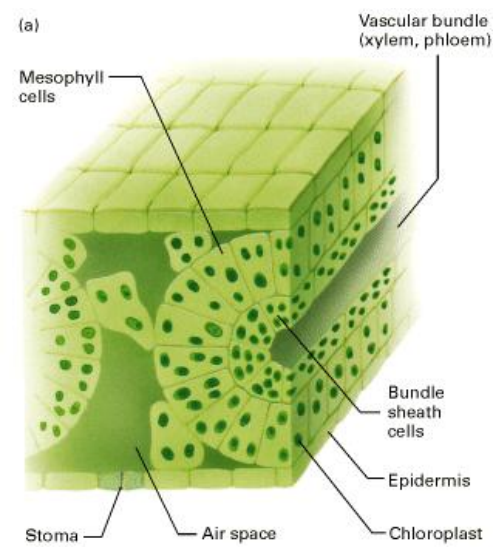


# ФОТОСИНТЕЗ



# План лекції

1. Етапи розвитку досліджень з фотосинтезу
2. Світлова та темнова стадії фотосинтезу, їх загальна характеристика
3. Роль пігментів у фотосинтезі
4. Фотосистеми II і I
5. Нециклічне і циклічне фотофосфорилування
6. C<sub>3</sub>-шлях фотосинтезу. Цикл М. Кальвіна
7. C<sub>4</sub>-шлях фотосинтезу
8. Метаболізм за типом товстянкових (CAM)



Що собою являє  
фотосинтез???

- Фотосинтез – синтез органічних речовин з неорганічних з використанням енергії Сонця

# Значення фотосинтезу

- Основний шлях, завдяки якому енергія надходить до біосфери.
- Щорічно в процесі фотосинтезу на земній кулі утворюється понад **150 млрд. тонн цукру.**
- Завдяки фотосинтезу енергія Сонця підтримує **ЖИТТЯ** на планеті.

# Етапи досліджень фотосинтезу (17 століття)



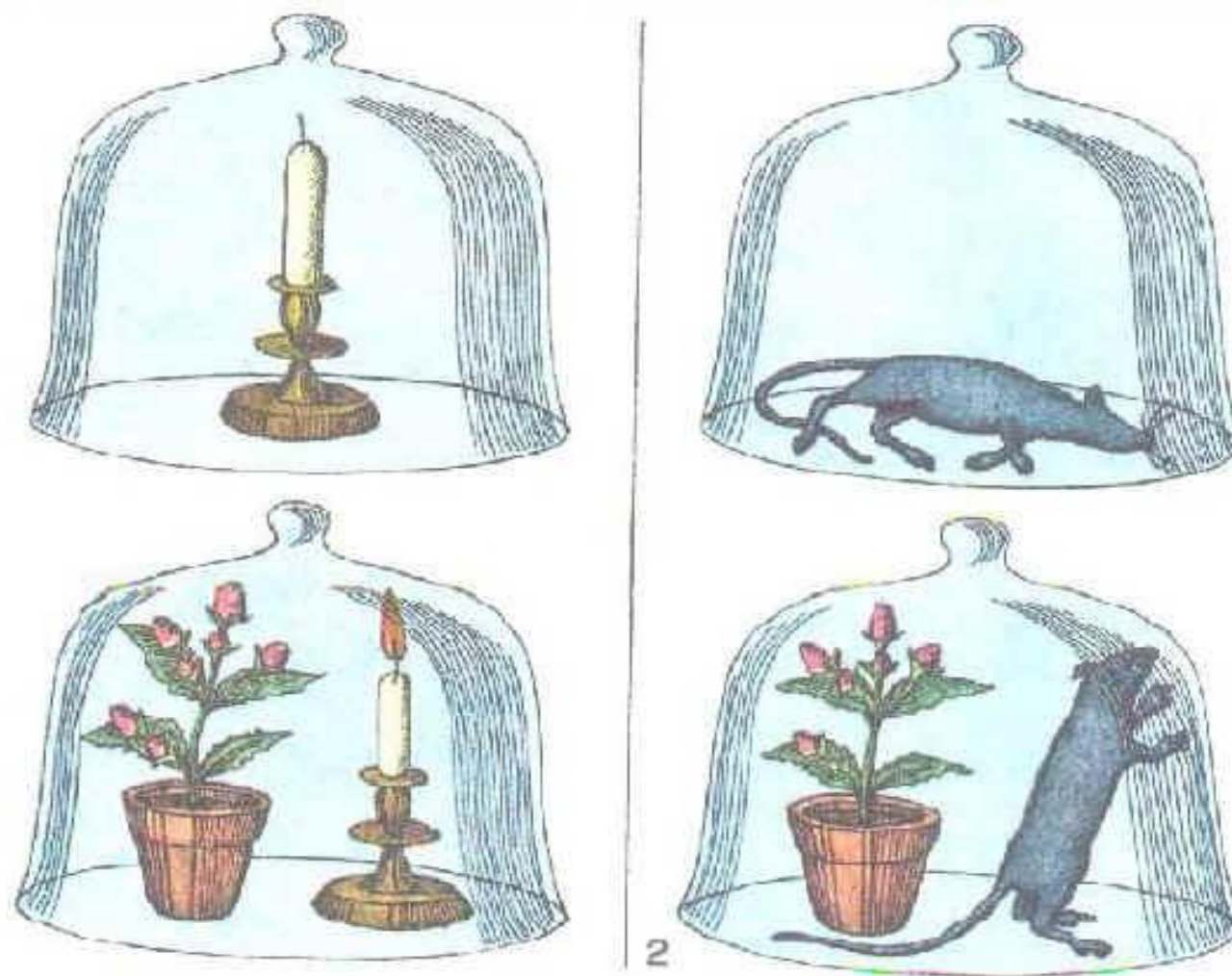
- Ян Баптист ван Гельмонт вирощував вербу протягом 5 років в глиняному горщику.
- Маса рослини збільшилась на 74,5 кг, тоді як маса ґрунту зменшилась – на 57 г.

# Етапи дослідження фотосинтезу (18 століття)



- Дж. Прістлі винайшов спосіб відновлення зіпсованого горінням свічки повітря. Це відновлення досягалось саме впливом зеленої рослини і на світлі.

# Дослід Дж. Прістлі



# Етапи дослідження фотосинтезу (18 століття)



- Жан Сенеб'є – джерело карбону в рослині – **вуглекислий газ.**
- Засвоєння його відбувається за умови освітлення рослини



# Етапи дослідження фотосинтезу (18 століття)



- Ян Інгенхауз припустив, що вуглекислий газ розкладається під час фотосинтезу на **карбон та кисень**

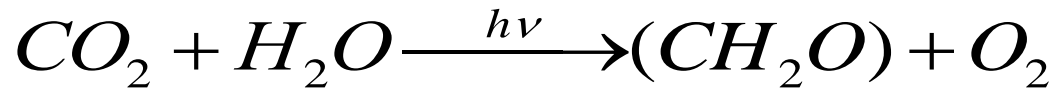
# Етапи дослідження фотосинтезу (20 століття)



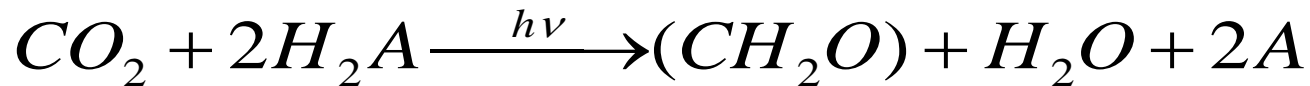
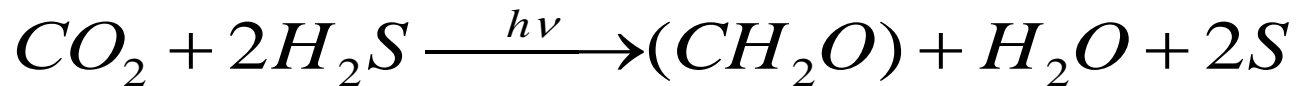
- Корнеліс Бернардуc Ван Ніль запропонував загальне рівняння фотосинтезу і рівняння бактеріального фотосинтезу

# Етапи досліджень фотосинтезу

1. Рівняння Я.Інгенхауза:



2. Рівняння К. ван Ніля:

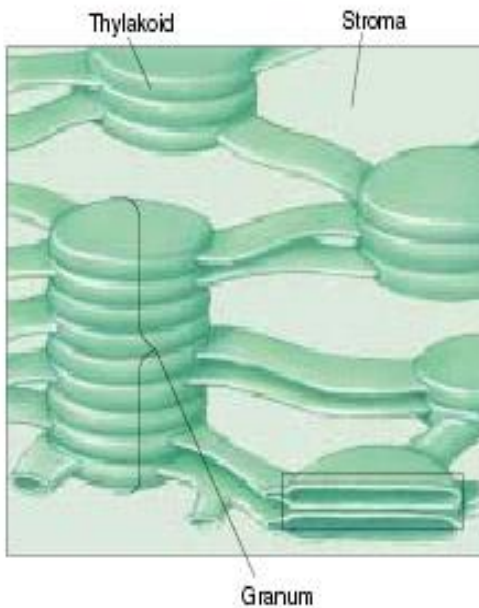
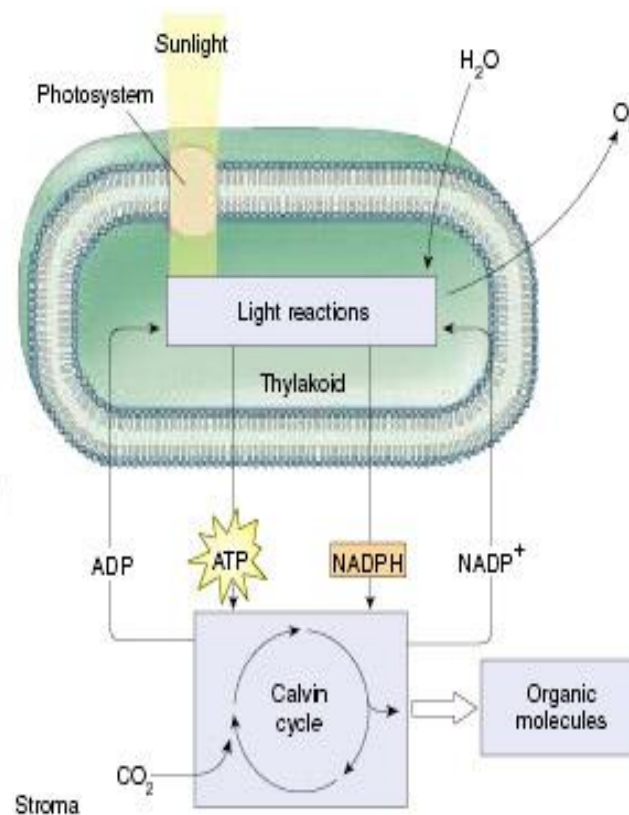
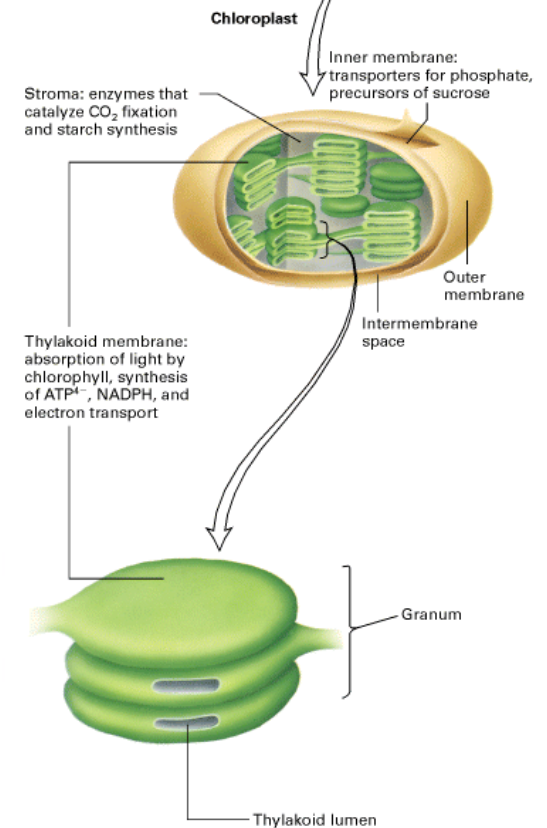
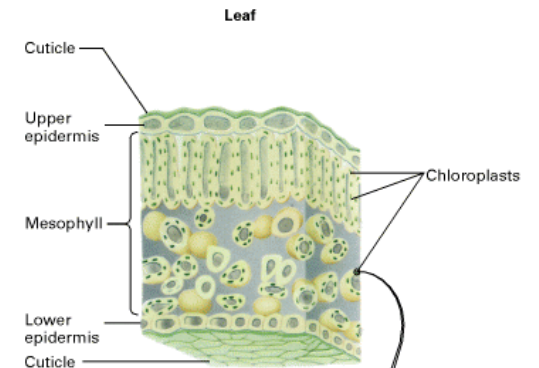


# Дві стадії фотосинтезу

1905 рік, Ф.Ф. Блекман:

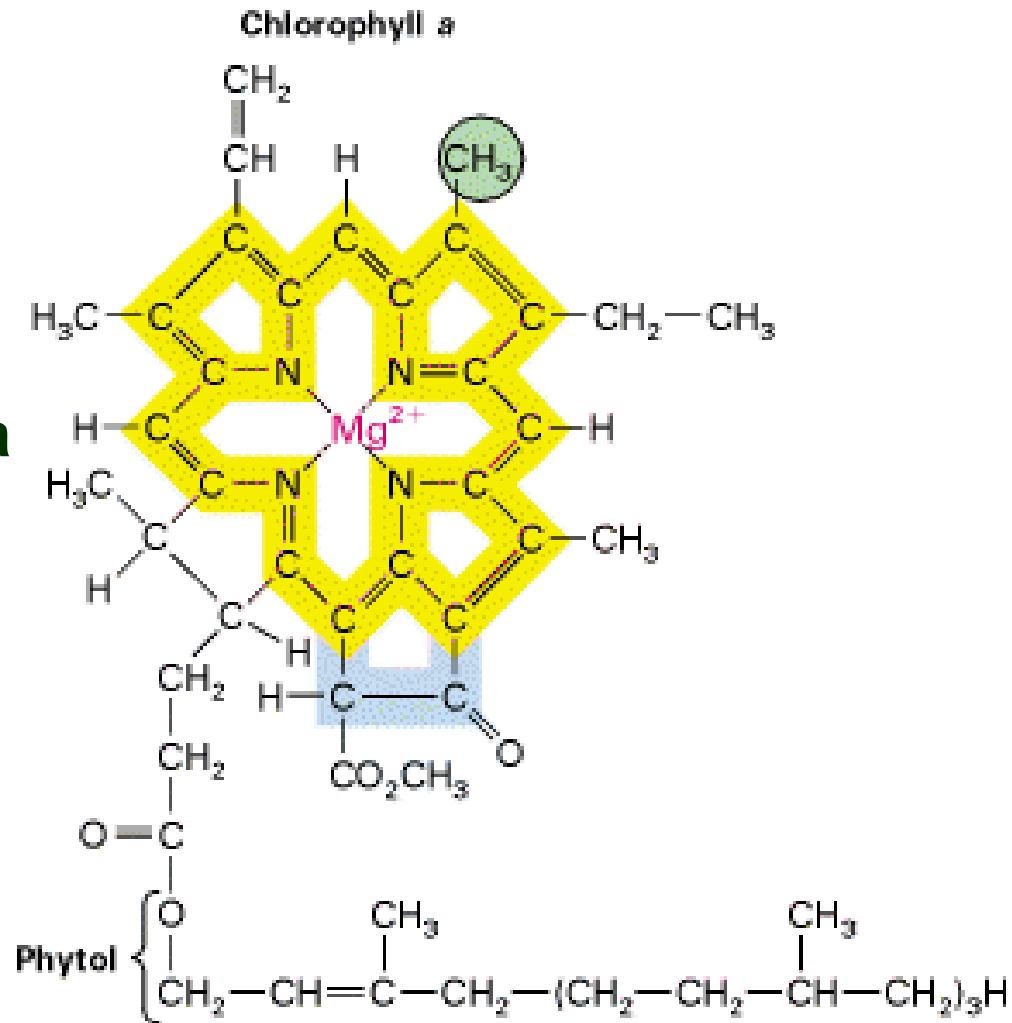
1. Є група світлозалежних реакцій, які не залежать від температури. Швидкість цих реакцій зростає при збільшенні освітлення
2. Друга група реакцій залежить від температури, а не від світла
3. Обидві групи світлозалежні, але темнові реакції можуть нормально відбуватись за відсутності світла
4. Швидкість темнових реакцій залежить від температури. При збільшенні температури до 30°C вона росте, потім починає знижуватись

# Будова хлоропласта



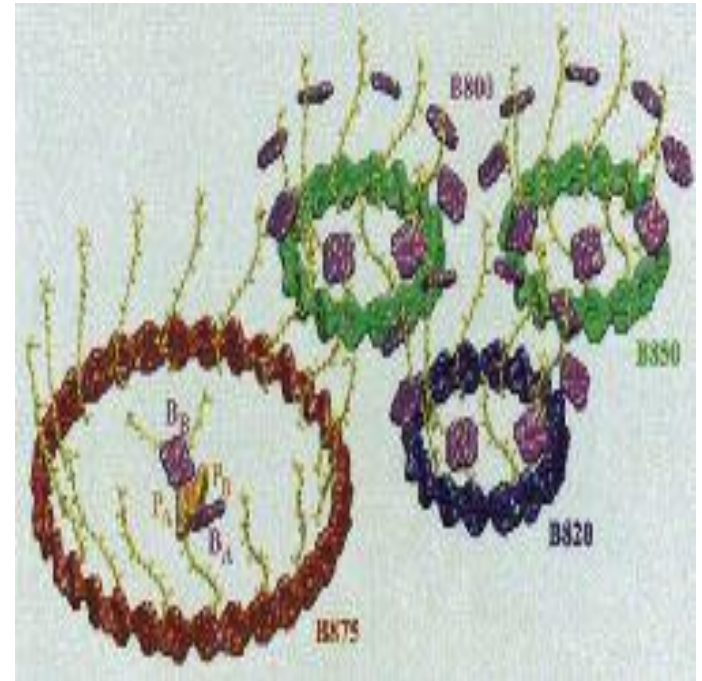
# Фотосинтезуючі пігменти

- **Хлорофіл а** – основний пігмент
- **Хлорофіл b** – міститься додатково до хлорофілу а в клітинах судинних рослин, мохів, зелених та евгленових водоростей
- **Хлорофіл c** – міститься додатково до хлорофілу а у бурих та діатомових водоростей
- **Хлорофіл d** – міститься у червоних водоростей



# Фотосинтезуючі пігменти

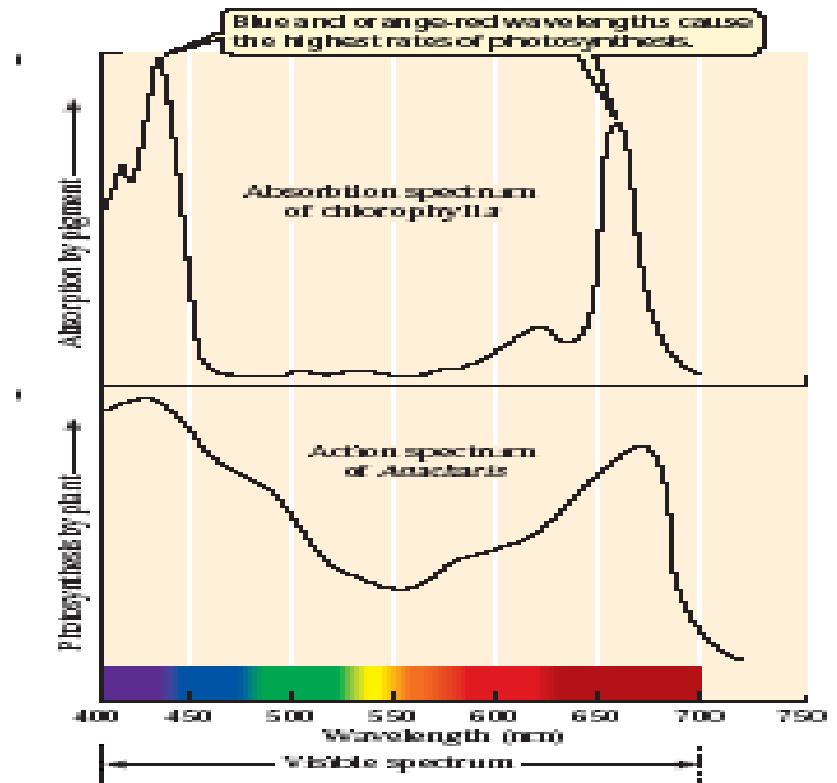
- Бактеріохлорофіл та хлоробіумхлорофіл містяться у пурпурних та зелених бактеріях
- Каротиноїди (каротини та ксантофіли)
- Фікобіліни



# Спектр поглинання і спектр дії

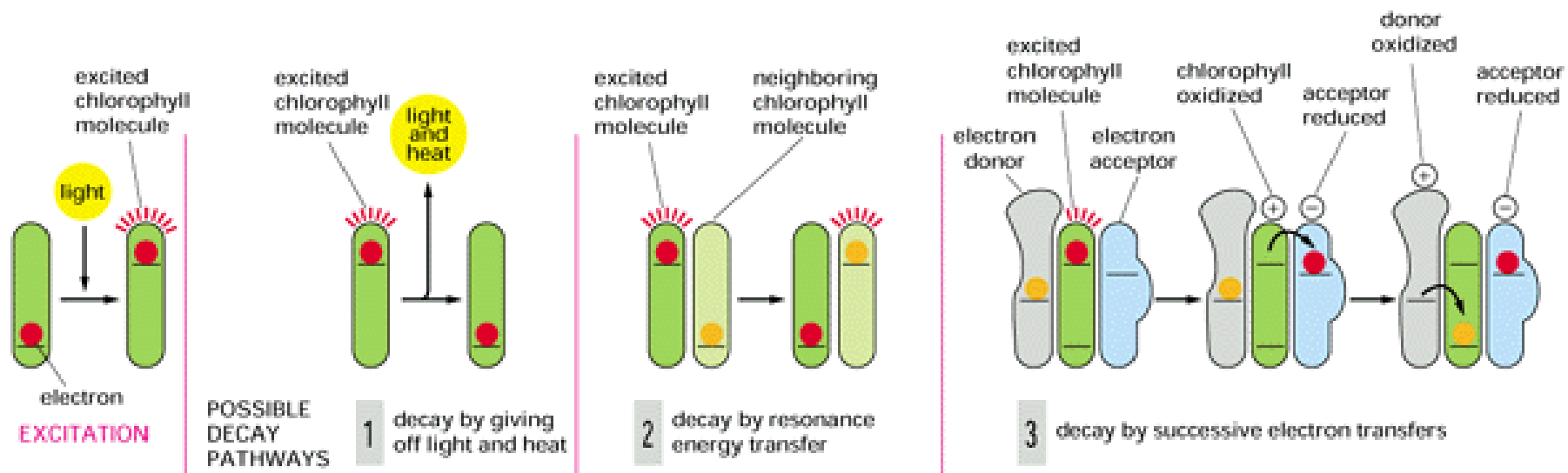
Спектр поглинання хлорофілу характеризує частину світла, що поглинається, залежно від довжини хвилі.

Спектр дії визначає відносну ефективність різних довжин світла для світлозалежних процесів.





# Три можливих шляхи повернення активованого хлорофілу до незбудженого стану





# Фотосистеми

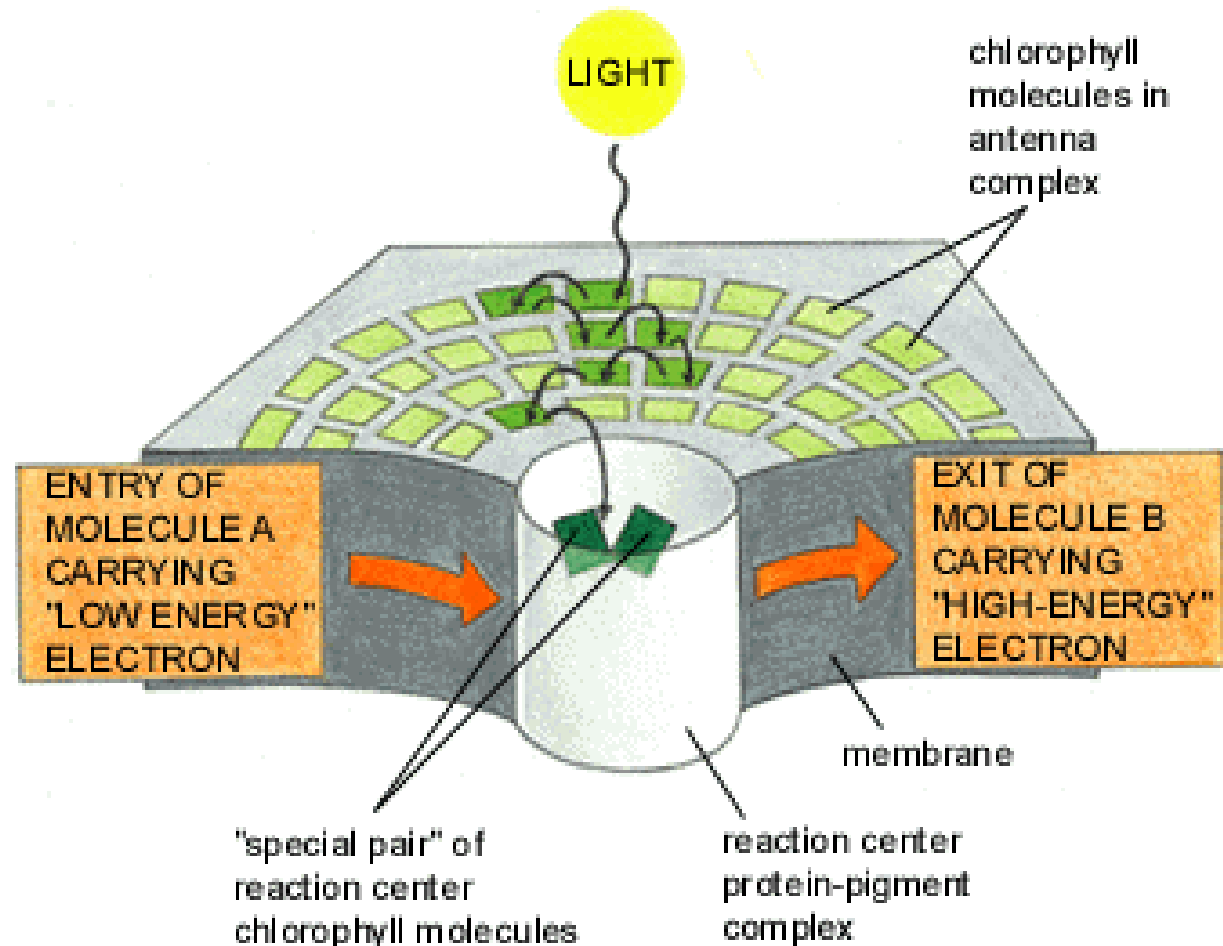
- **Комплекси з багатьох білків, які каталізують перетворення енергії світла через енергію збуджених молекул хлорофілу у біологічно корисні форми**

# Будова фотосистеми

Фотосистема

Складається з  
фотохімічного  
реакційного

центру і  
антенного  
комплексу

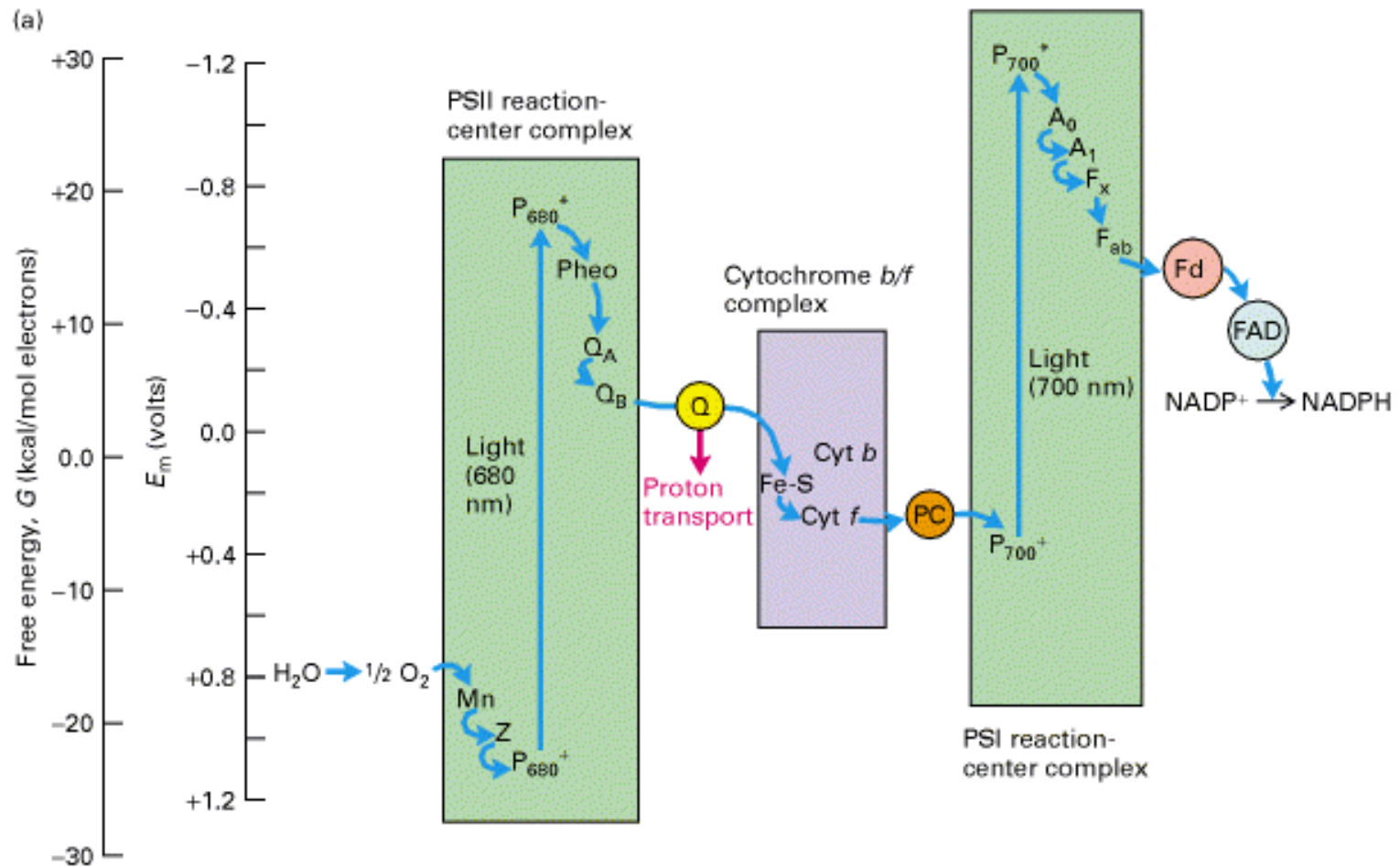


# Антенний комплекс і реакційний центр

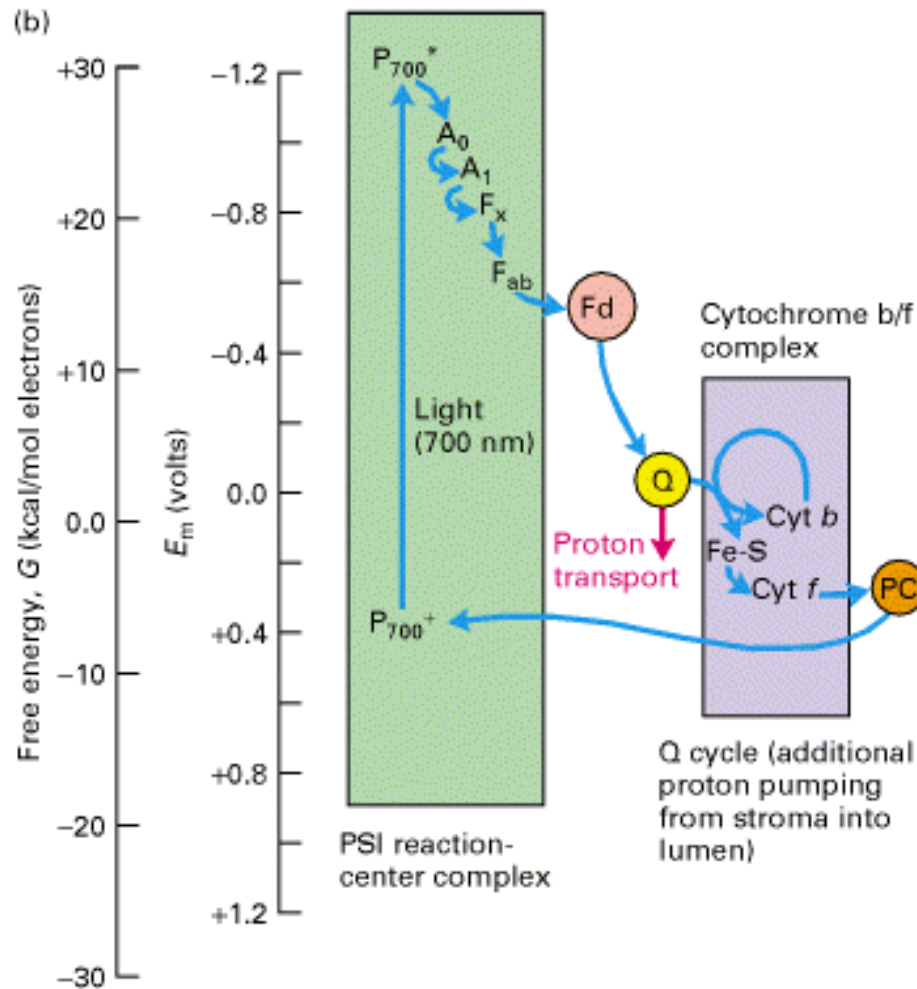
**Антенний комплекс** складається з 250-400 молекул пігментів:

хлорофілу, каротиноїдів, які вловлюють світло з різними довжинами хвиль і шляхом резонансного переносу енергії передають енергію до двох особливих молекул хлорофілу, що складають **реакційний центр**.

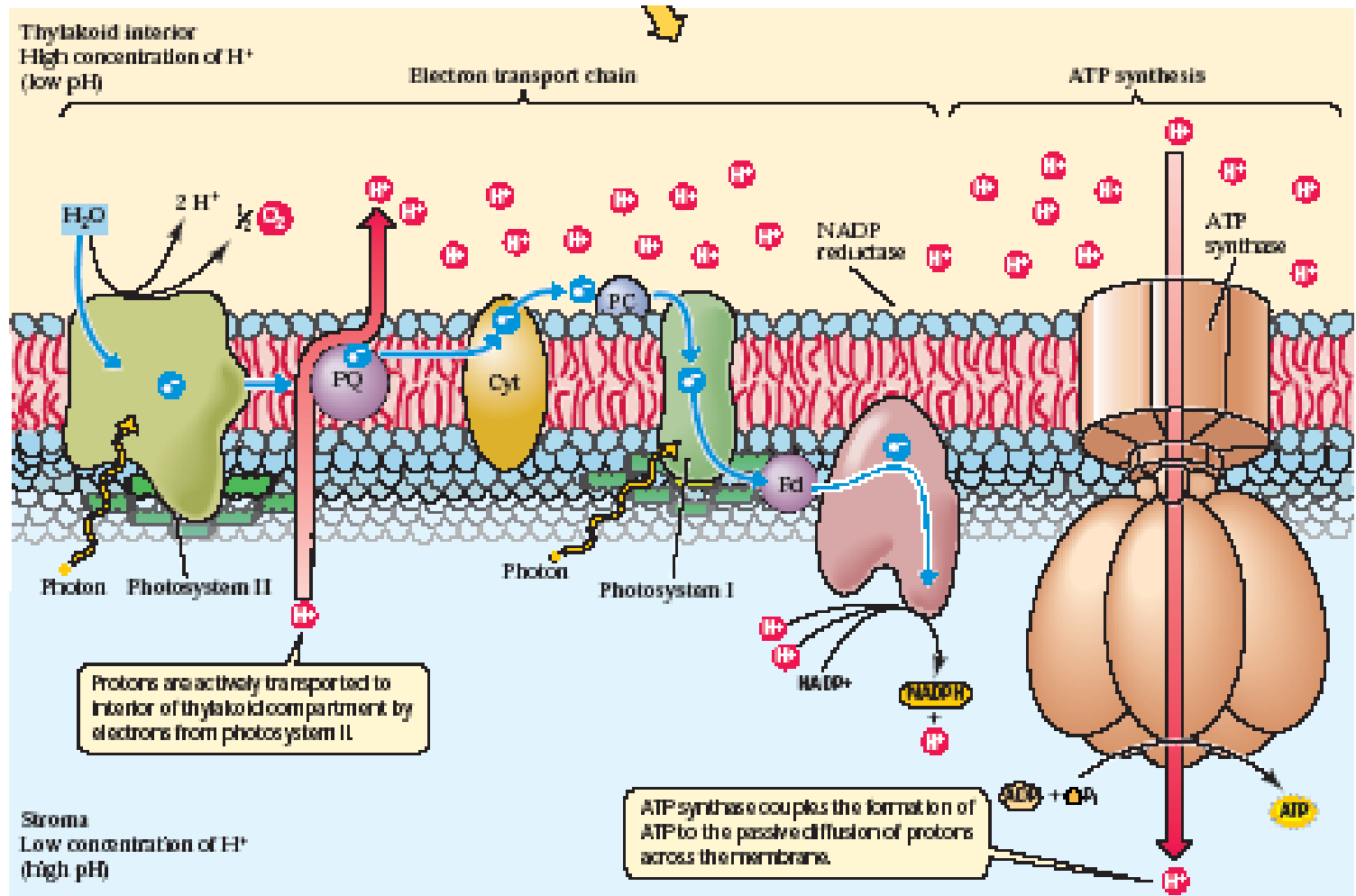
# Нециклічне фотофосфорилування



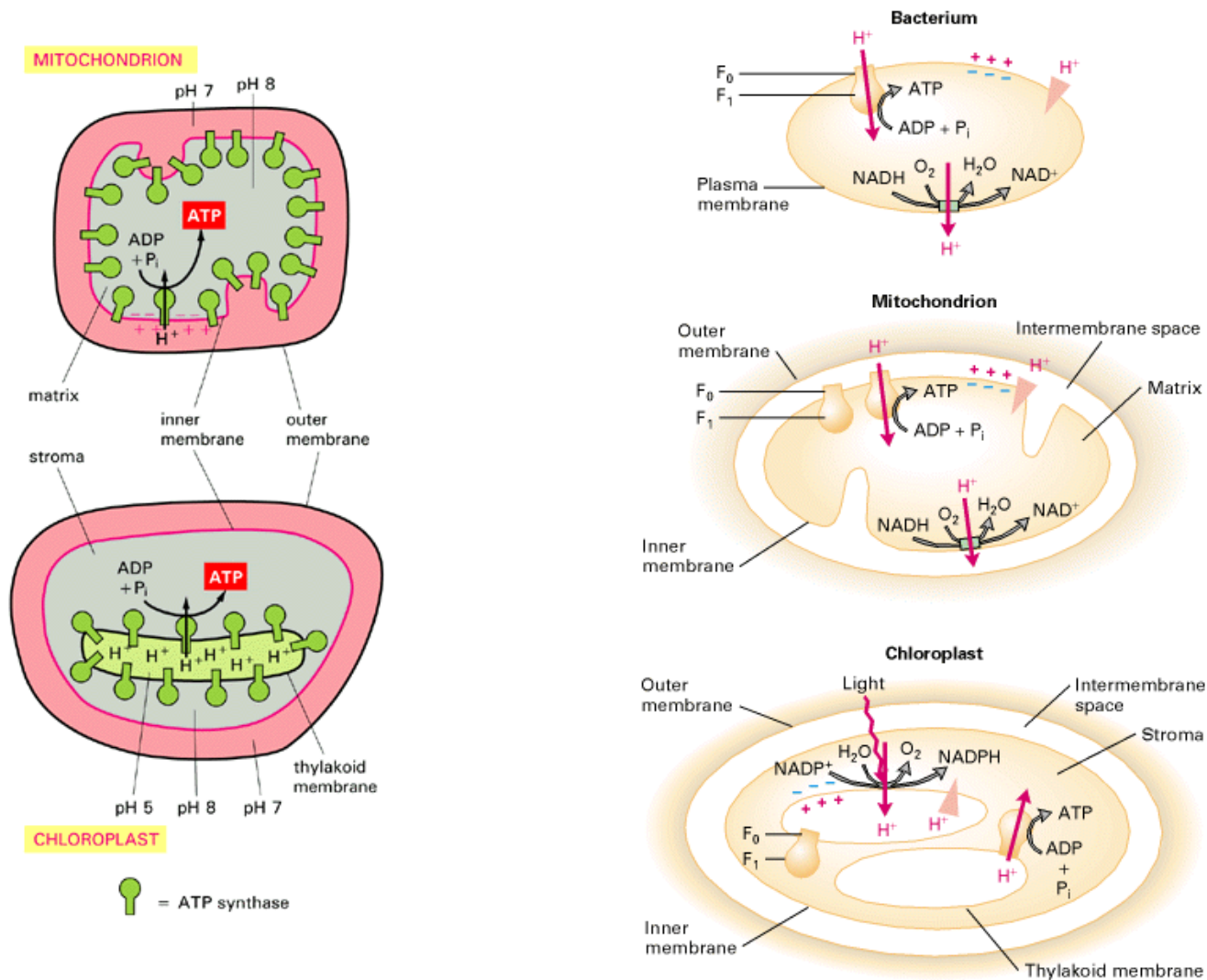
# Циклічне фотофосфорилування



# Електронтранспортний ланцюг тилакоїдної мембрани



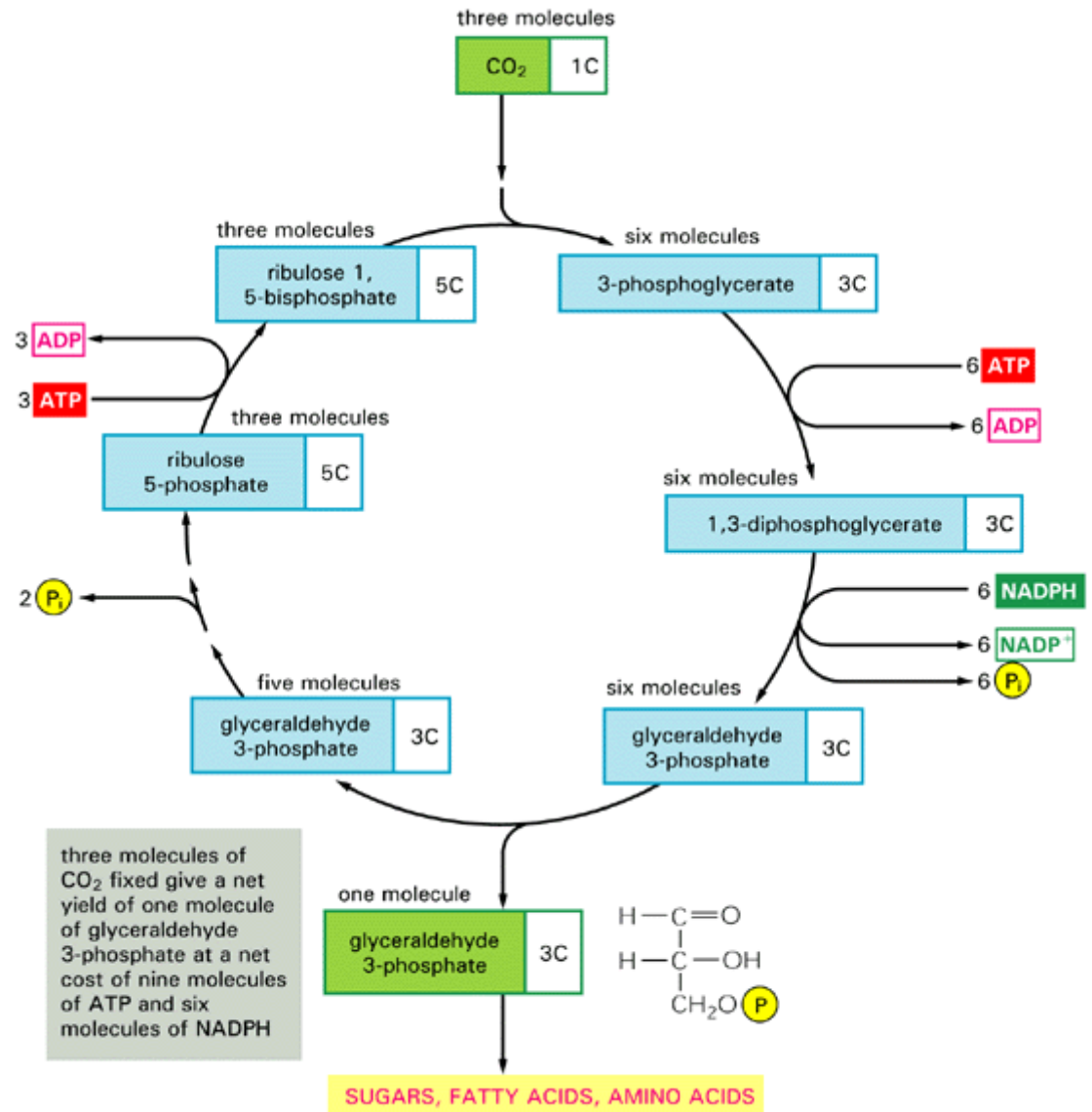
# Потік протонів та орієнтація АТР-синтетази в мітохондрії та хлоропласті



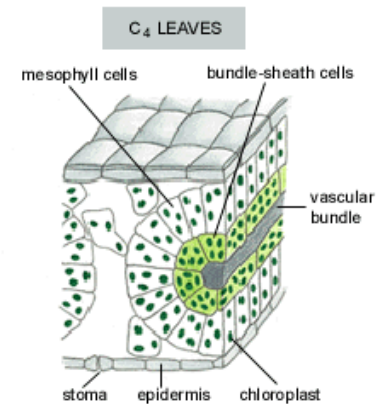
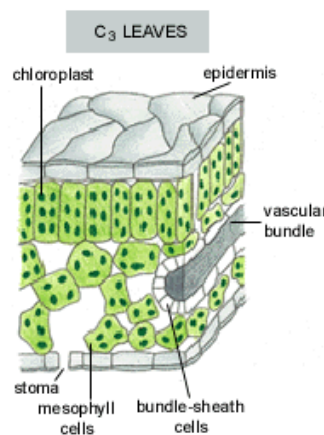
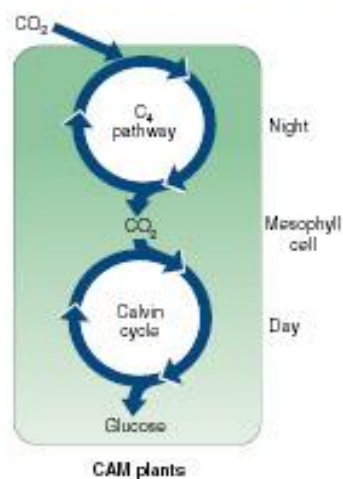
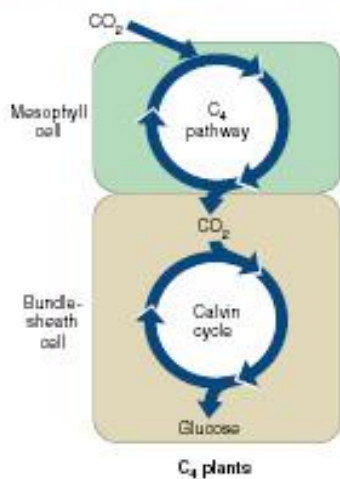
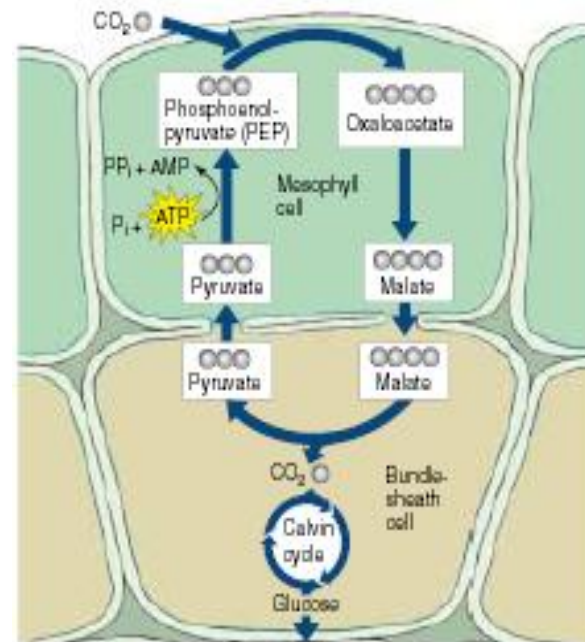


# Фіксація вуглецю.

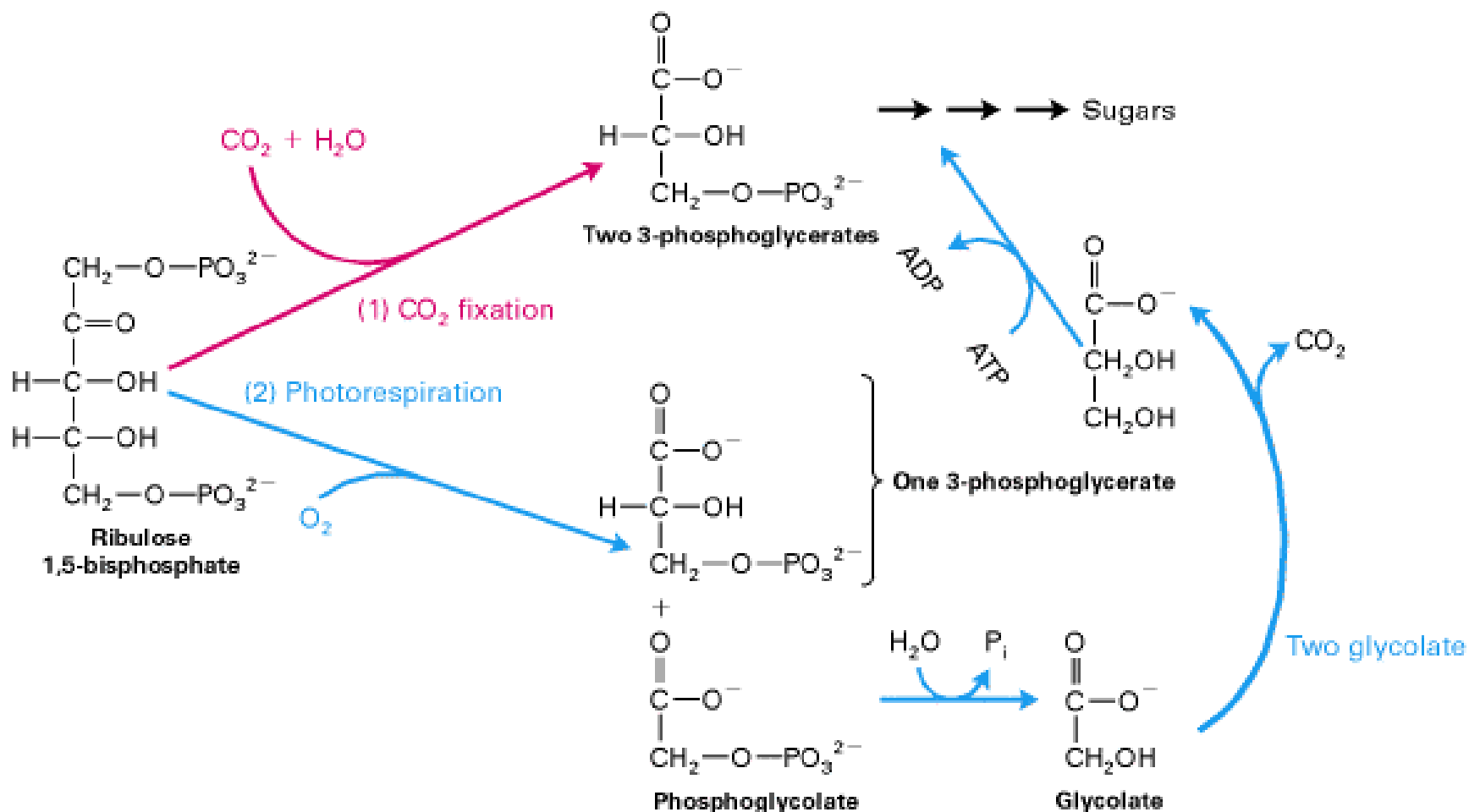
## C<sub>3</sub>-шлях (М.Кальвіна)



# C<sub>4</sub>-ШЛЯХ



# Фотодихання



# ФОТОДИХАННЯ

- В процесі фотодихання беруть участь хлоропласти, мітохондрії та пероксисоми
- Дві молекули гліколату перетворюються на 1 молекулу фосфогліцерату і при цьому витрачається енергія. Участь кисню приводить до того, що 4 атом карбону втрачається у вигляді молекули вуглекислого газу.
- Фотодихання знижує потенційну врожайність на 30-40%.



# **Хлоропласти і метаболізм**

**В хлоропластах здійснюється синтез жирних кислот та ряду амінокислот. В хлоропластах здійснюється відновлення нітриту до аміаку. В рослинах цей аміак використовується для синтезу амінокислот та нуклеотидів**