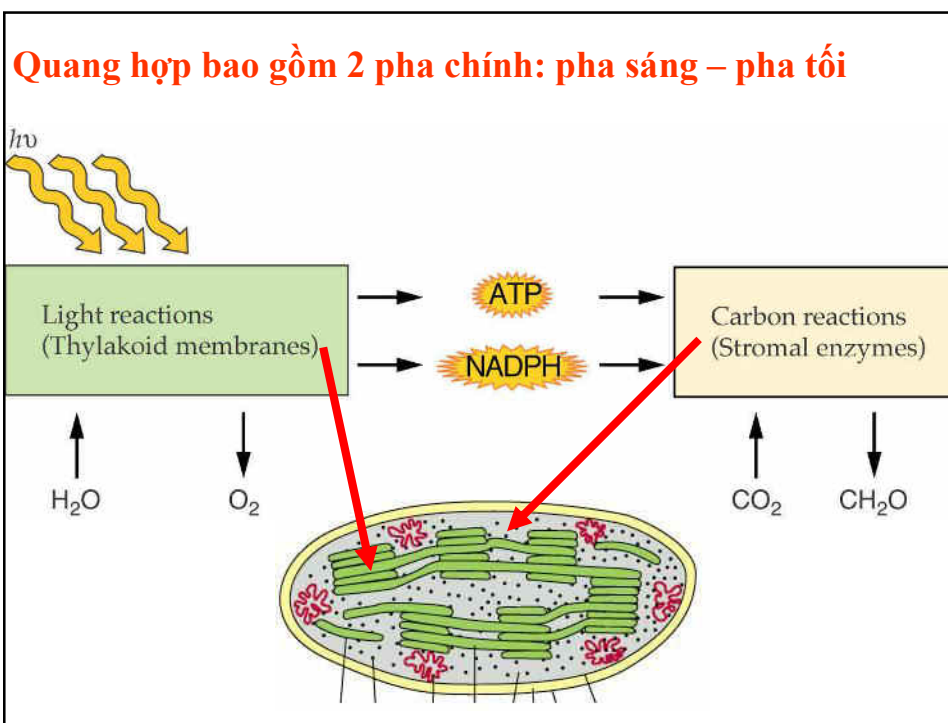


The photosystem I (PSI)



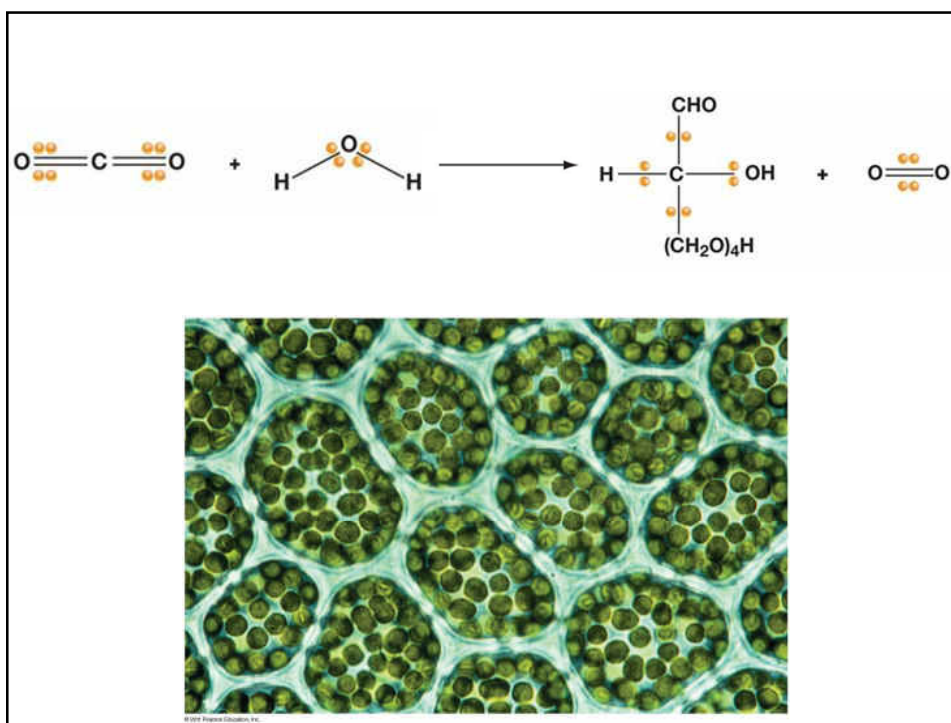
The photosystem II (PSII)



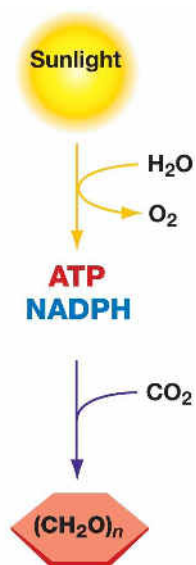


QUANG HỢP: PHA SÁNG

March 25th, 2013

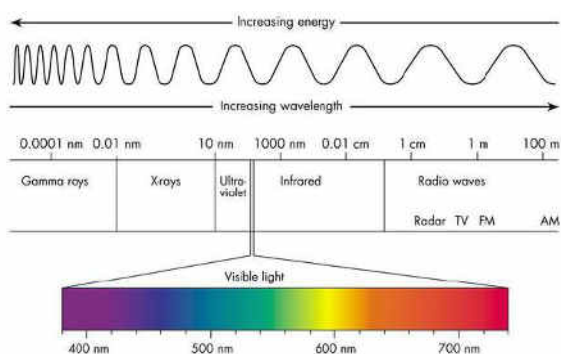


QUANG HỢP



NĂNG LƯỢNG ÁNH SÁNG

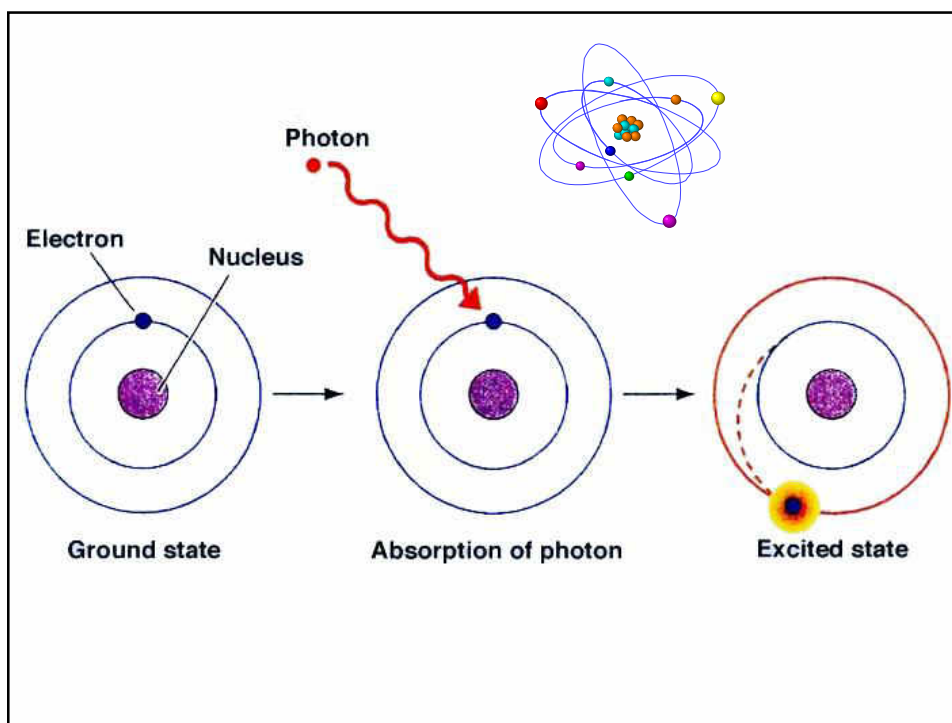
- Electromagnetic energy radiates in the form of waves
- Photon-



• Theo thuyết lượng tử thì năng lượng bị chia thành các gói nhỏ gọi là photon. Khi một photon hấp thụ một lượng tử năng lượng thì nó chuyển từ trạng thái ban đầu của nó (mức năng lượng thấp) lên orbital có năng lượng cao hơn. Ngược lại, photon được phát ra khi electron chuyển từ orbital có năng lượng cao hơn về orbital có năng lượng thấp hơn. Các photon phát ra có tần số khác nhau.

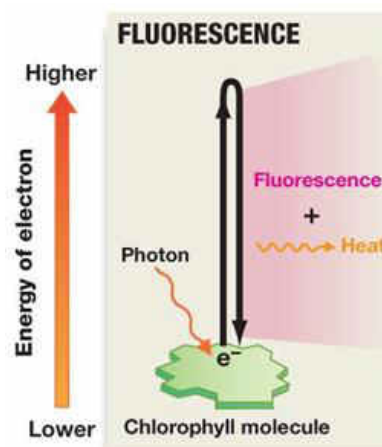
Ví dụ: chlorophyll hấp thụ ánh sáng trong khoảng tím-xanh của phổ thấy được cũng như vùng màu đỏ của phổ. Chlorophyll có màu lục vì nó phản chiếu ánh sáng trong vùng xanh lục.

• Một photon hấp thụ năng lượng khi nó đi vào một phân tử gọi là chromophore. Trong chromophore, electron di chuyển từ mức năng lượng thấp khi hấp thụ năng lượng. Các chromophore thường có cấu trúc liên kết đôi liên kết đơn liên kết đôi. Các photon có năng lượng nhỏ liên kết đôi liên kết đơn hoặc các liên kết đơn liên kết đôi thì hấp thụ năng lượng ở vùng cận tử ngoại của phổ khả kiến. Nói cách khác, không có sự chuyển động liên kết đôi do sự chuyển động của các liên kết đơn liên kết đôi thì các photon hấp thụ năng lượng thì chuyển về mức orbital có năng lượng thấp.



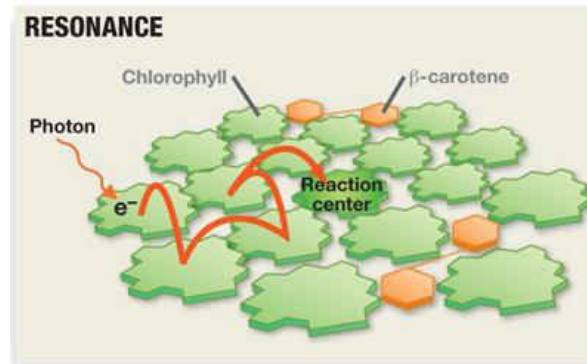
Chuyện gì xảy ra với electron bị kích hoạt?

- Các electron bị kích hoạt sẽ rơi trở lại trạng thái với mức năng lượng thấp hơn
- **Hiện tượng phát quang**

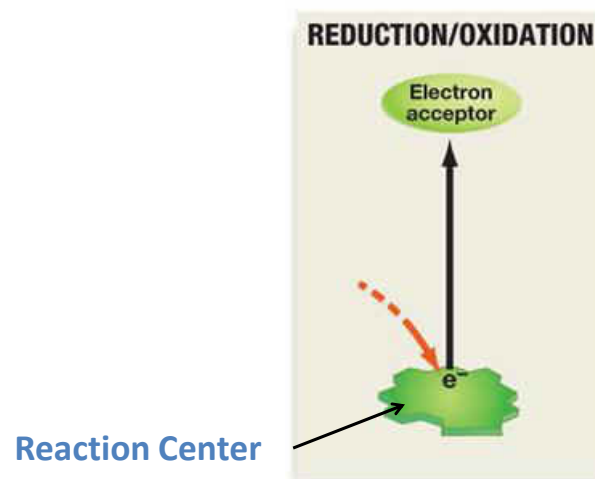


Chuyện gì xảy ra với electron bị kích hoạt?

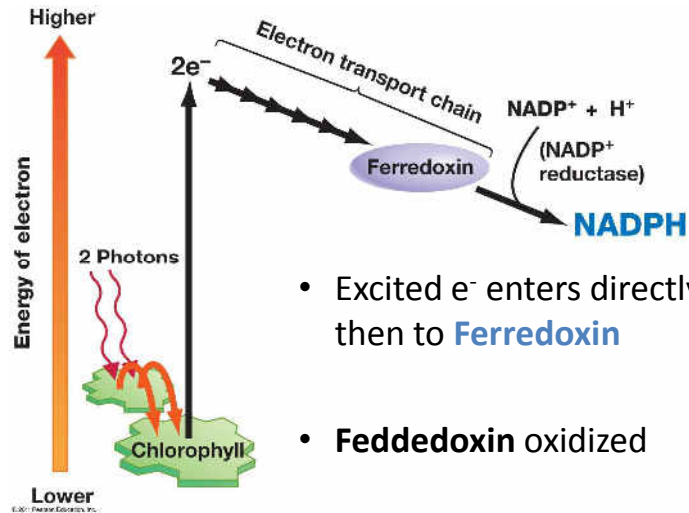
- Hiện tượng cộng hưởng–



Chuyện gì xảy ra với electron bị kích hoạt?

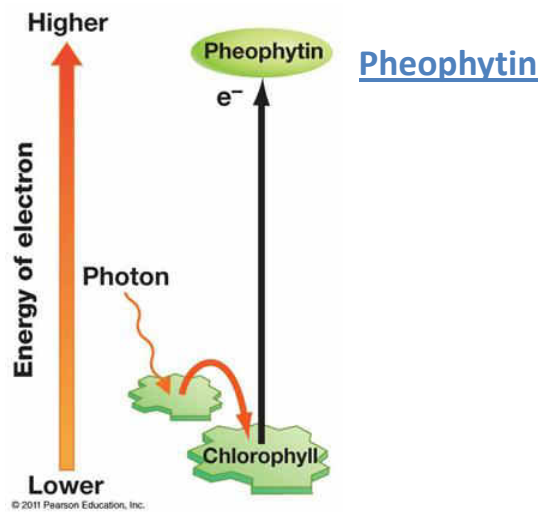


Photosystem I

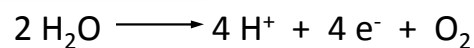
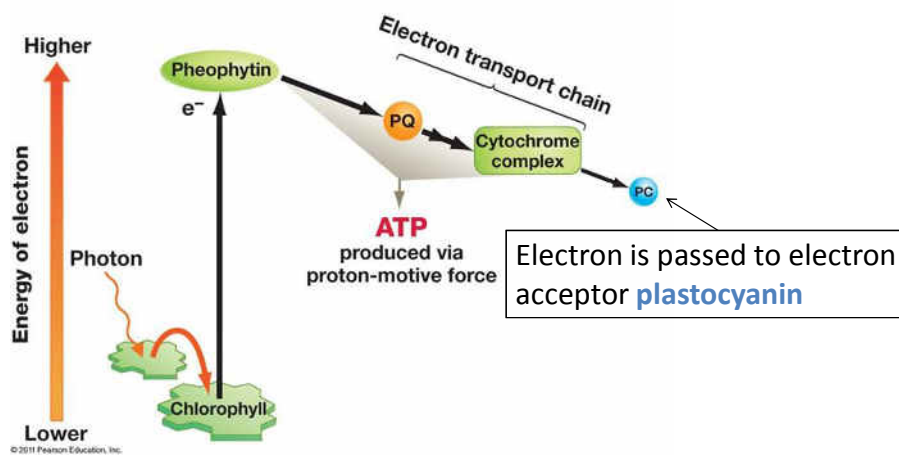


- Excited e⁻ enters directly into ETC then to **Ferredoxin**
- **Ferredoxin** oxidized

Photosystem II

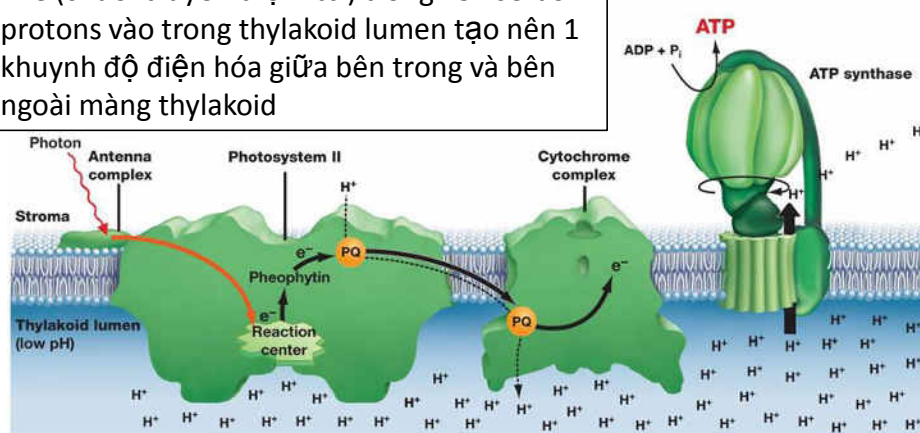


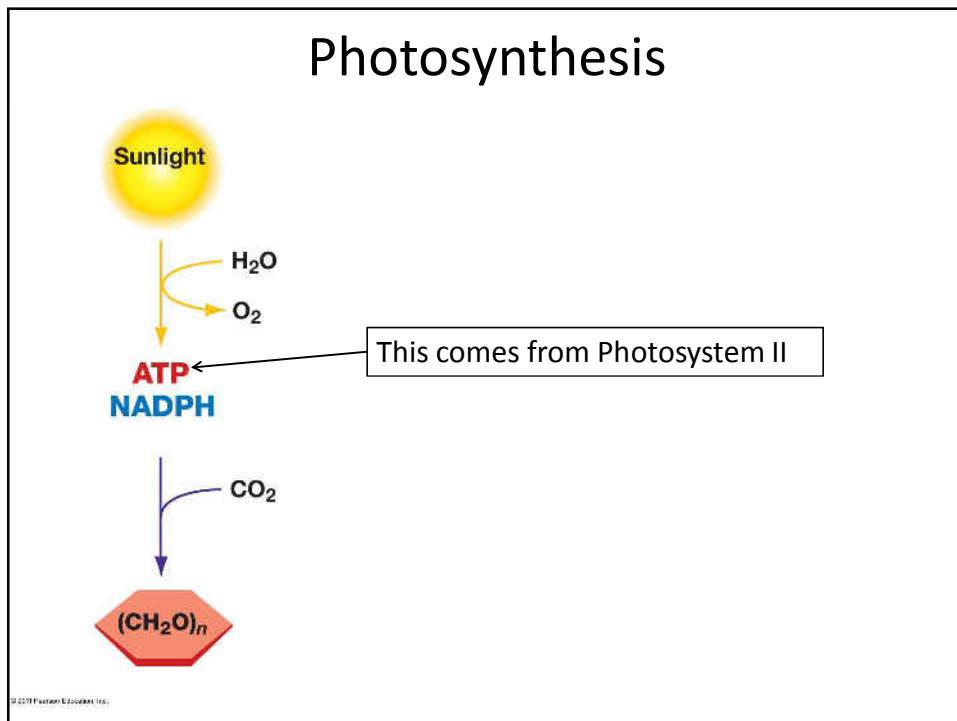
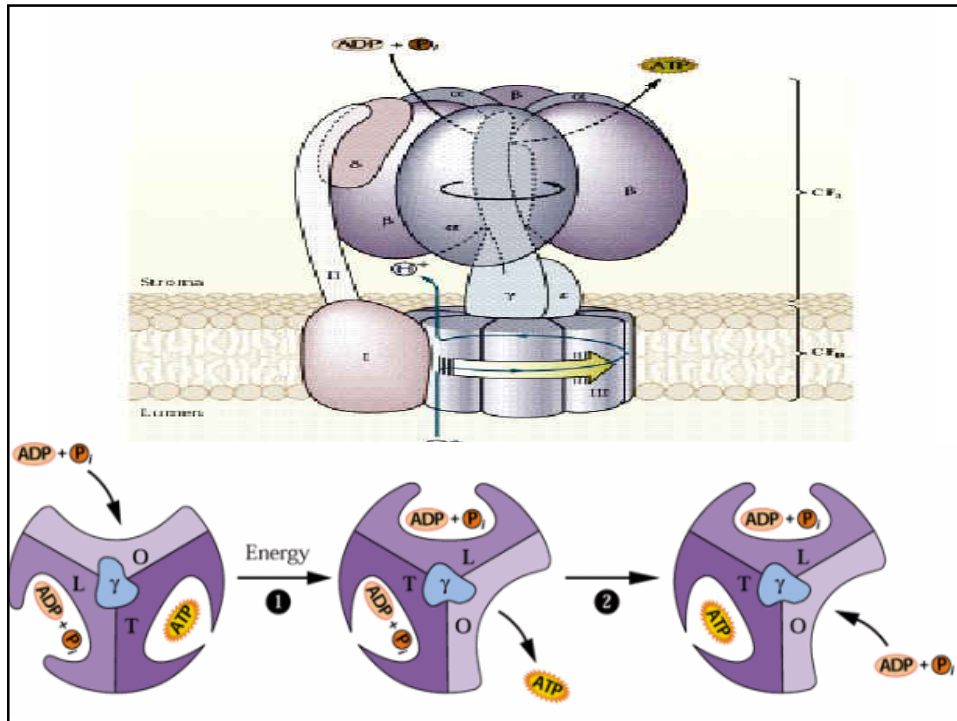
Photosystem II



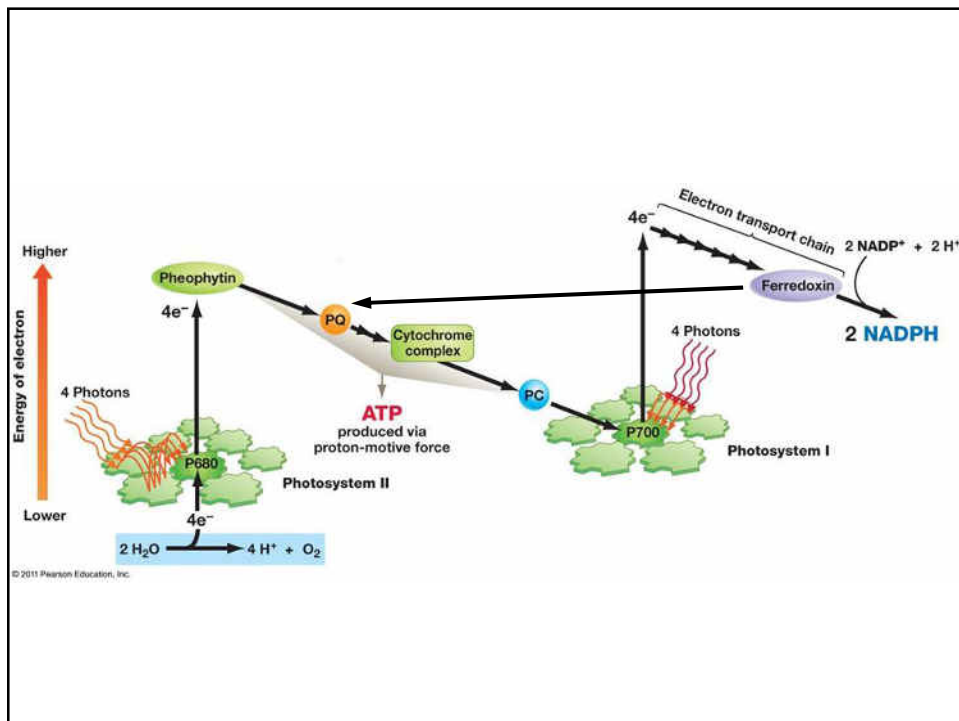
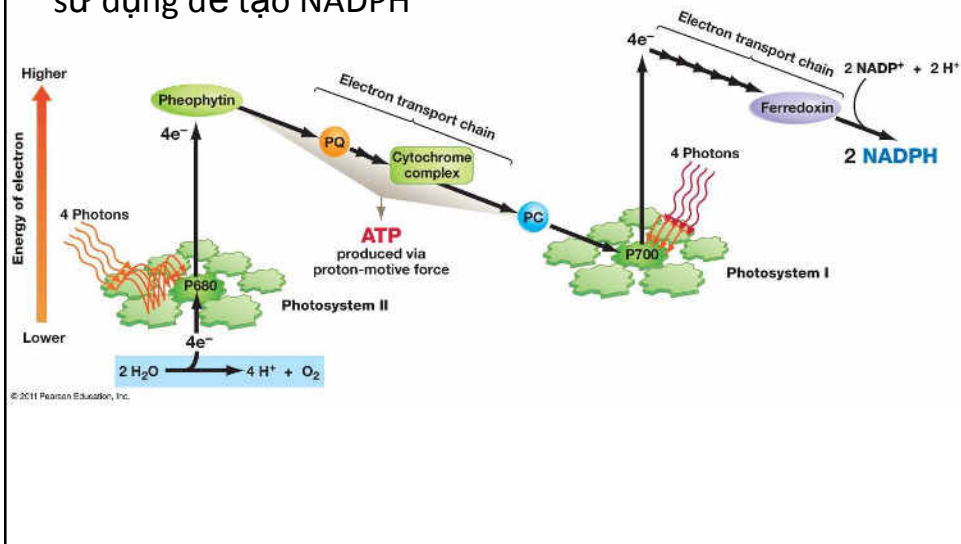
Photosystem II

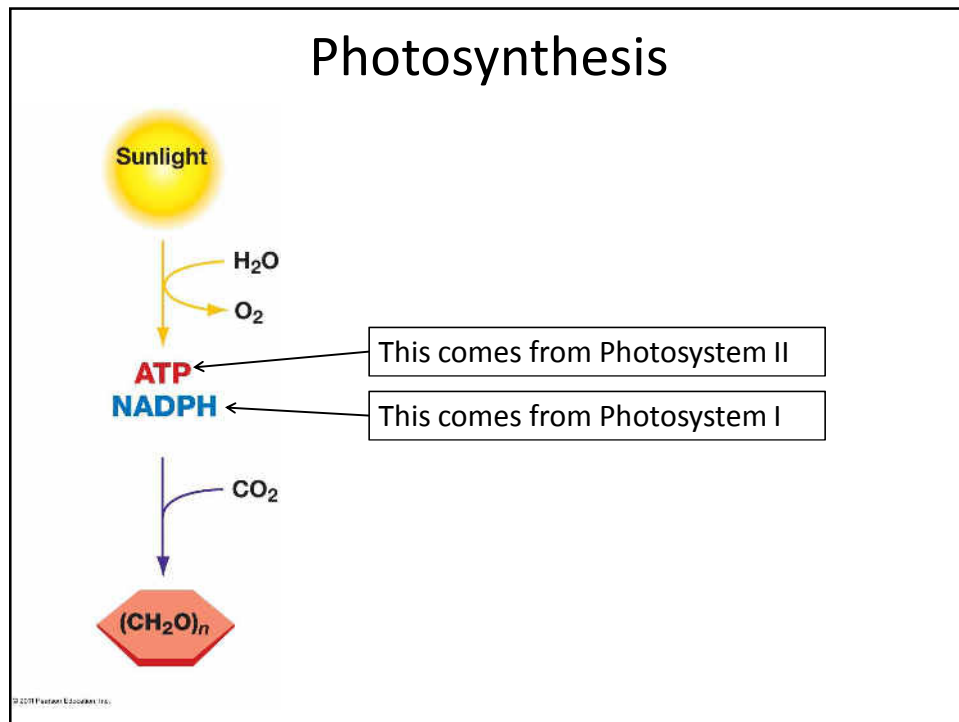
ETC (chuỗi truyền điện tử) trong PSII sẽ bơm protons vào trong thylakoid lumen tạo nên 1 khuynh độ điện hóa giữa bên trong và bên ngoài màng thylakoid





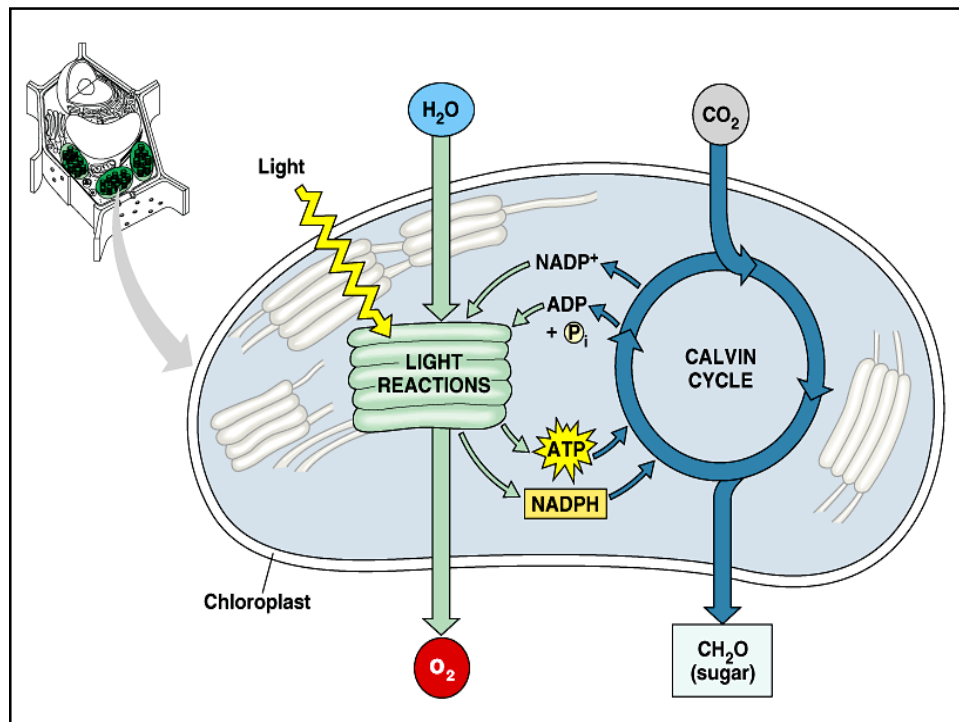
Plastocyanin (PQ) chuyển e- từ PSII đến PSI, ở đó e- được sử dụng để tạo NADPH



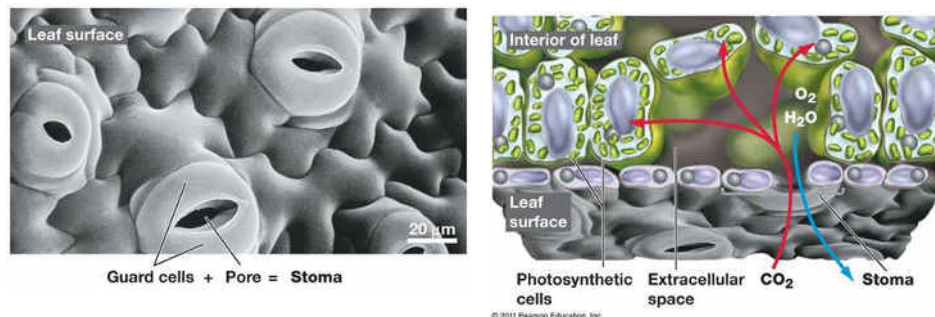


QUANG HỢP: PHA TỐI (CHU TRÌNH Calvin)

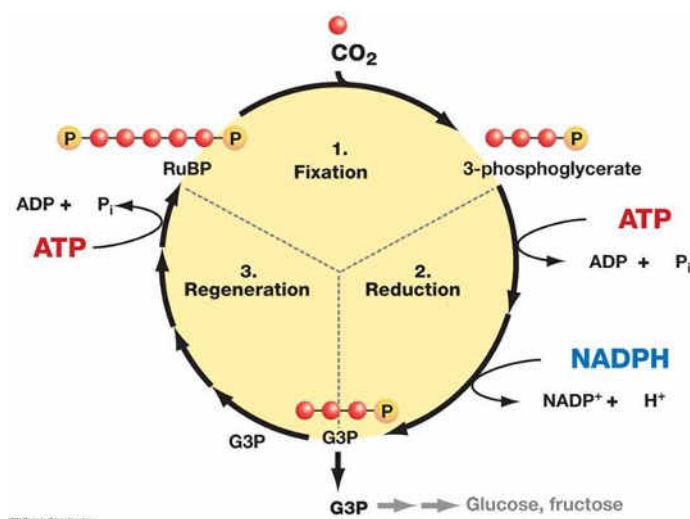
March 27th, 2013



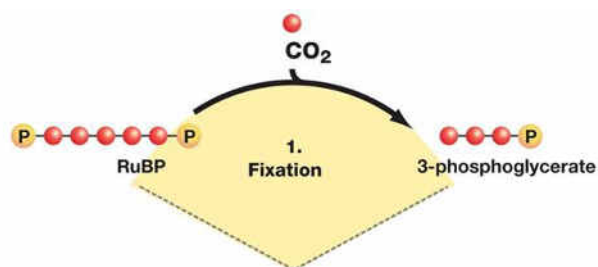
Where do plants get the Carbon-dioxide?



Calvin Cycle



1. Giai đoạn 1: CỐ ĐỊNH CO_2



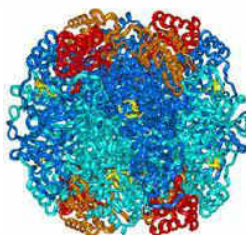
Sản phẩm của quá trình cố định CO₂ là 1 hợp chất có 3 C.

C₃ plants:

RuBP + CO₂

Rubisco

**two 3-phosphoglycerate
(3-carbon sugar)**



Việc cố định CO₂ ở thực vật C₃ được xúc tác bởi enzyme:
ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase

Rubisco thl u vaj (L8S8)

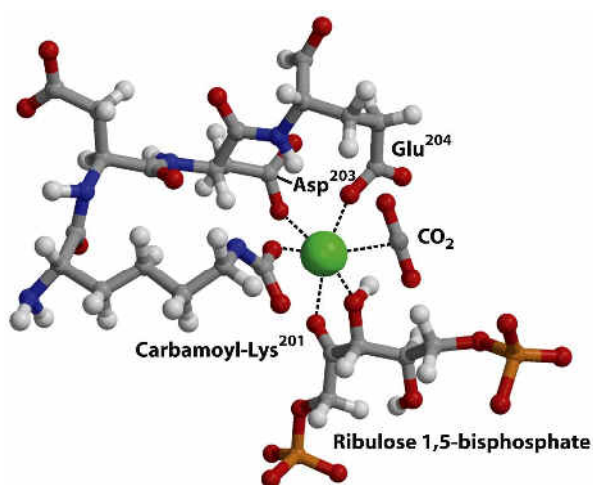
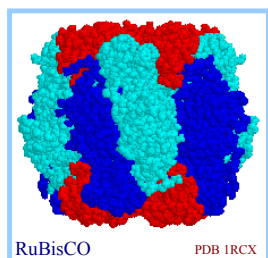
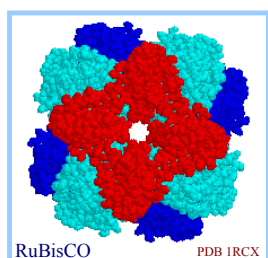
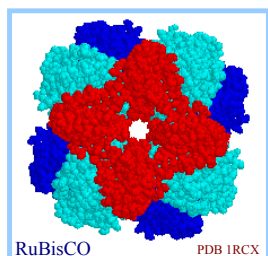


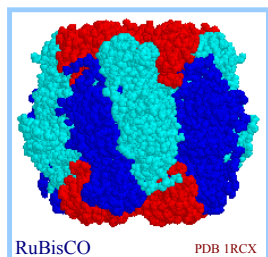
Figure 20-6
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

Rubisco thl u vaj (L8S8)



RuBisCO

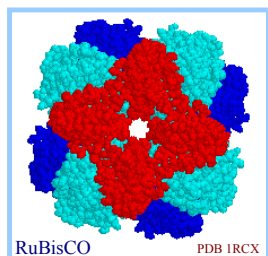
PDB 1RCX



RuBisCO

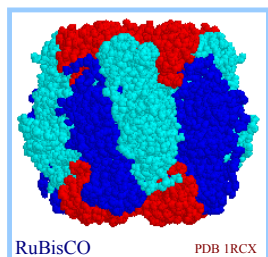
PDB 1RCX

Rubisco thl u vaj (L8S8)



RuBisCO

PDB 1RCX



RuBisCO

PDB 1RCX

Ở thực vật và vi khuẩn lam RubisCo gồm có:

□ 8 tiểu đơn vị lớn (phụ thuộc vào loài, khối lượng phân tử 51-58 kDa)

□ 8 tiểu đơn vị nhỏ giống hệt nhau (khối lượng phân tử 12-18 kDa)

Với 16 tiểu đơn vị, RubisCo là một trong những enzyme lớn nhất trong tự nhiên.

Ở thực vật tiểu đơn vị lớn được mã hóa bởi AND lục lạp, và tiểu đơn vị nhỏ được mã hóa bởi ADN của nhân. Mỗi tiểu đơn vị lớn chứa một trung tâm xúc tác. Chức năng của tiểu đơn vị nhỏ chưa được hiểu biết đầy đủ. Người ta cho rằng mục đích của tiểu đơn vị nhỏ là nhằm ổn định phức hợp tám tiểu đơn vị lớn.

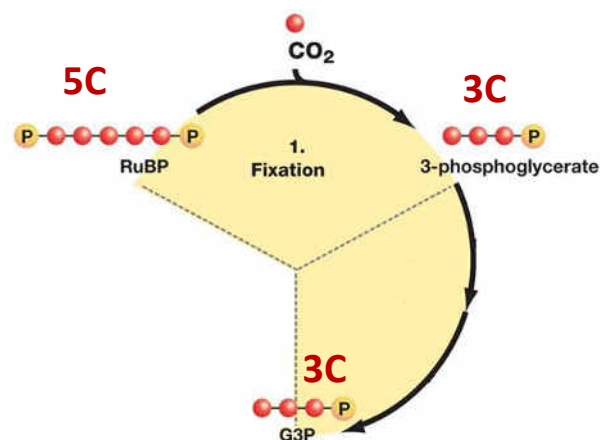
Ribulose biphosphate-carboxylase/oxygenase là enzyme duy nhất cho phép cố định CO₂ trong khí quyển đối với sự hình thành của sinh khối.

=> enzyme là một điều kiện tiên quyết cho sự tồn tại của cuộc sống hiện tại trên trái đất.

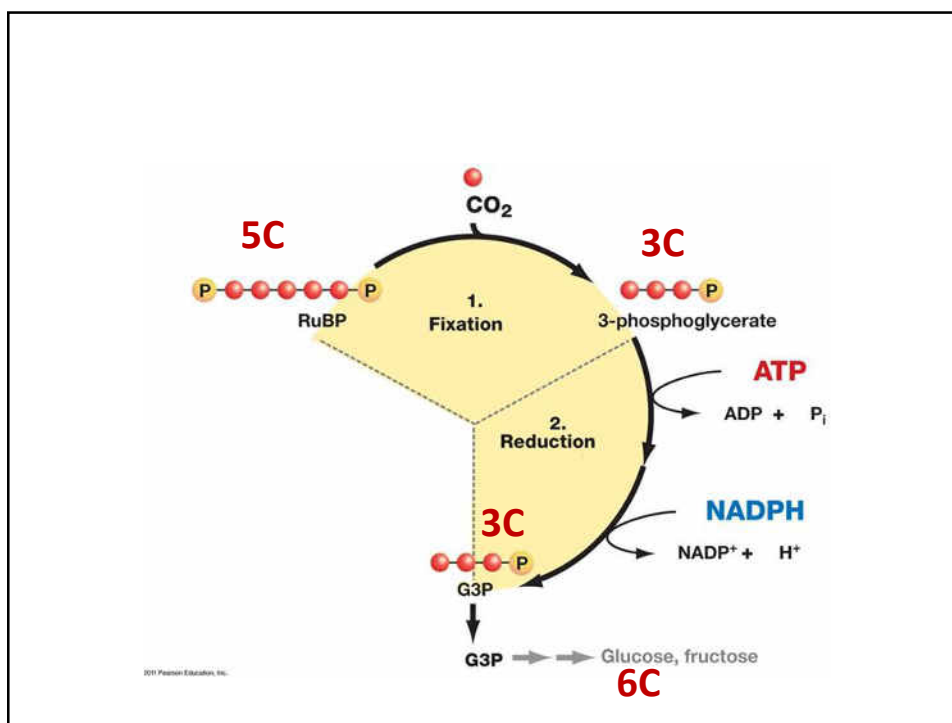
Các đặc điểm đặc biệt của Ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase

- ❑ RubisCo có thể chiếm tới 50% tổng số protein hòa tan trong lá.
- ❑ Sự phân phối rộng rãi của thực vật làm cho RubisCo là một protein phong phú nhất trên trái đất.

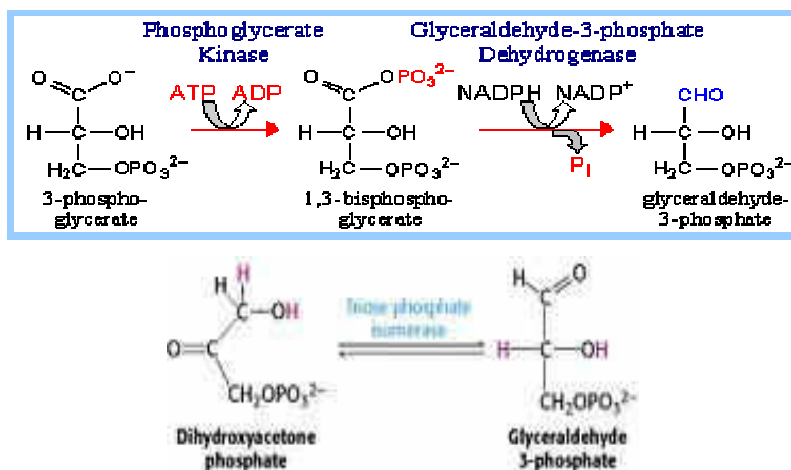
2. Giai đoạn 2: KHỬ

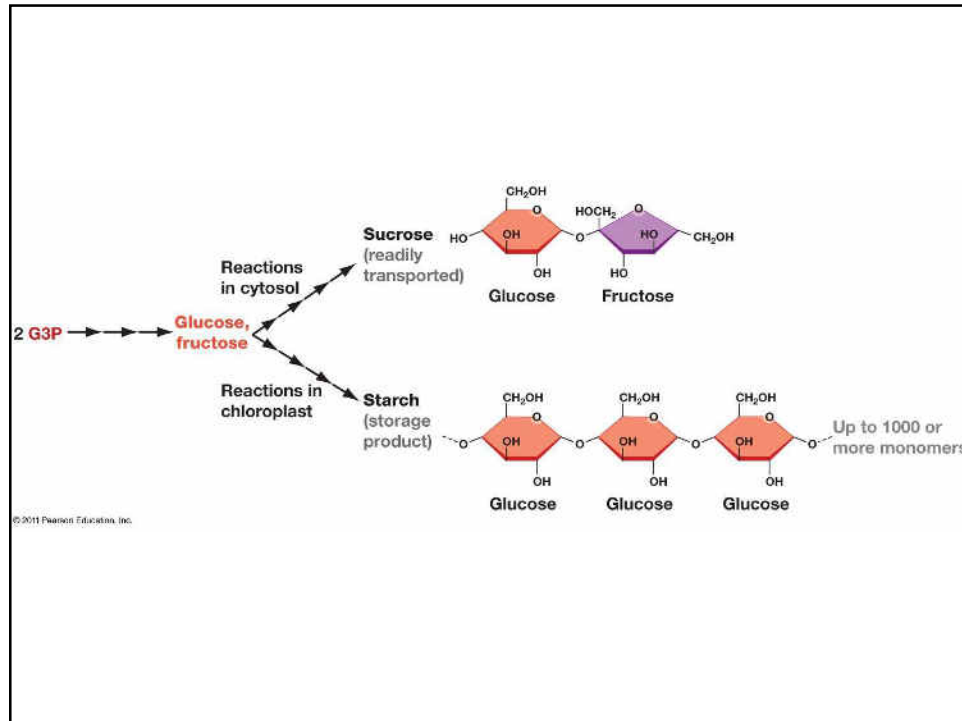


© 2011 Pearson Education, Inc.

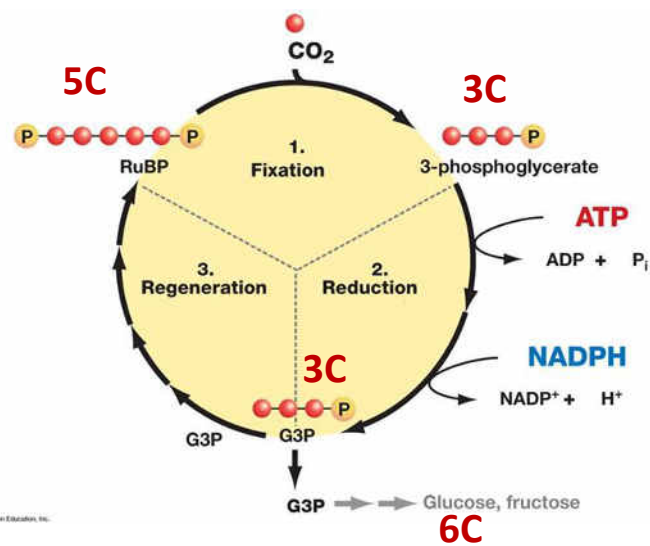


2- Sự khử 3-phosphoglycerate tạo ra triose phosphate

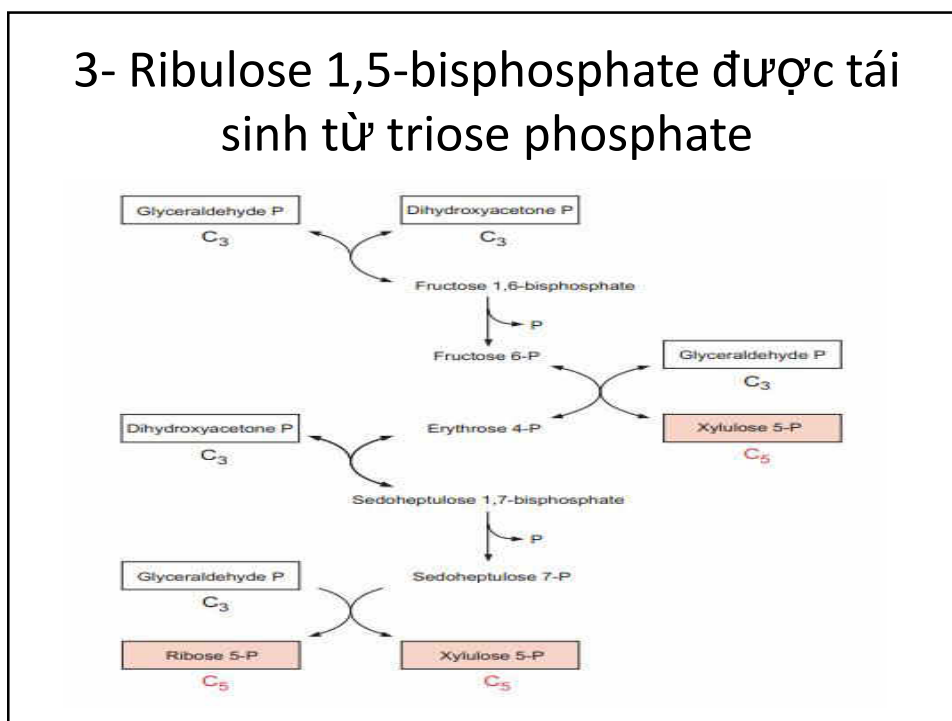




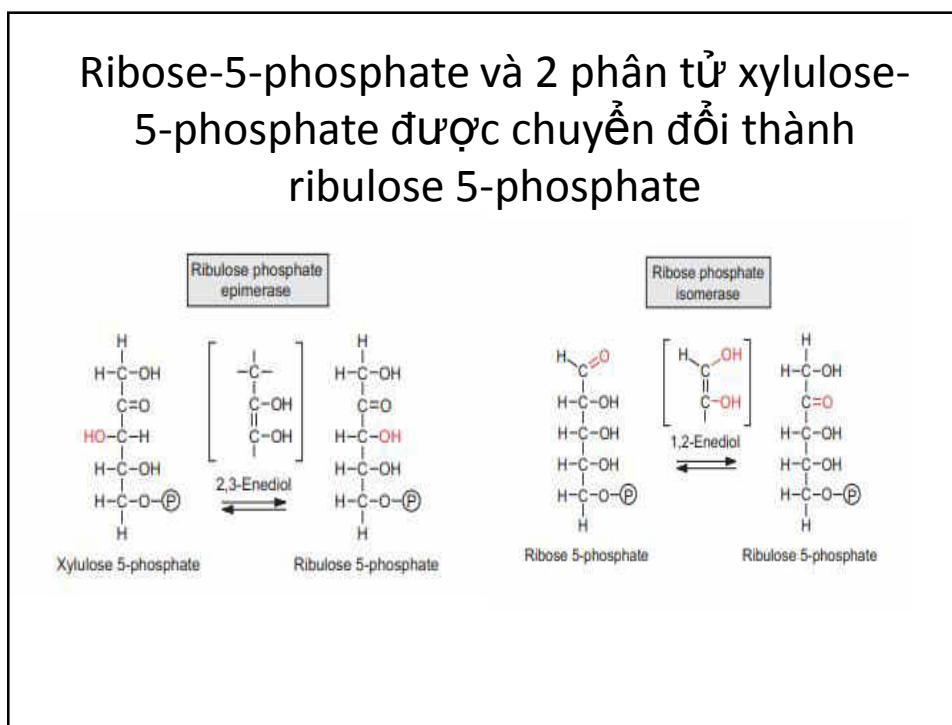
3. Giai đoạn 3: TÁI TẠO RuBP



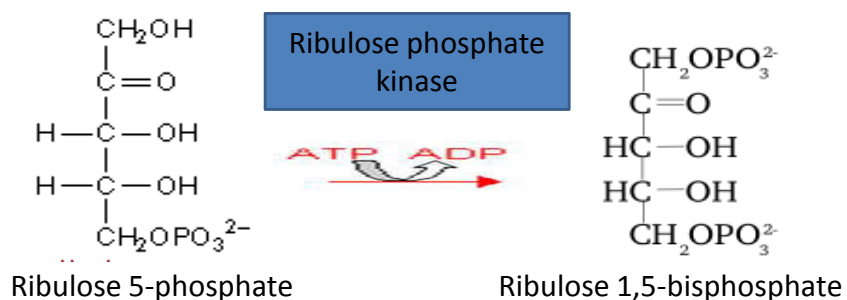
3- Ribulose 1,5-bisphosphate được tái sinh từ triose phosphate



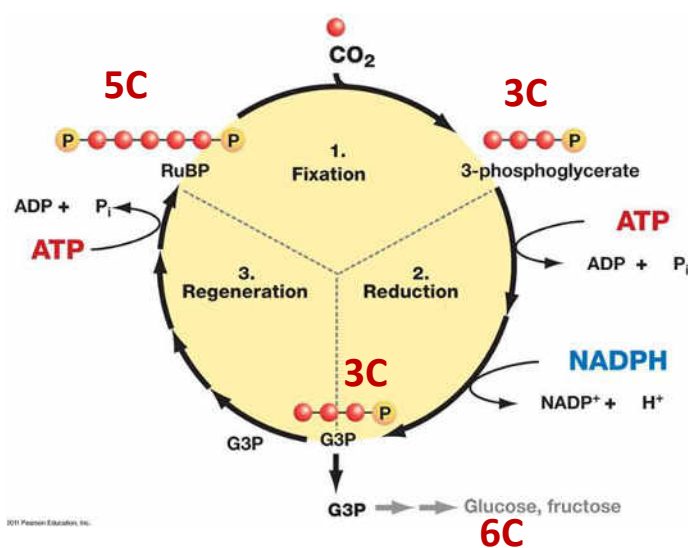
Ribose-5-phosphate và 2 phân tử xylulose-5-phosphate được chuyển đổi thành ribulose 5-phosphate



3 phân tử ribulose 5-phosphate bị phosphoryl hóa với 3 phân tử ATP tạo thành 3 phân tử ribulose 1,5-bisphosphate



How many CO₂ must be reduced to make 1 Glucose?

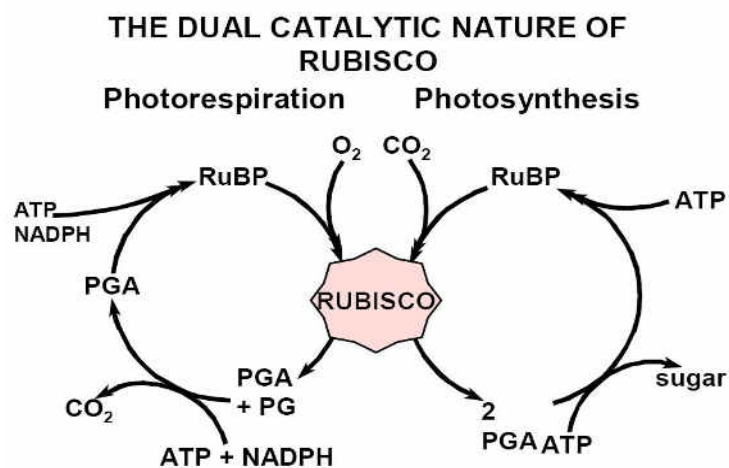


Chi phí năng lượng cho sự cố định một phân tử CO_2

Sự cố định 1 phân tử CO_2 cần:

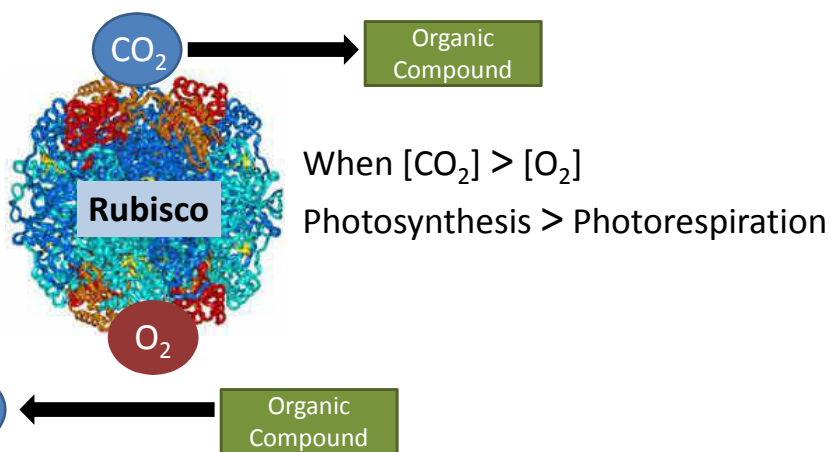
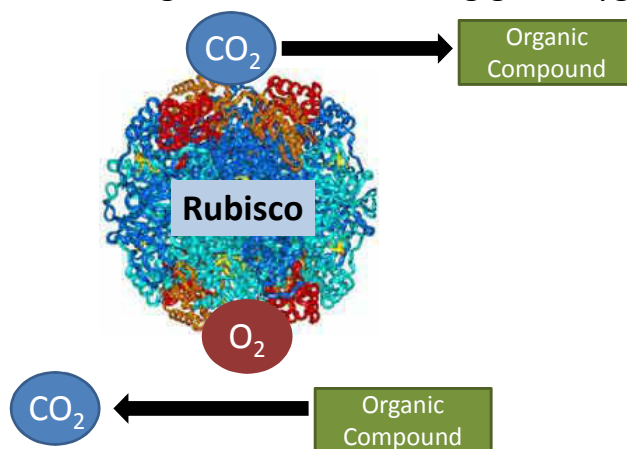
- 2 phân tử NADPH
- 3 phân tử ATP

III-Quang hô hấp và chu trình C4



Rubisco

- **Rubisco khử** carbon
- Vị trí hoạt hóa cũng là vị trí có khả năng gắn Oxygen

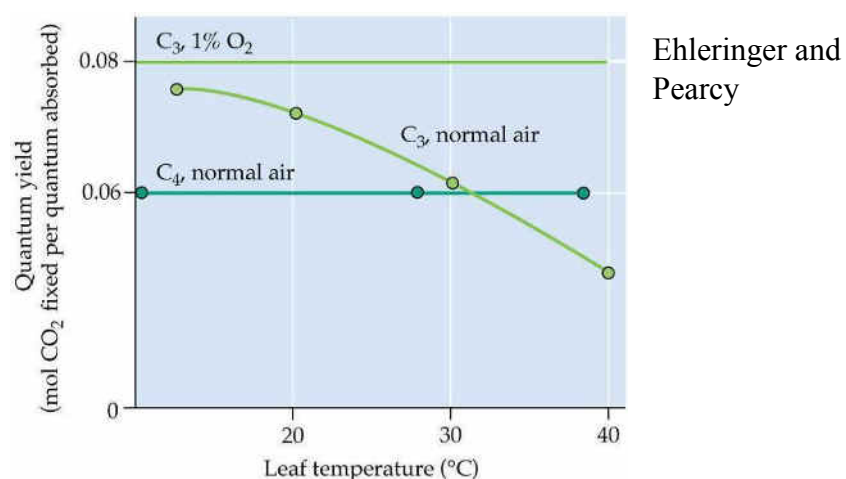


When $[\text{O}_2] > [\text{CO}_2]$
Photorespiration > Photosynthesis

Chức năng sinh học của quang hô hấp

Quang hô hấp có hại cho thực vật	Quang hô hấp có lợi cho thực vật
<p>Quang hô hấp cao hơn hô hấp ti thể 3-4 lần</p> <p>➡ Giảm đáng kể sự đồng hóa carbon</p>	<p>Tỉ lệ O_2 cao nguy hiểm cho các mô, vì oxygen phân tử dễ dàng nhận một e để tạo ra superoxyd ($O-O^{\cdot -}$) rất hoạt động làm xáo trộn sự biến dưỡng.</p> <p>➡ Quang hô hấp duy trì nồng độ O_2 trong diệp lục dưới ngưỡng tới hạn.</p> <p>Dưới điều kiện chiếu sáng mạnh và nồng độ CO_2 thấp</p> <p>➡ Quang hô hấp cần thiết để tiêu thụ bớt các hợp chất cao năng (ATP, NADPH) được tạo ra trong phản ứng sáng, tránh bớt sự tổn hại cho bộ máy quang hợp,</p>

Quang hợp ở cây C_3 thì kém hiệu quả ở nhiệt độ cao

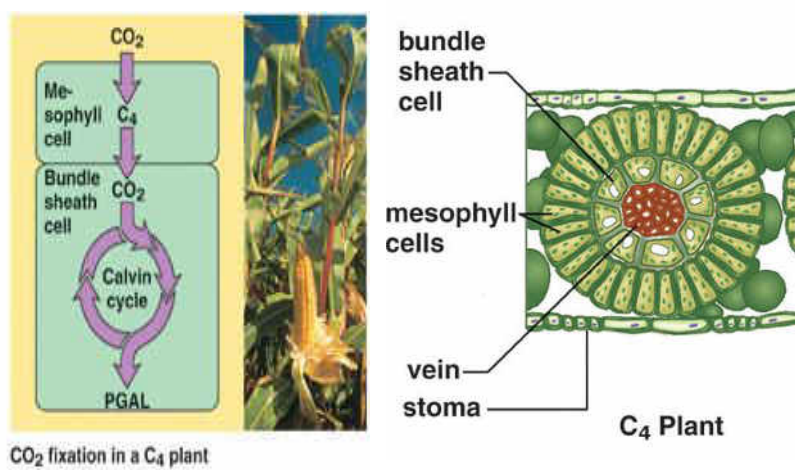


Cách tránh quang hô hấp ở thực vật

Hai kiểu thích nghi tránh quang hô hấp có phát triển các cơ chế che tránh quang hô hấp là thực vật C₄ và CAM.



Chu trình C₄

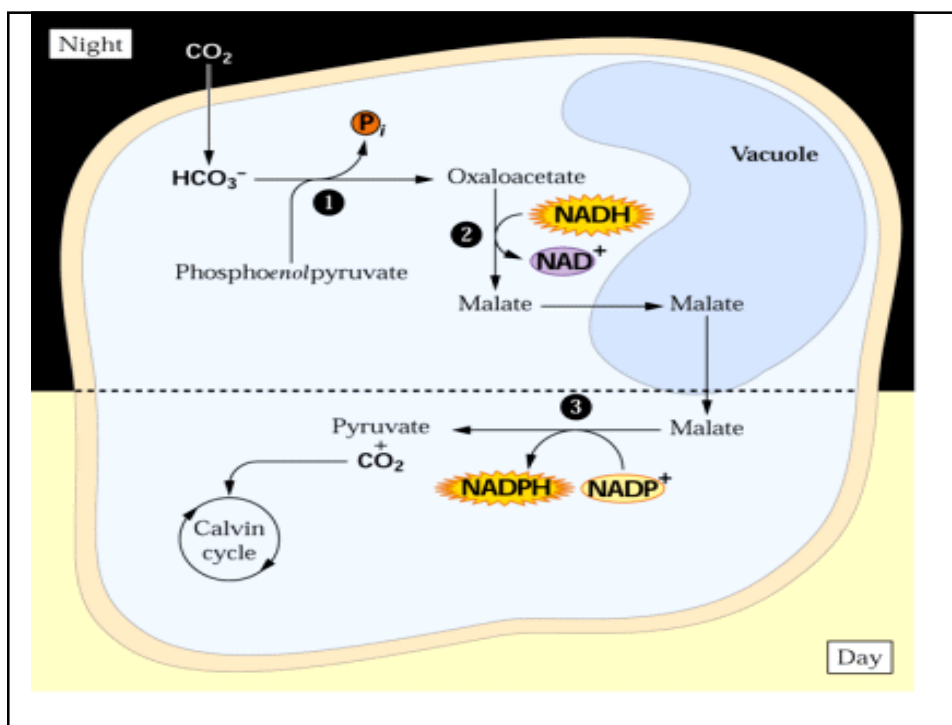


Chu trình CAM

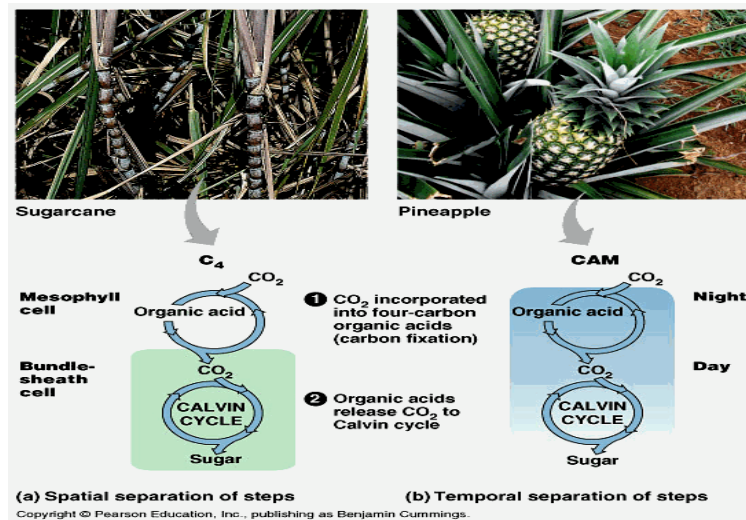


Để hạn chế mất hơi nước trong quá trình quang hợp, chúng mở khí khẩu vào ban đêm khi độ ẩm không khí cao. Thông qua các khí khổng mở vào ban đêm, CO_2 được cố định trong tối để cho ra các hợp chất C4 (acid oxaloacetic, acid malic) nhờ PEP carboxylase.

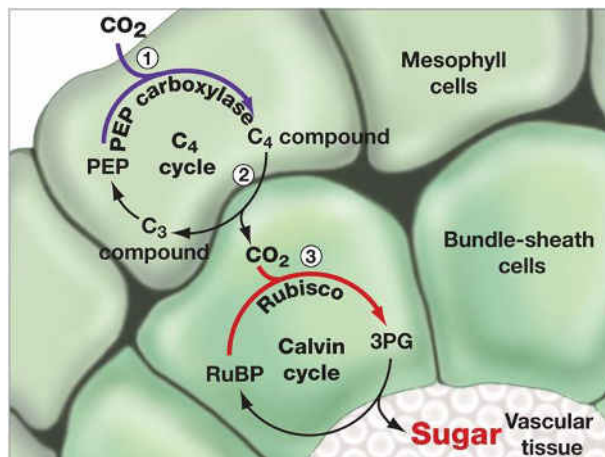
Các hợp chất C4 được tích trữ trong không bào cho tới sáng hôm sau. Khi đó các hợp chất C4 được khử carboxyl để phóng thích CO_2 cho RubisCO.



So sánh con đường của cây C₄ và CAM



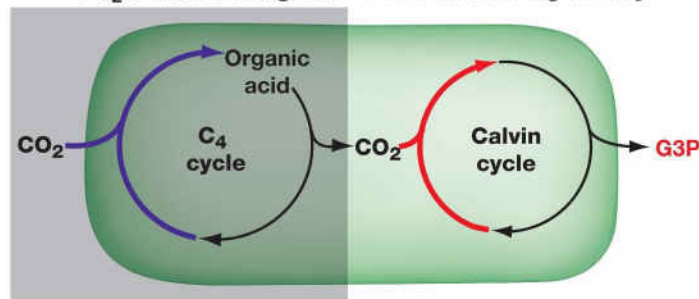
Sản phẩm cố định CO₂ có 4 C



Sản phẩm cố định CO₂ có 4 C



CO₂ is stored at night and used during the day.



© 2011 Pearson Education, Inc.