

บทที่ 3

การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis)

1

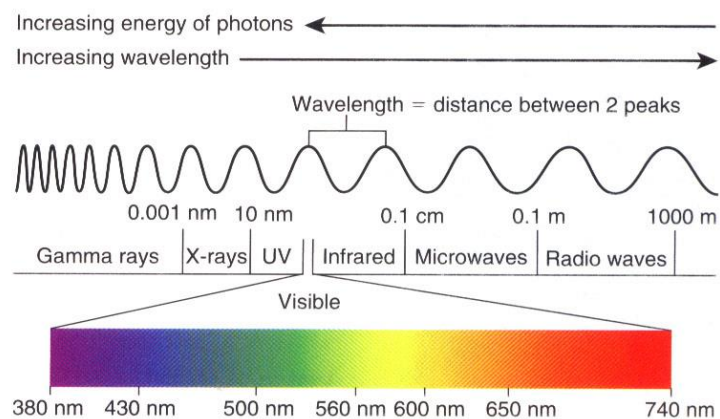
บทนำเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง (Introduction to Photosynthesis)

ความต้องการพลังงานและแหล่งคาร์บอนของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

Mode of Nutrition	Energy Source	Carbon Source	Examples of Organisms
AUTOTROPH			
Photoautotroph	Sunlight	CO ₂	Cyanobacteria; purple sulfur bacteria
Chemoautotroph	Inorganic chemicals (e.g., NH ₃ , H ₂ S, Fe ²⁺)	CO ₂	Certain proteobacteria; most archaea (e.g., methanogens, extreme halophiles)
HETEROTROPH			
Photoheterotroph	Sunlight	Organic compounds	Purple and green nonsulfur bacteria
Chemoheterotroph	Organic compounds	Organic compounds	Free-living decomposers; most bacterial pathogens

ภาพที่ 1 การแบ่งประเภทของรูปแบบการได้รับอาหารและพลังงานของสิ่งมีชีวิต

คุณสมบัติของแสง (light properties)

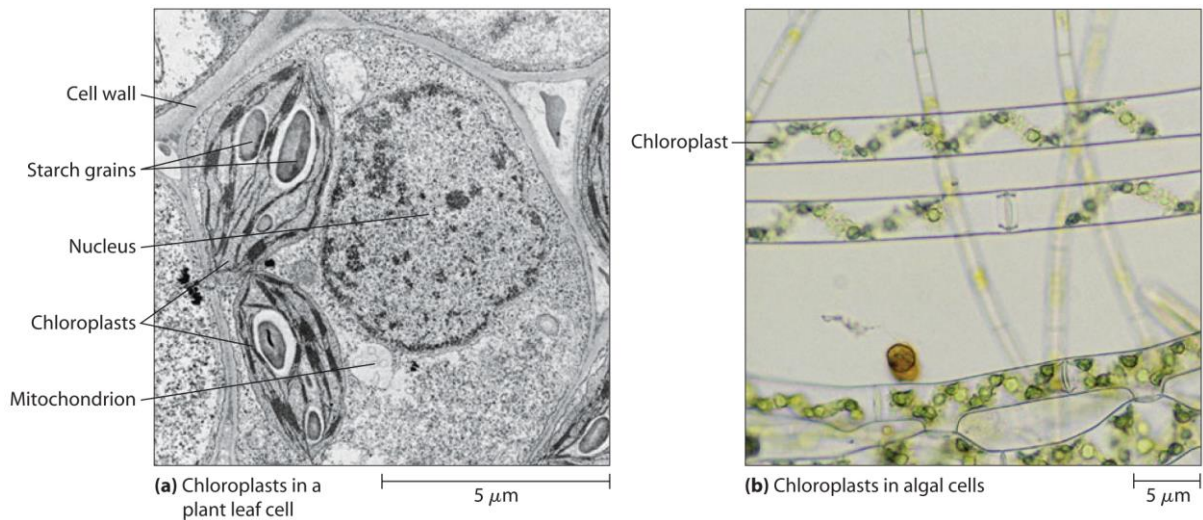


ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและพลังงานในคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและช่วงแสงที่เป็น visible light

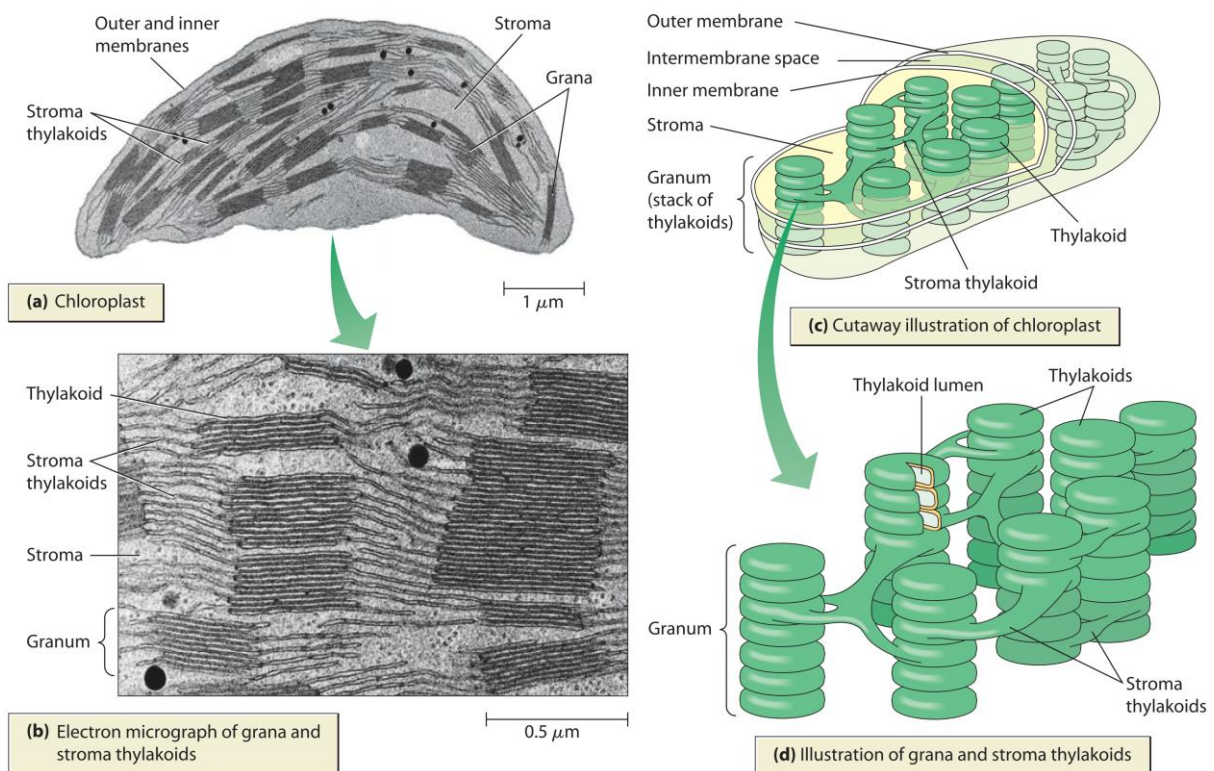
2

บริเวณที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

คลอโรพลาสต์



ภาพที่ 3 คลอโรพลาสต์ที่พบในพืช *Coleus* sp. และสาหร่าย *Spirogyra* sp.

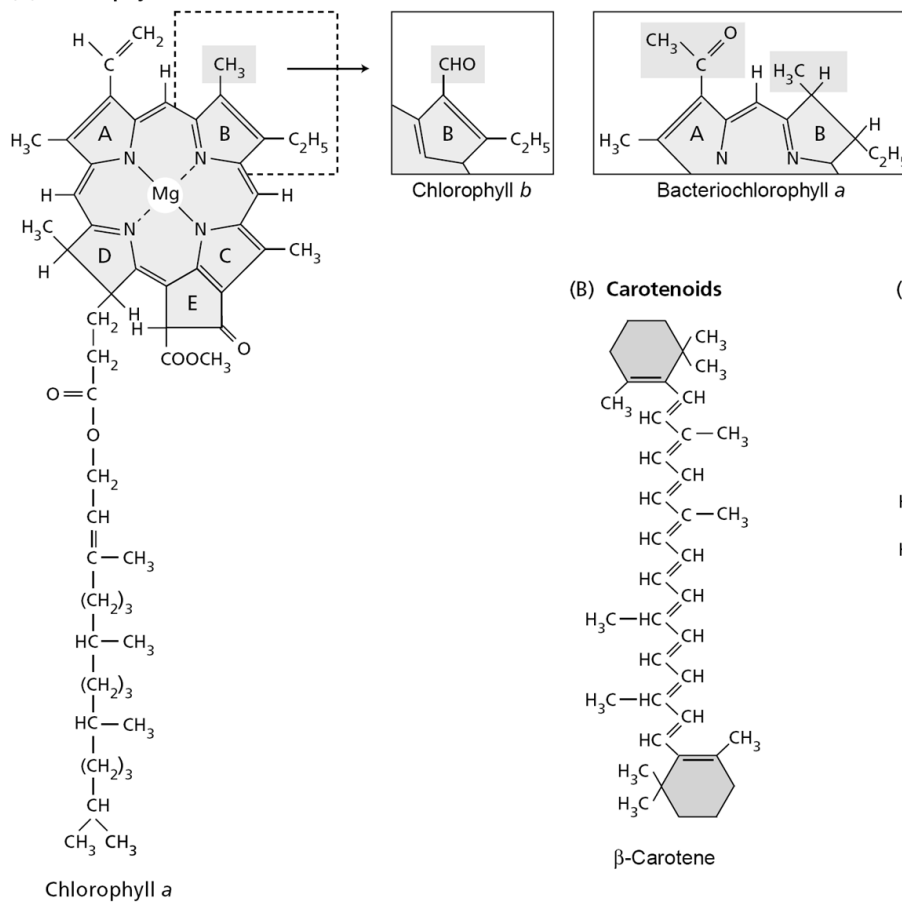


ภาพที่ 4 โครงสร้างของคลอโรพลาสต์

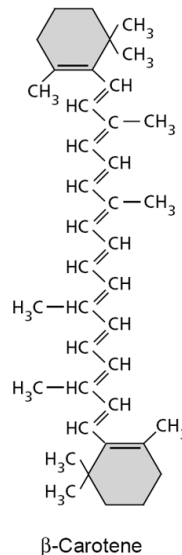
3 รงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthetic Pigment)

รงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบต่าง ๆ

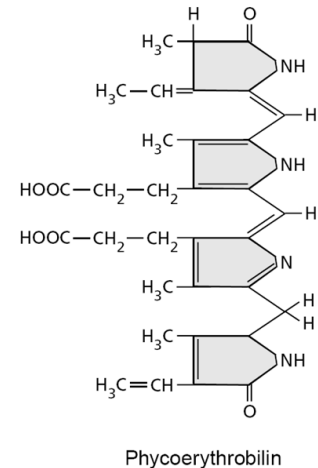
(A) Chlorophylls



(B) Carotenoids

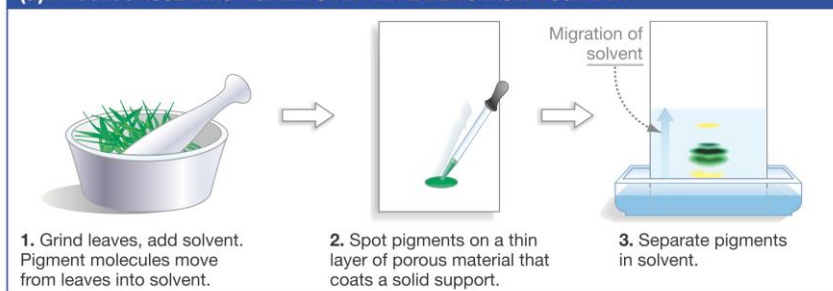


(C) Bilin pigments

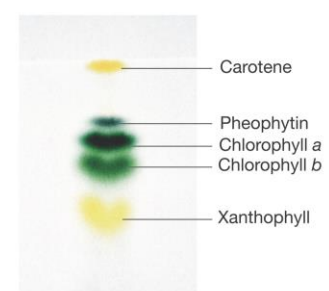


ภาพที่ 5 รงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงกลุ่มต่าง ๆ

(a) PROCESS: ISOLATING PIGMENTS VIA THIN LAYER CHROMATOGRAPHY



(b) A finished chromatograph

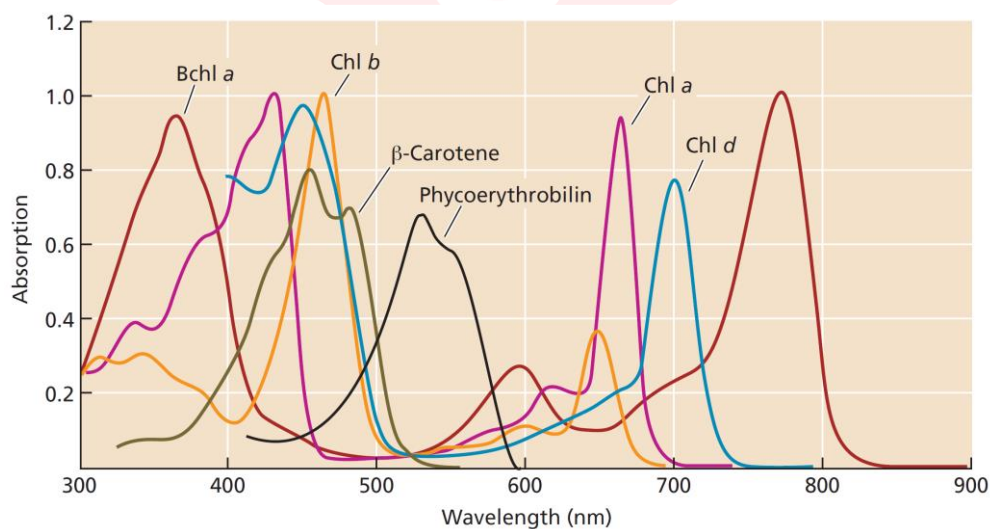


ภาพที่ 6 การทำ thin-layer chromatography เพื่อแยกชนิดของรงควัตถุต่าง ๆ ที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

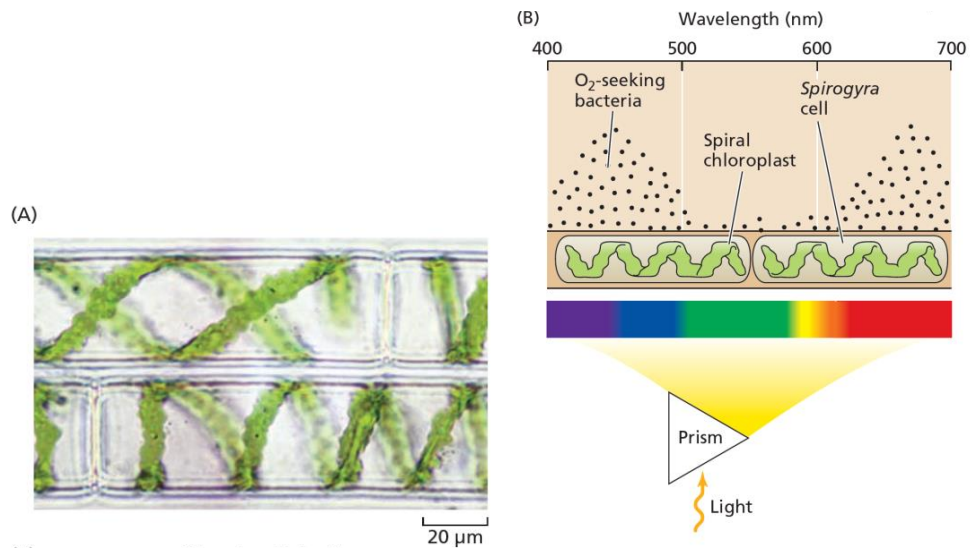
ตารางที่ 1 รงควัตถุที่พบในสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่างๆ ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

สิ่งมีชีวิต	คลอโรฟิลล์				Bacteriochlorophyll							แคโรทีนอยด์	รงควัตถุบิลิน
	a	b	c	d	a	b	c	d	e	g			
Eukaryote													
- มอส เฟิร์น และพืชมีเมล็ด	+	+	-	-								+	-
- สาหร่ายสีเขียว	+	+	-	-								+	-
- ยูกลีโนอิด (Euglenoid)	+	+	-	-								+	-
- ไดอะตอม (Diatom)	+	-	+	-								+	-
- Dinoflagellate	+	-	+	-								+	-
- สาหร่ายสีน้ำตาล	+	-	+	-								+	-
- สาหร่ายสีแดง	+	-	-	+								+	+
Prokaryote													
- Cyanobacteria	+	+	-	+								+	+
- Prochlorophyte	+	+	-	-								+	-
- Sulfur purple bacteria					+	+	-	-	-	-		+	-
- Nonsulfur purple bacteria					+	+	-	-	-	-		+	-
- Green bacteria					+	-	+	+	+	-		+	-
- Heliobacteria					-	-	-	-	-	+		+	-

Absorption spectrum และ action spectrum



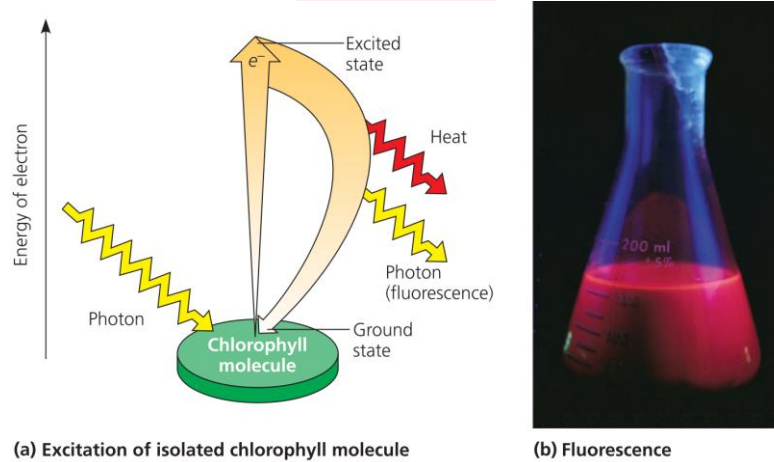
ภาพที่ 7 absorption spectrum



ภาพที่ 8 การทดลองของ T.W. Engelmann และ action spectrum

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์เมื่อถูกกระตุ้นด้วยพลังงานแสง

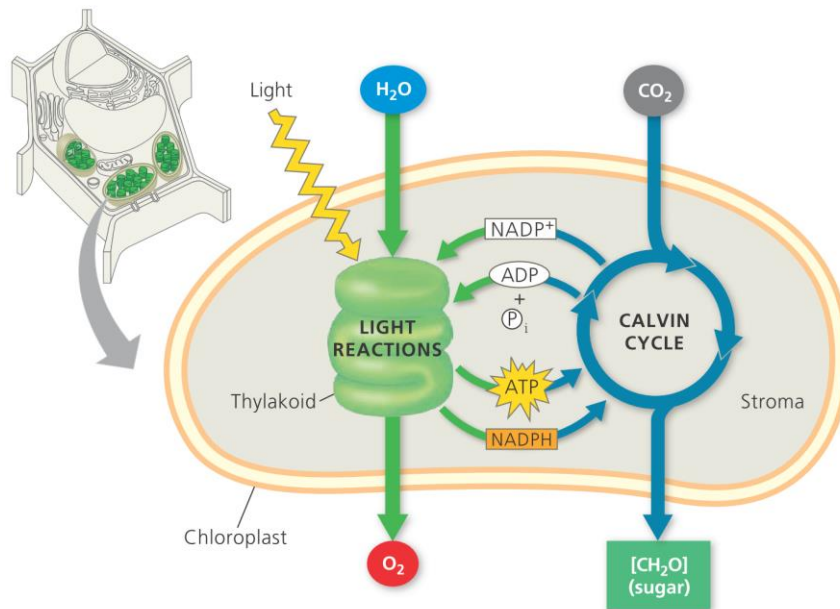
B I O O U I



ภาพที่ 9 การเกิด fluorescence ในคลอโรพลาสต์

4

ภาพรวมของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis: an Overview)

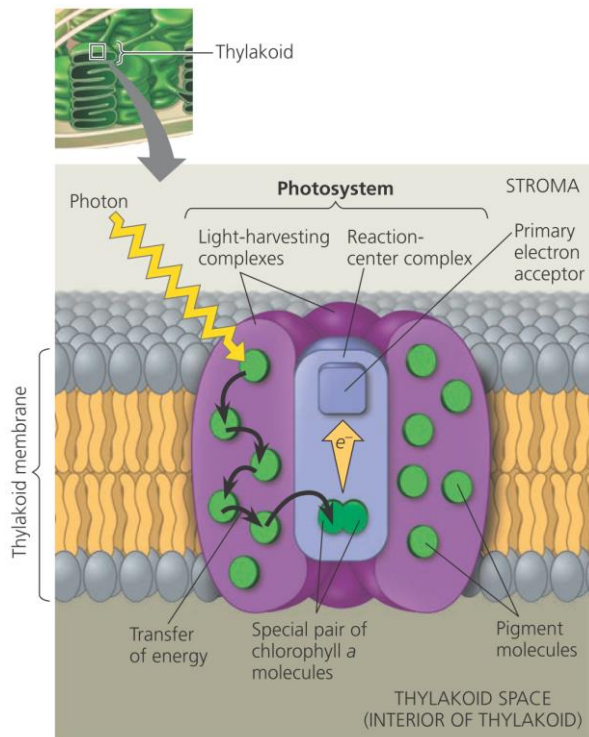


ภาพที่ 10 ภาพรวมของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

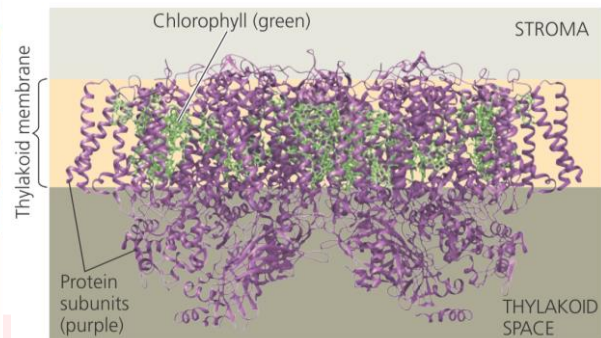
5

ปฏิกิริยาแสง (Light Reaction)

โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาแสง

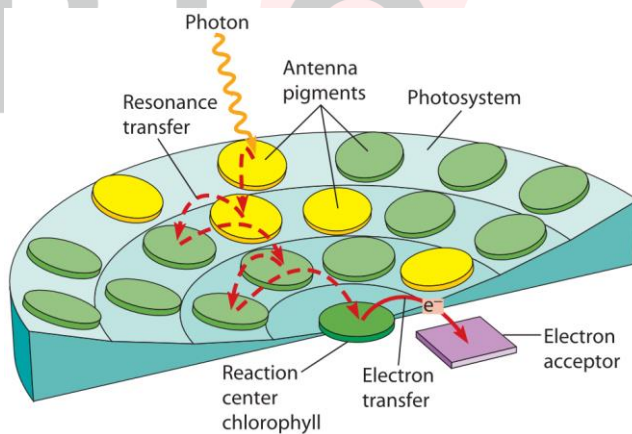


(a) How a photosystem harvests light. When a photon strikes a pigment molecule in a light-harvesting complex, the energy is passed from molecule to molecule until it reaches the reaction-center complex. Here, an excited electron from the special pair of chlorophyll *a* molecules is transferred to the primary electron acceptor.



(b) Structure of a photosystem. This computer model, based on X-ray crystallography, shows two photosystem complexes side by side. Chlorophyll molecules (bright green ball-and-stick models within the membrane; the tails are not shown) are interspersed with protein subunits (purple ribbons; notice the many α helices spanning the membrane). For simplicity, a photosystem will be shown as a single complex in the rest of the chapter.

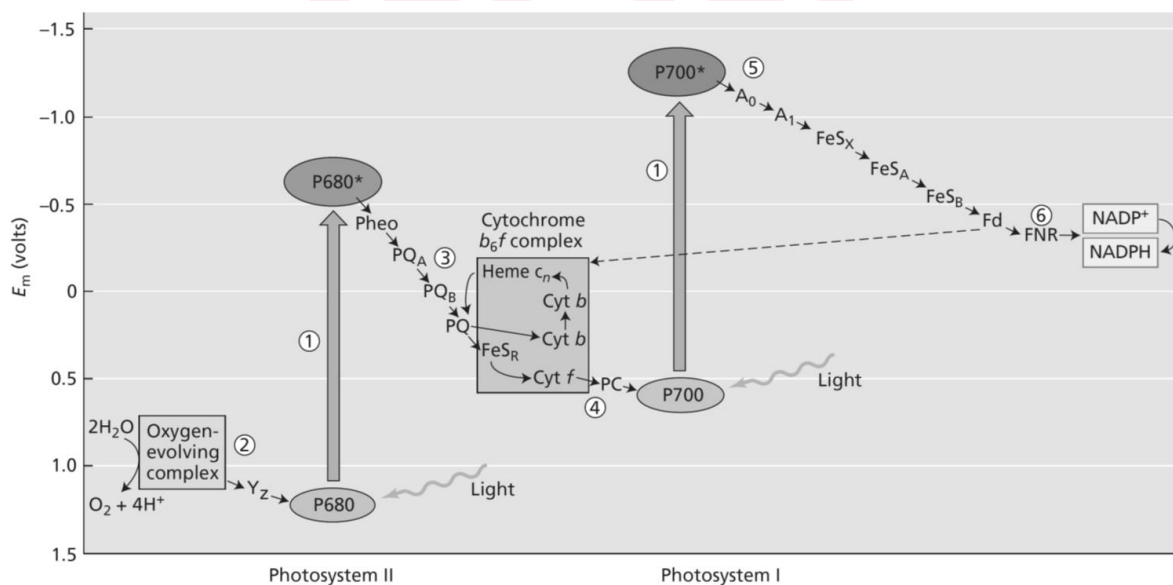
ภาพที่ 11 โครงสร้างและการทำงานของระบบแสง (photosystem)



ภาพที่ 12 การเกิด resonance energy transfer

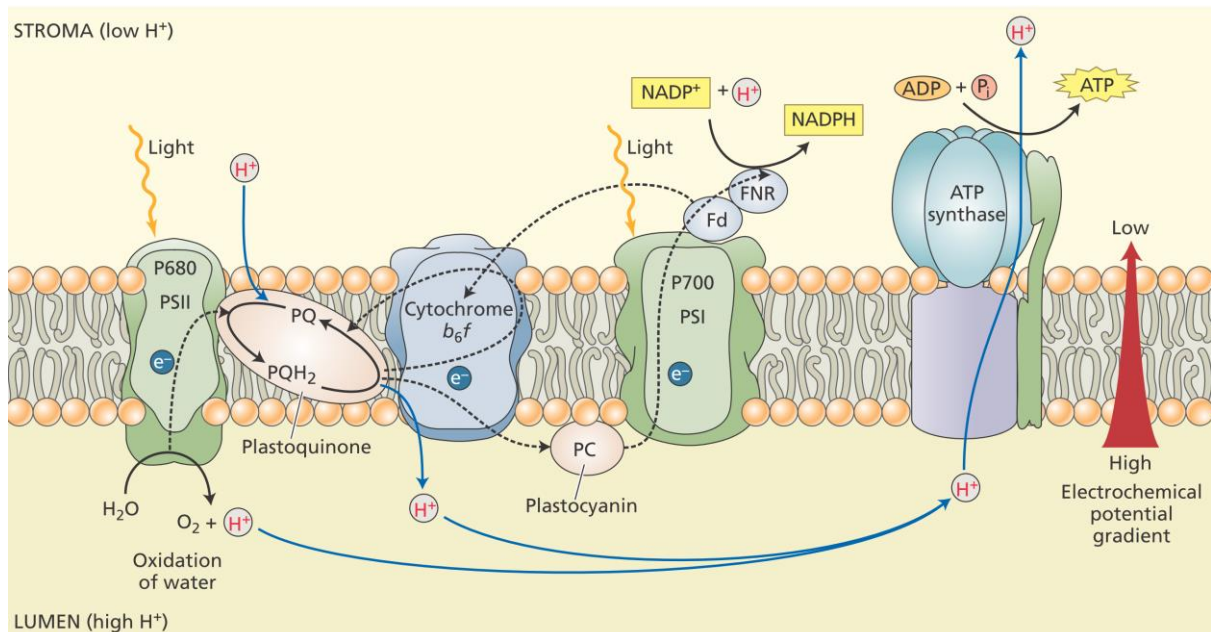
การถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสง

การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร

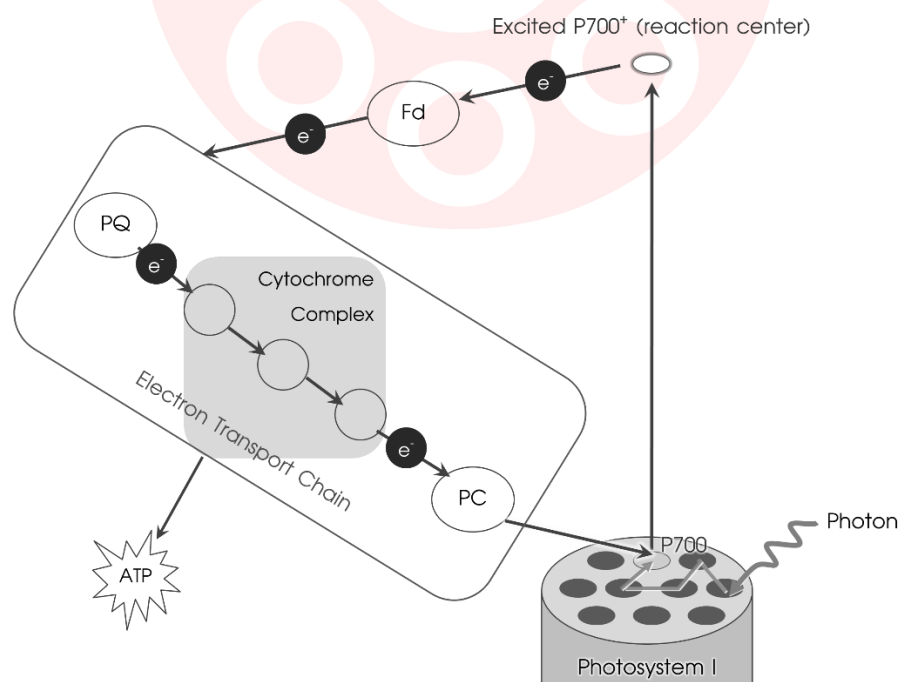


ภาพที่ 13 การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (noncyclic electron transfer)

การเกิด photophosphorylation



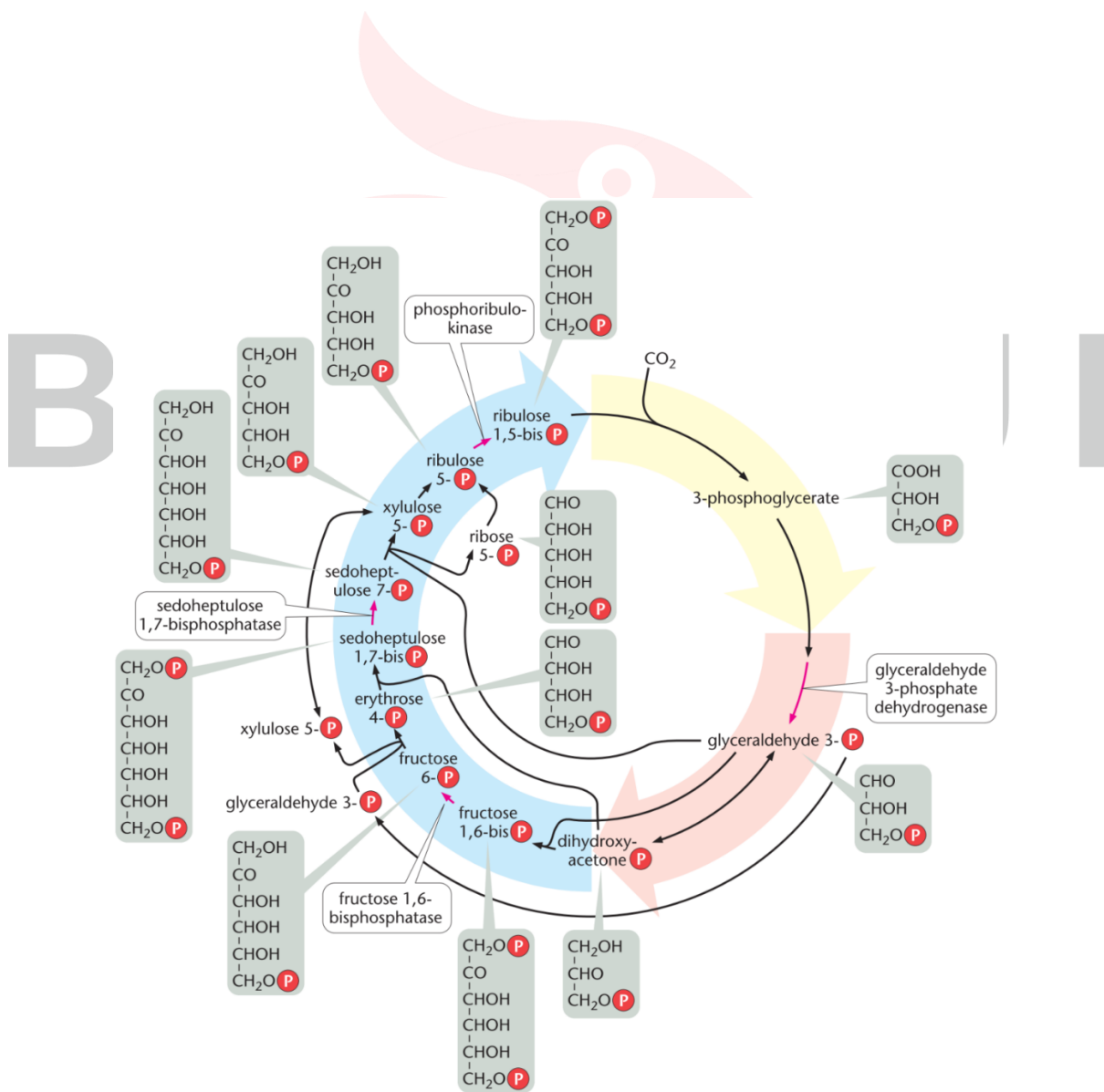
ภาพที่ 14 การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรอธิบายโดยใช้ chemiosmotic model (PQ คือ plastoquinone, Cyt คือ cytochrome, PC คือ plastocyanin, Fd คือ ferredoxin และ NADP Red. คือ NADP reductase)



ภาพที่ 15 การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer)

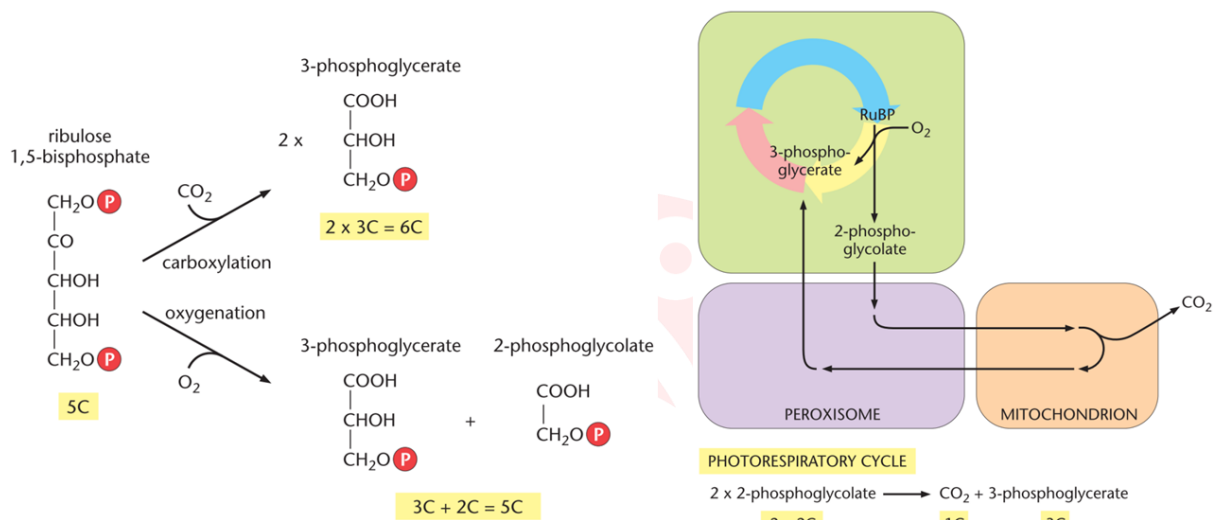
6 ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอน (Carbon Fixation)

วัฏจักรคัลวิน (Calvin cycle)

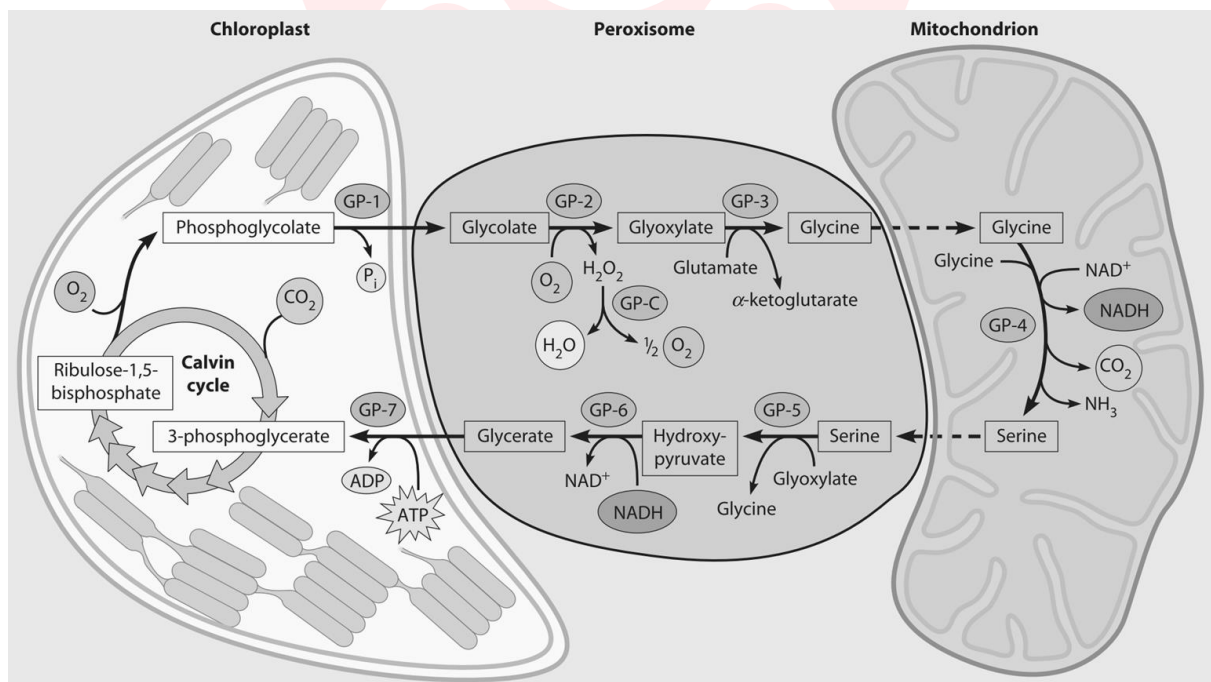


ภาพที่ 16 วัฏจักรคัลวิน

การหายใจแสง (photorespiration)



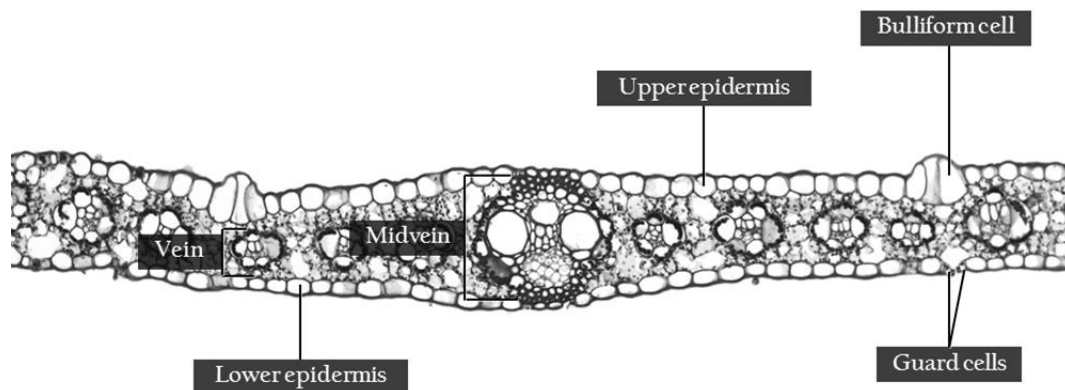
ภาพที่ 17 เอนไซม์ rubisco และการเกิดการหายใจแสง (photorespiration)



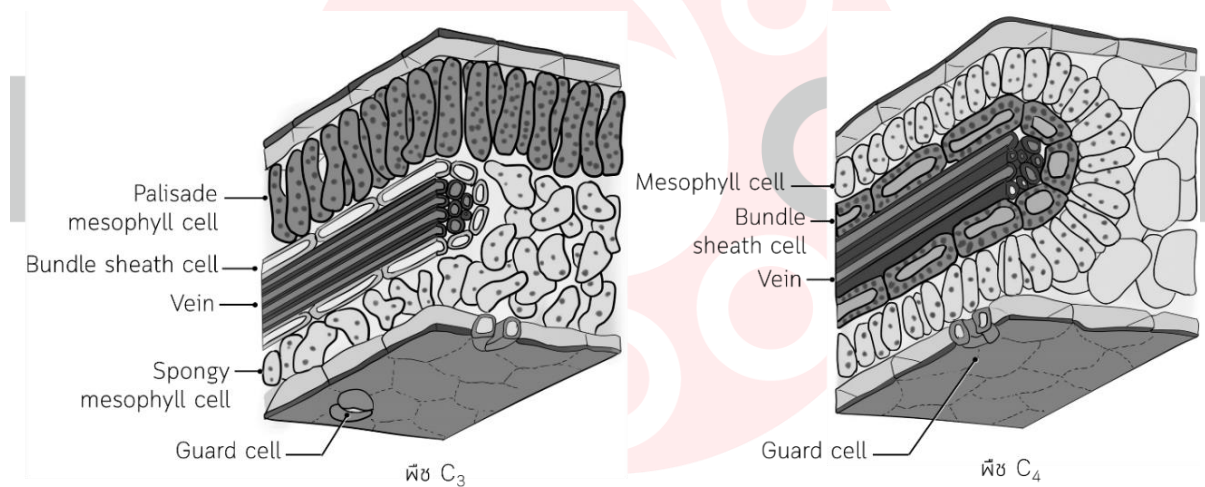
ภาพที่ 18 กลไกการเกิดการหายใจแสง (photorespiration)

การตรึงคาร์บอนของพืช C_4

โครงสร้างทางกายวิภาคของใบพืช C_4

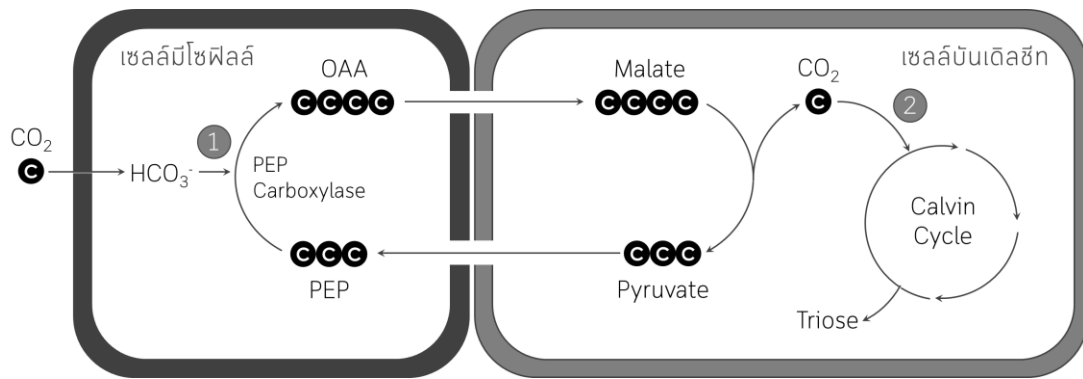


ภาพที่ 19 โครงสร้างแบบ Kranz anatomy ในใบข้าวโพด

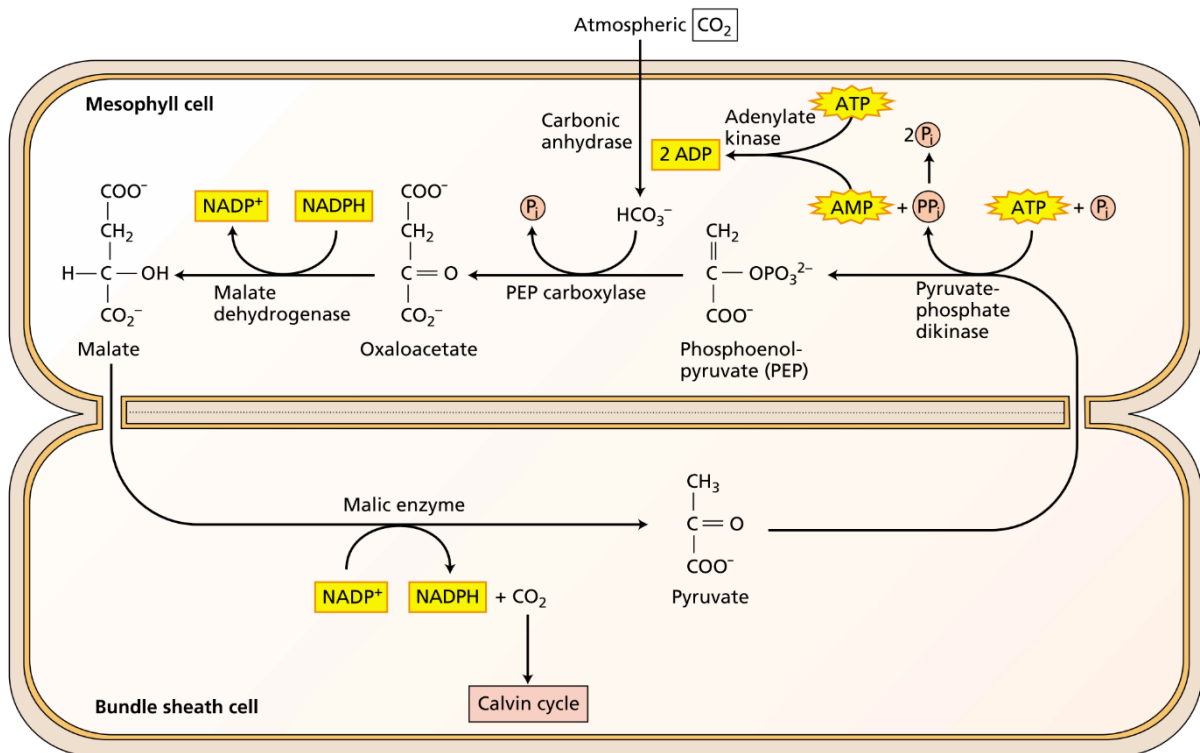


ภาพที่ 20 ความแตกต่างทางกายวิภาคของใบพืช C_3 และใบพืช C_4

กลไกการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4

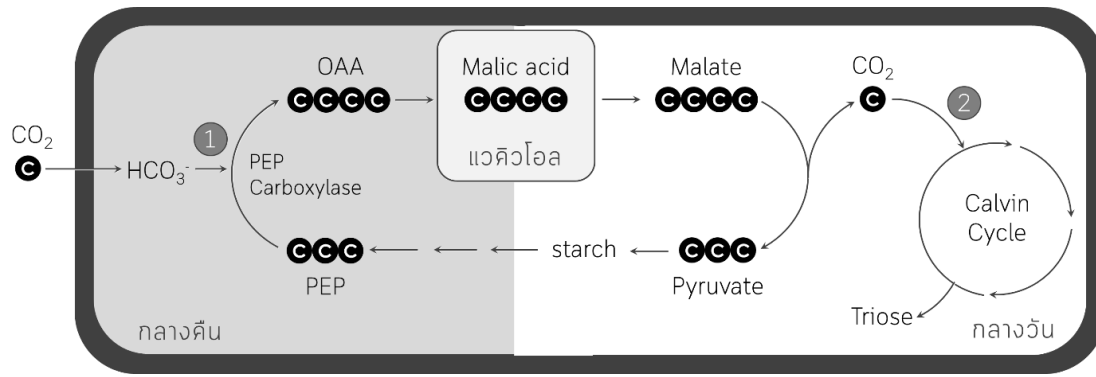


ภาพที่ 21 กลไกการตรึงคาร์บอนในพืช C₄

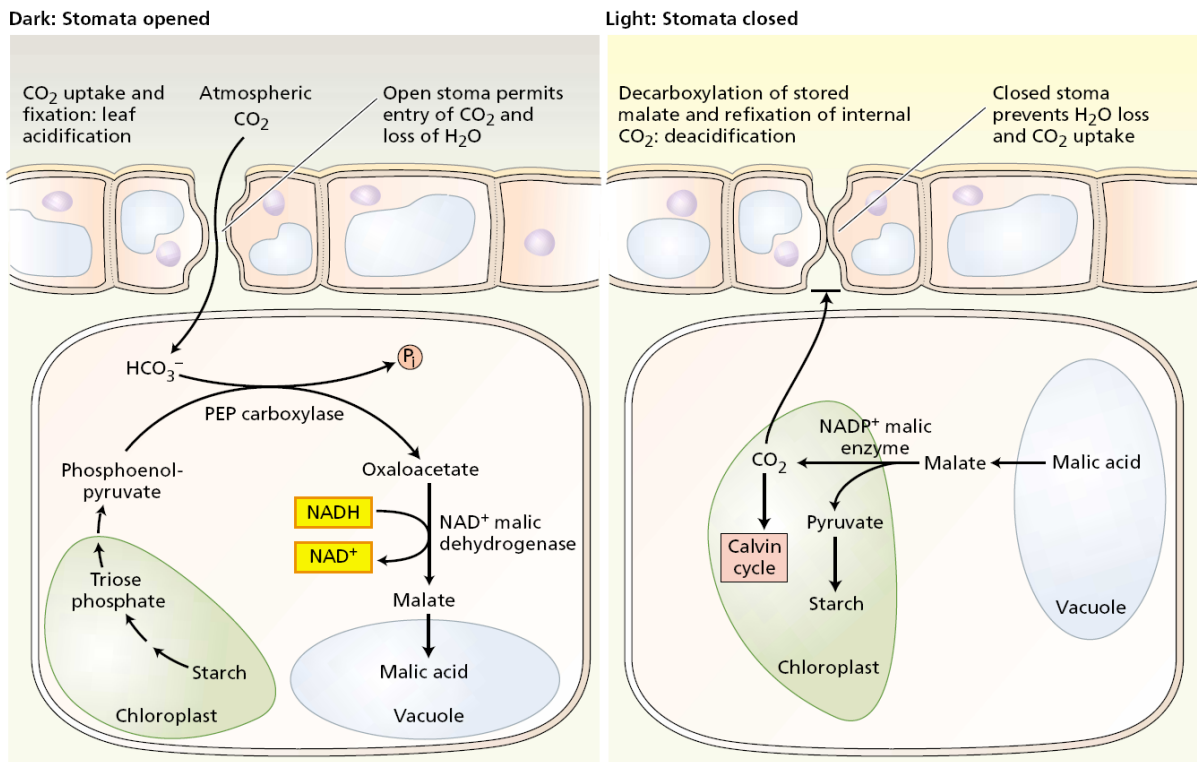


ภาพที่ 22 กลไกการตรึงคาร์บอนในพืช C₄

การตรึงคาร์บอนของพืช CAM

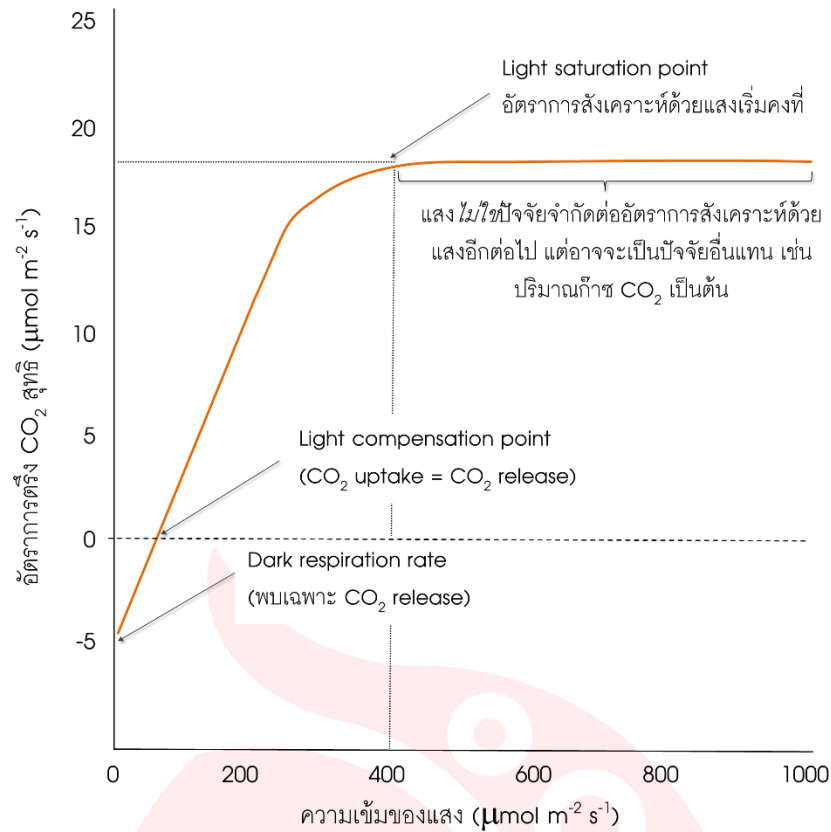


ภาพที่ 23 กลไกการตรึงคาร์บอนของพืช CAM

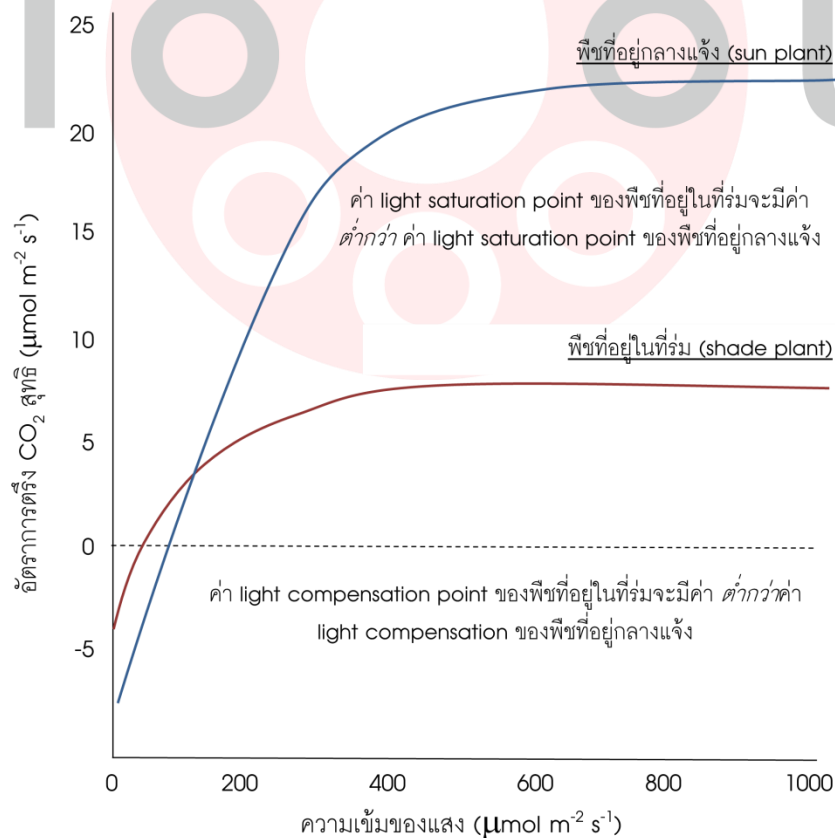


ภาพที่ 24 กลไกการตรึงคาร์บอนของพืช CAM

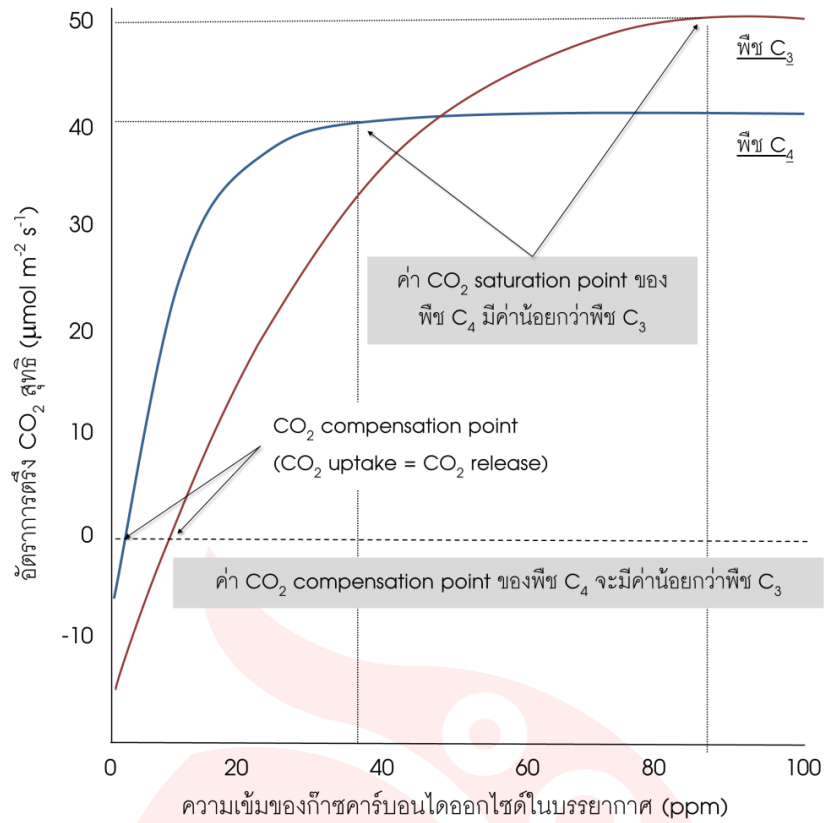
7 ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง



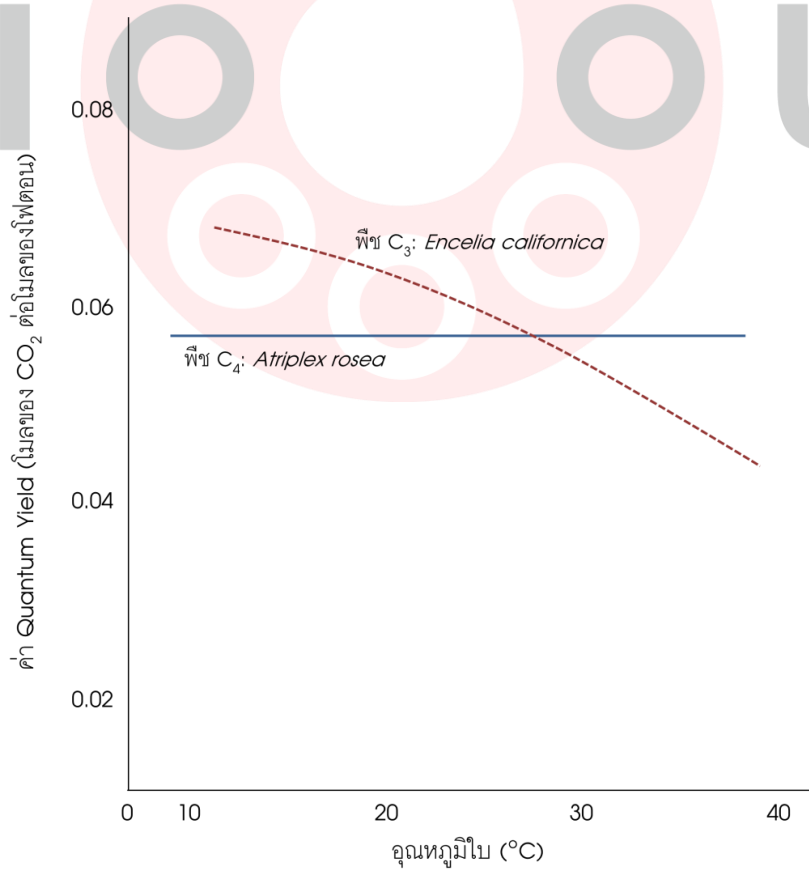
ภาพที่ 25 กราฟ light response curve



ภาพที่ 26 กราฟ light response curve เปรียบเทียบระหว่าง sun plant และ shade plant



ภาพที่ 27 CO₂ response curve เปรียบเทียบระหว่างพืช C₃ และพืช C₄



ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับพืช C₃ และพืช C₄