



**UNIVERSITATEA DIN ORADEA**  
**FACULTATEA DE PROTECTIA MEDIULUI**

- **CURS: BIOCHIMIE**
- **CURS : Metabolismul plantelor**

**Autor:**

**Conf . dr. Simona Ioana Vicas**

# CONTINUTUL CURSULUI

<b>Introducere în biochimie</b>
<b>Glucide.</b> Monoglucide
Oligoglucide. Poliglucide
<b>Lipide.</b> Acizii grași din constituția lipidelor
Alcoolii din constitutia lipidelor.Lipide simple Lipide complexe
<b>Protide.</b> Aminoacizi
Peptide. Proteine
<b>Enzime.</b> Clasificarea și nomenclatura enzimelor. Structura și conformația enzimelor. Specificitatea enzimelor. Cinetica reacțiilor enzimatice.
<b>Acizi nucleici</b> (componentele unei mononucleotide)
<b>Fitohormoni</b> (auxine, gibereline, citochinine, acidul abscisic, etilena) <b>și pigmenți vegetali</b> (carotenoidici, clorofila a și b, flavonoidici, antociani)
<b>Vitamine și minerale.</b> Clasificare și rol biochimic
<b>Metabolismul glucidelor.</b> Anabolismul glucidelor (Fotosinteza).
Catabolismul glucidelor (glicoliza, ciclul Krebs etc.)
<b>Metabolismul lipidelor.</b> Biosinteza gliceridelor. Catabolismul gliceridelor.
<b>Metabolismul protidelor și a amoniacului</b>

# METABOLISM

ANABOLISM

CATABOLISM

METABOLISM INTERMEDIAR

METABOLISM ENERGETIC

# **METABOLISMUL GLUCIDIC**

## **ANABOLISM**

- FOTOSINTEZA

## **CATABOLISM**

-GLICOLIZA

-CICLUL KREBS

-CICLUL PENTOZOFOSFATILOR

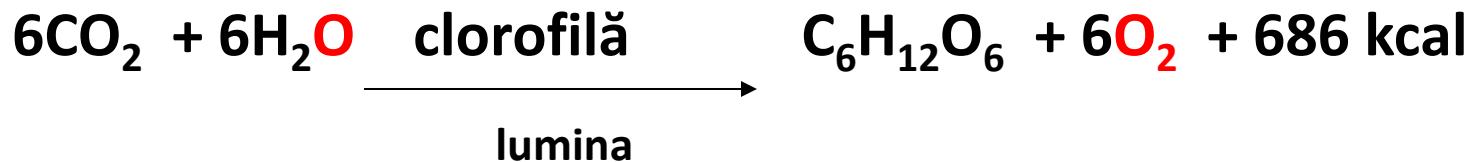
-FOTORESPIRATIA

# FOTOSINTEZA

## Definitie

Fotosinteza reprezintă procesul de **formare** al substanțelor organice (glucide, lipide, protide) din substanțe anorganice (dioxid de carbon, apă, săruri minerale etc.), în plantele verzi, **cu ajutorul energiei luminoase**, punând în libertate **oxigenul**, necesar respirației și arderii diferitelor substanțe.

## FOTOSINTEZA

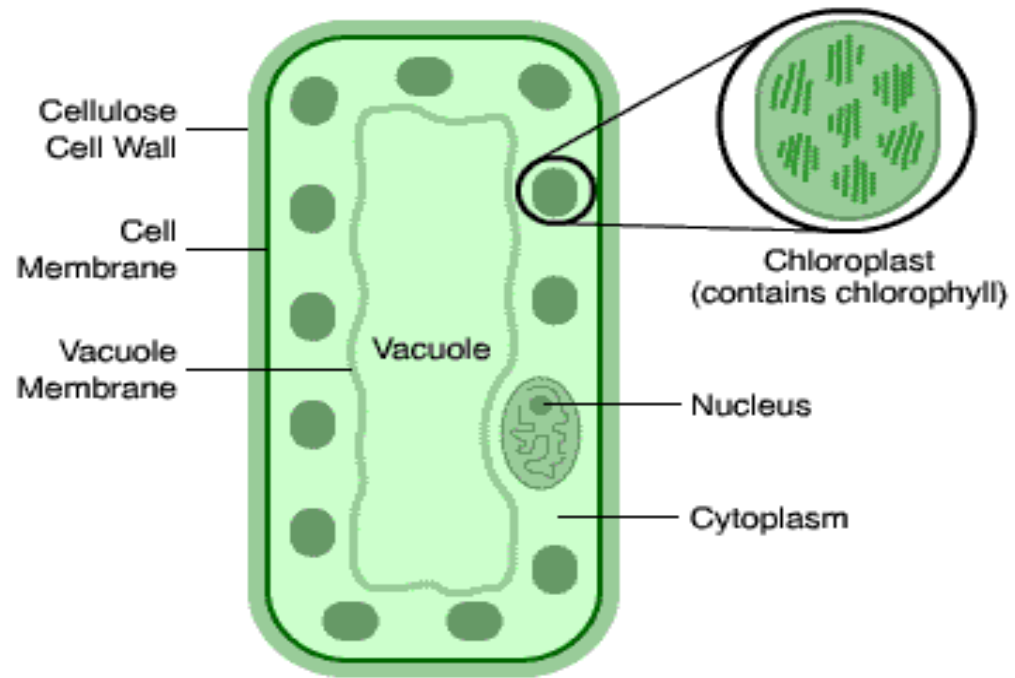


Din punct de vedere chimic, fotosinteza este un **proces de oxidoreducere**, în care una din componentele care intră în reacție este **oxidată (apa)**, iar cealaltă (**dioxidul de carbon**) este **redusă**. Oxidarea moleculei de apă se face printr-un proces de dehidrogenare, rezultând în final oxigen și hidrogen. *Oxigenul care se elimină în fotosinteză provine de la apă.*

# FOTOSINTEZA

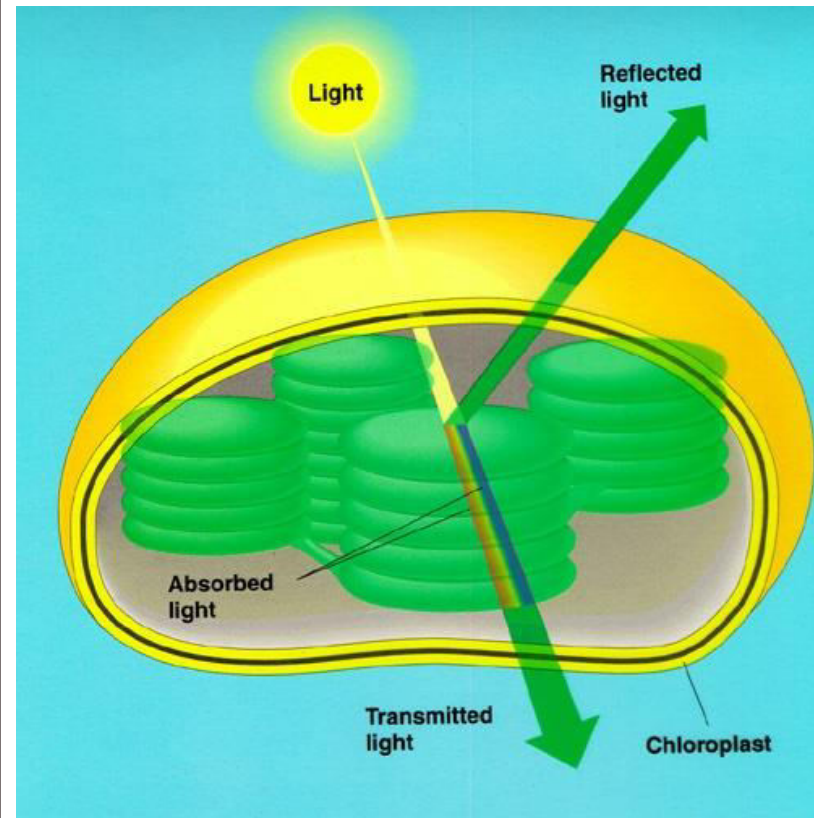
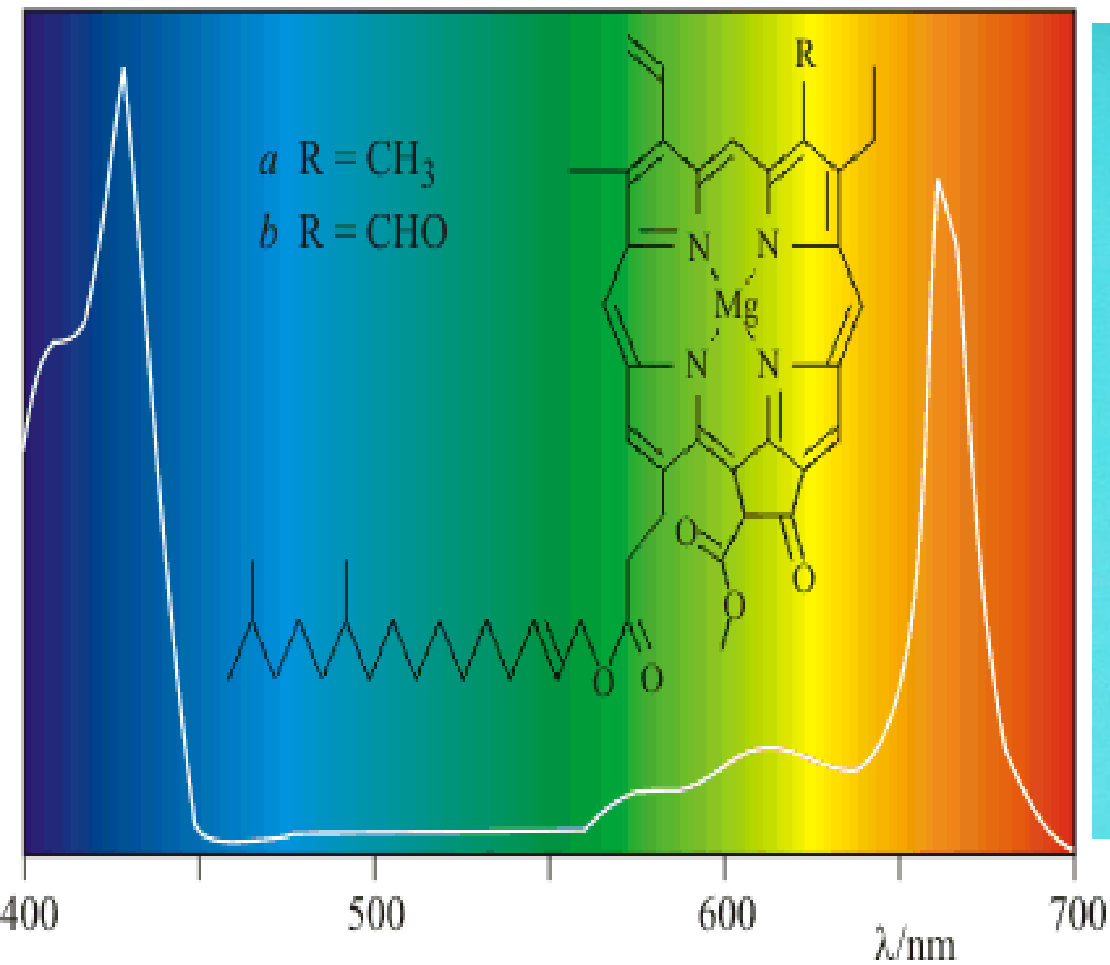
## SEDIUL

Fotosinteza are loc în **cloroplaste** și în zona citoplasmei care le înconjoară.



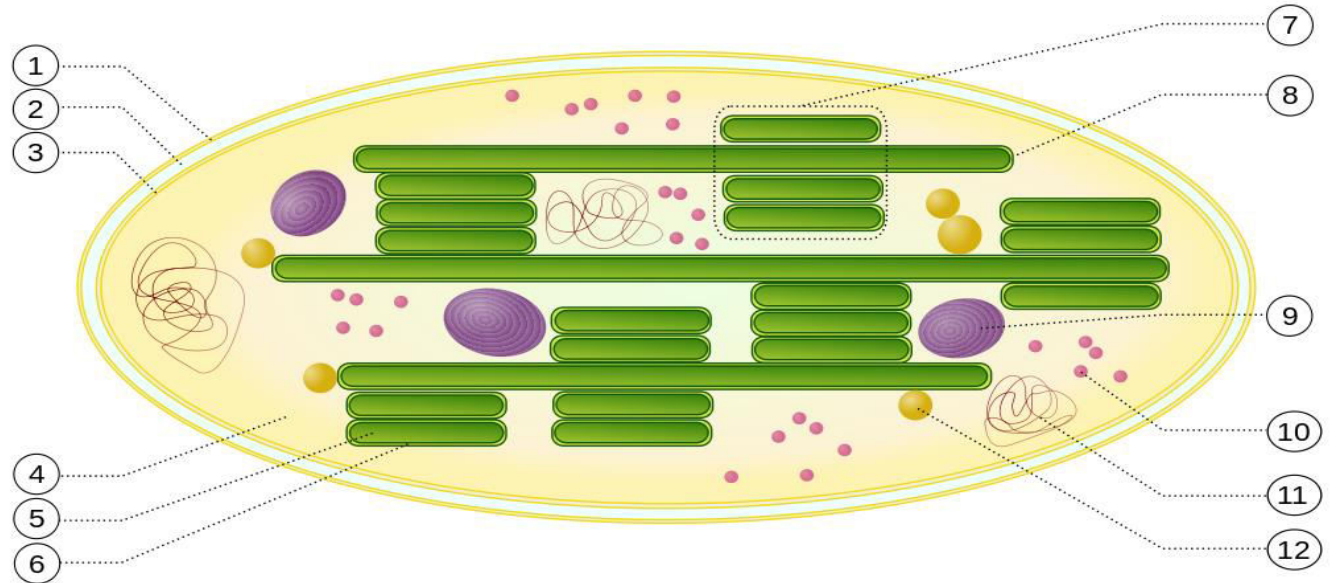
În cloroplaste alături de **clorofila a**, care reprezintă pigmentul principal, se găsesc pigmenți secundari (**clorofila b, c și d, carotenoide, flavonoide** etc.) și numeroase sisteme enzimatică care participă direct în procesul de fotosinteză. Clorofila a se află în cantitatea cea mai mare și este **singurul pigment capabil să transforme energia luminoasă în energie chimică**. Pigmenții secundari cedează energia absorbită de ei clorofilei a.

# FOTOSINTEZA





# FOTOSINTEZA



**1.FOTOFOSFORILAREA**

**2. FOTOLIZA APEI**

**FAZA DE LUMINA**

7 – grana cloroplastelor

**3. FIXAREA ȘI TRANSFORMAREA**

**CO<sub>2</sub> ÎN GLUCIDE**

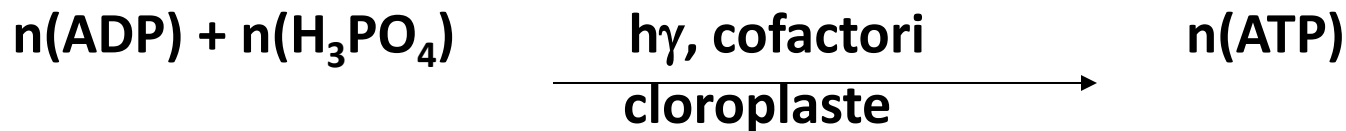
**FAZA DE INTUNERIC**

4 –stroma cloroplastelor

# FOTOSINTEZA

## I. Fotofosforilarea

Prin fotofosforilare se înțelege **formarea ATP-ului din ADP și fosfat anorganic** în **cloroplaste** cu consum de energie luminoasă în prezența unor cofactori (feredoxină, chinone, citocrom b6 și f):



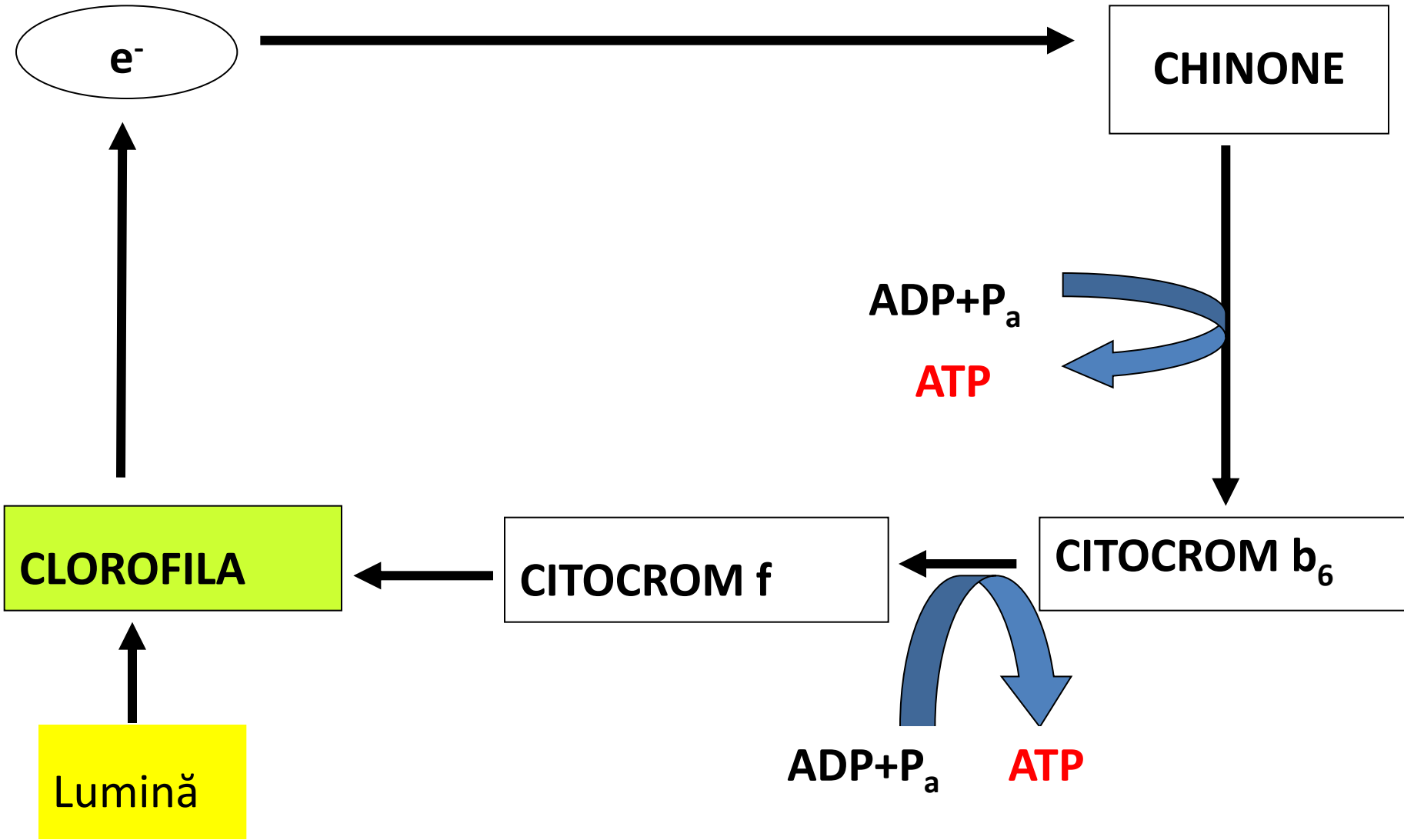
NADPH, H<sup>+</sup> este format din NADP<sup>+</sup> și hidrogenul rezultat din fotoliza apei:



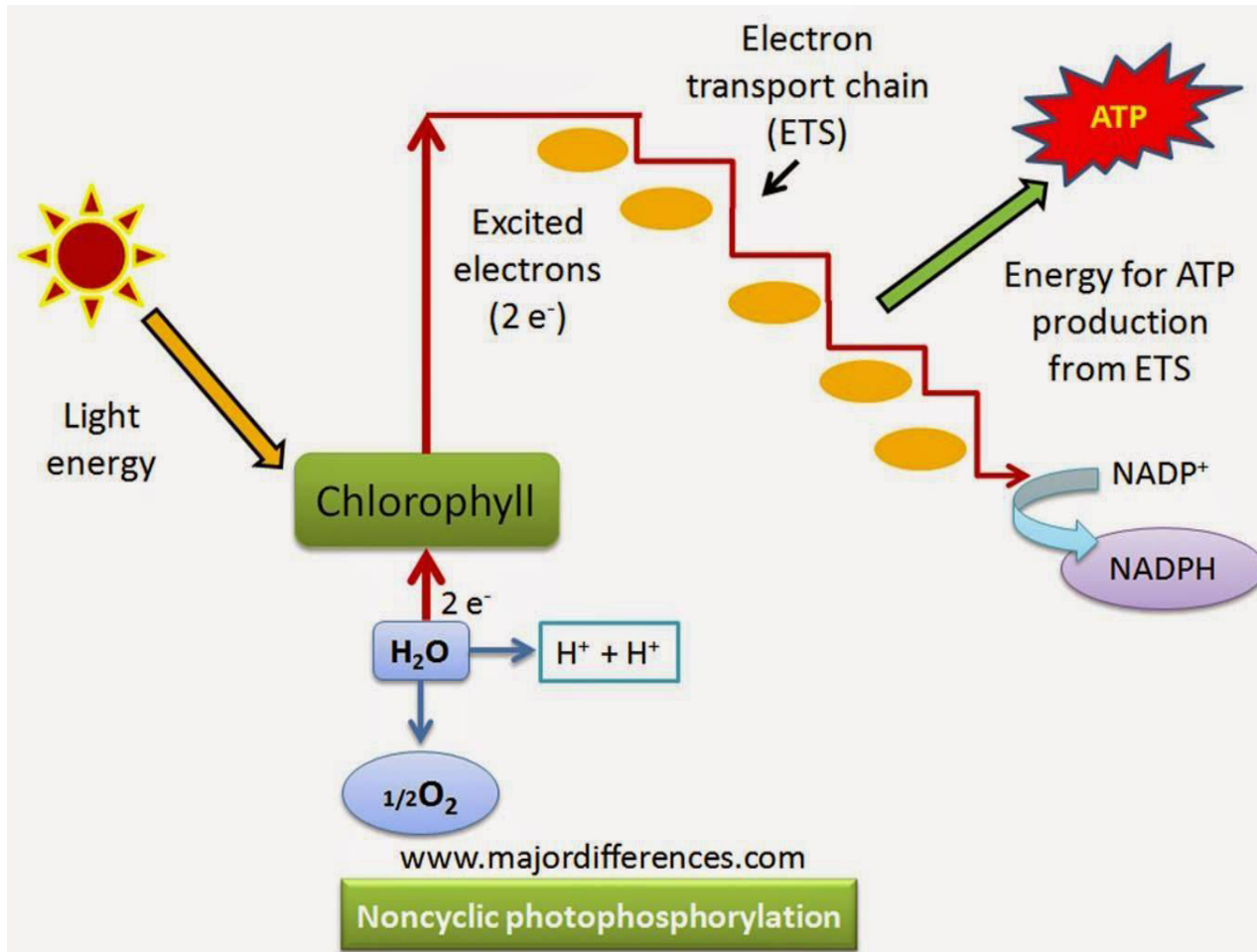
Reacția este catalizată de enzima *piridin-nucleotid-reductaza-fotosintetică* (PPNR).

**FOTOSINTEZA**

**FOTOFOSFORILAREA CICLICA**



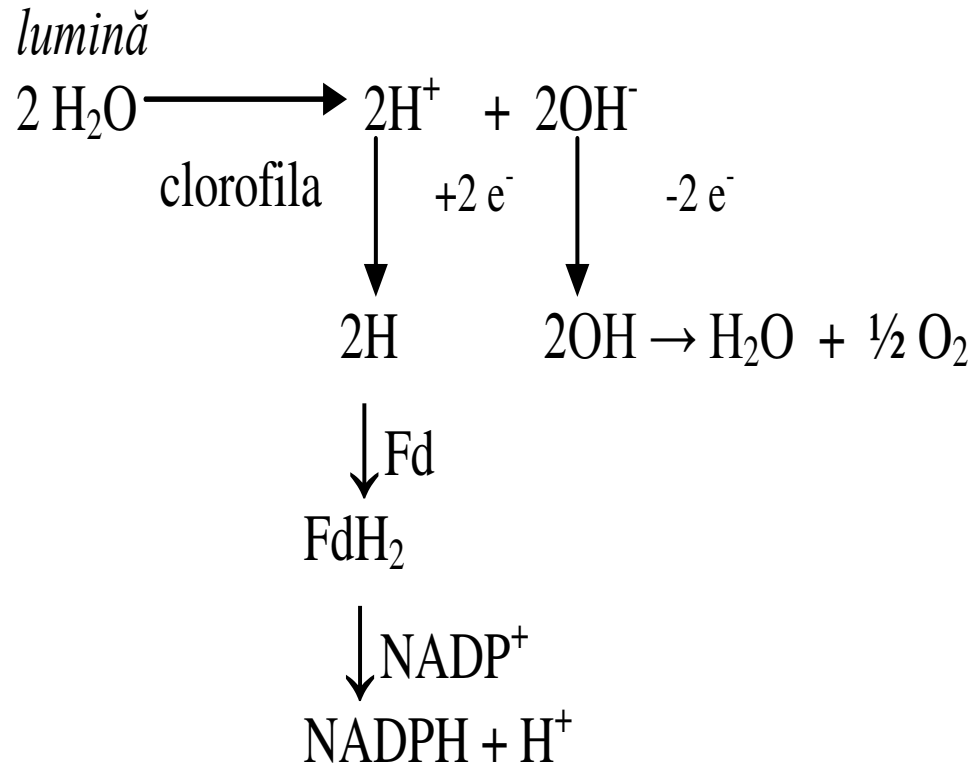
# FOTOFOSFORILAREA NECICLICA



Reprezintă ***descompunerea apei în hidrogen și oxigen*** cu ajutorul luminii și al clorofilei. În urma absorbirii energiei luminoase clorofila devine nestabilă și elimină surplusul de energie sub formă de electroni cu potențial mare de energie. Clorofila activată (clorofila  $^+$ ) contribuie la descompunerea apei în **ioni de hidrogen ( $H^+$ ) și ioni de hidroxil ( $OH^-$ )**. Ionul de hidrogen este redus prin captarea unui electron din sistem. Hidrogenul atomic format este luat de ferredoxină (o proteină cu fier neheminic) și cedat  $NADP^+$ -ului, formându-se în felul acesta,  **$NADPH, H^+$** . Concomitent cu reducerea ionului de hidrogen se produce oxidarea hidroxilului, care se transformă în apă și oxigen.

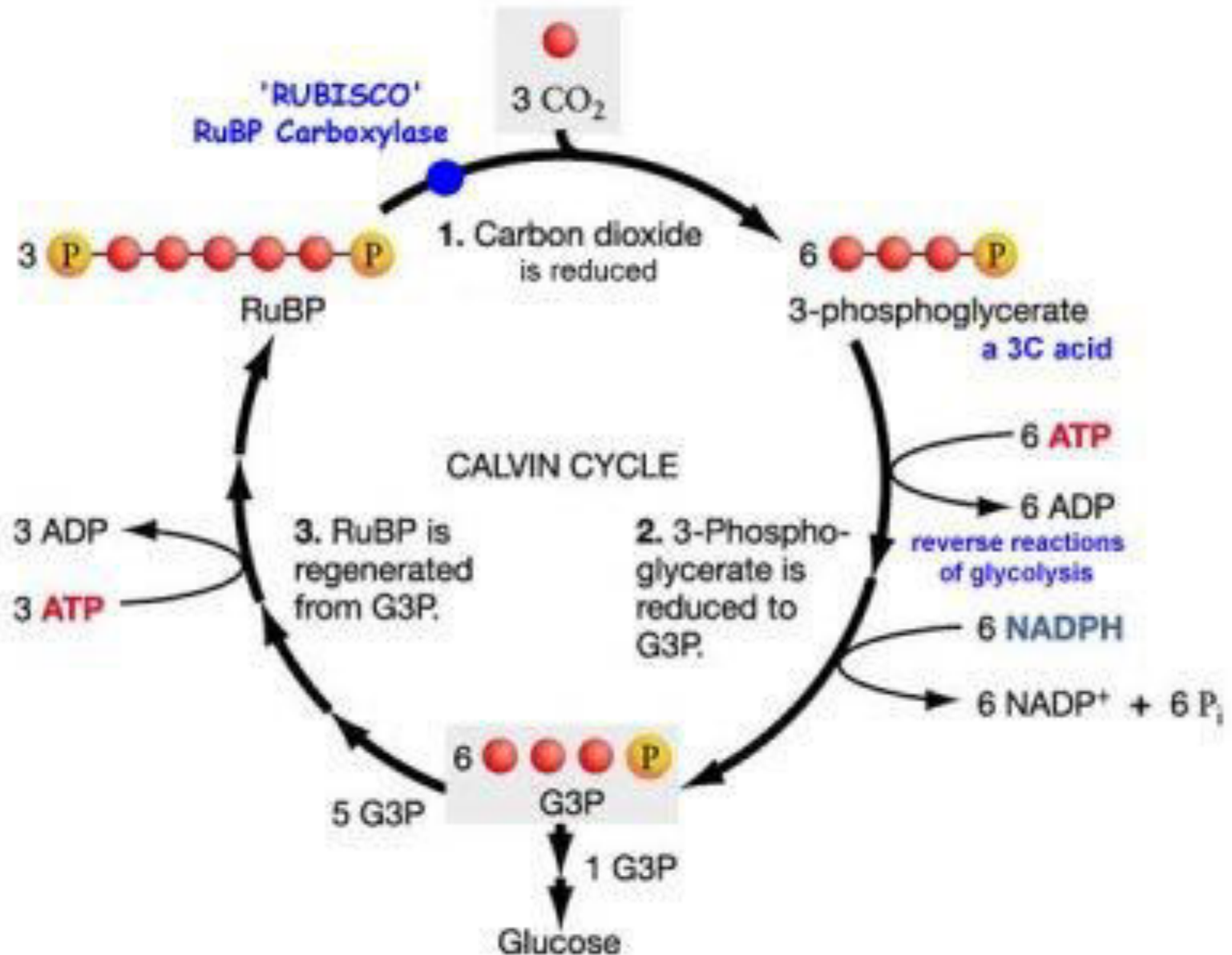
# FOTOSINTEZA

## II. FOTOLIZA APEI



## III. FIXAREA ȘI TRANSFORMAREA CO<sub>2</sub> ÎN GLUCIDE

Fixarea și transformarea CO<sub>2</sub> în glucide se face printr-o succesiune de reacții enzimatică, esterul **ribulozo-1,5-difosforic** este substanța care fixează CO<sub>2</sub> sub acțiunea enzimei *ribulozodifosfat-carboxilaza* (**RUBISCO**), cu formarea unui intermediar, 2-carboxi-3-cetoribitol-1,5-difosfatul. Acest intermediar sub acțiunea aceleiași enzime, este clivat la 2 molecule de acid **3-fosfoglicerice**. Acest acid sub acțiunea ATP-ului și NADPH, H<sup>+</sup> se transformă în aldehida 3-fosfoglicerice (cel mai simplu compus glucidic sintetizat în fotosinteză), sub acțiunea enzimei *3-fosfogliceraldehid dehidrogenaza*.







Există 2 clase mari de plante fotosintetizante:

- **plantele  $C_3$** , aflate, în general în zonele temperate, care fixează  $CO_2$  direct în 3-fosfoglicerat (cu trei atomi de carbon)
- **plantele  $C_4$** , aflate în general la plantele tropicale, care fixează  $CO_2$  întâi în oxalilacetic în mezofile și apoi refixează  $CO_2$  în 3-fosfoglicerat în celulele tecii fasciculare.

Ecuatiile generale ale formării hexozei, prin fotosinteză, în plantele  $C_3$  față de plantele  $C_4$  sunt:

plantele  $C_3$



plantele  $C_4$



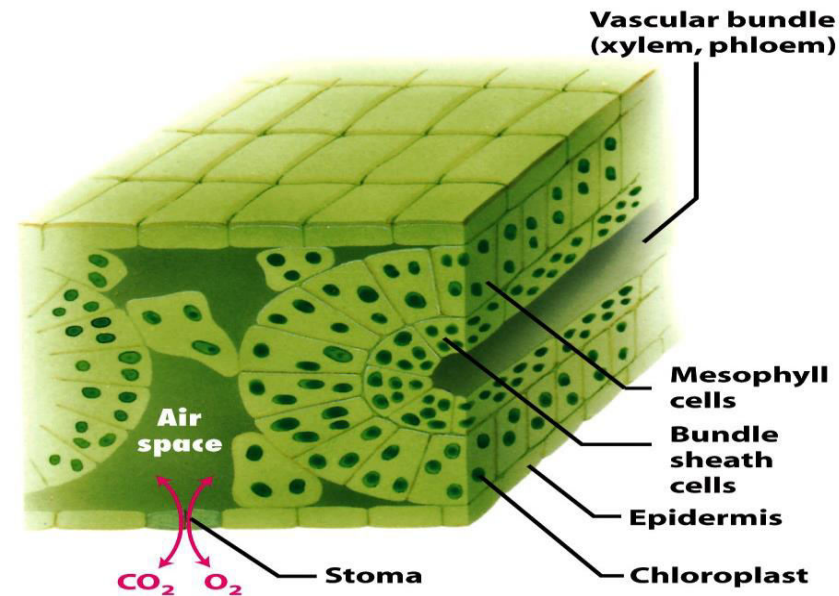


Figure 12-46a

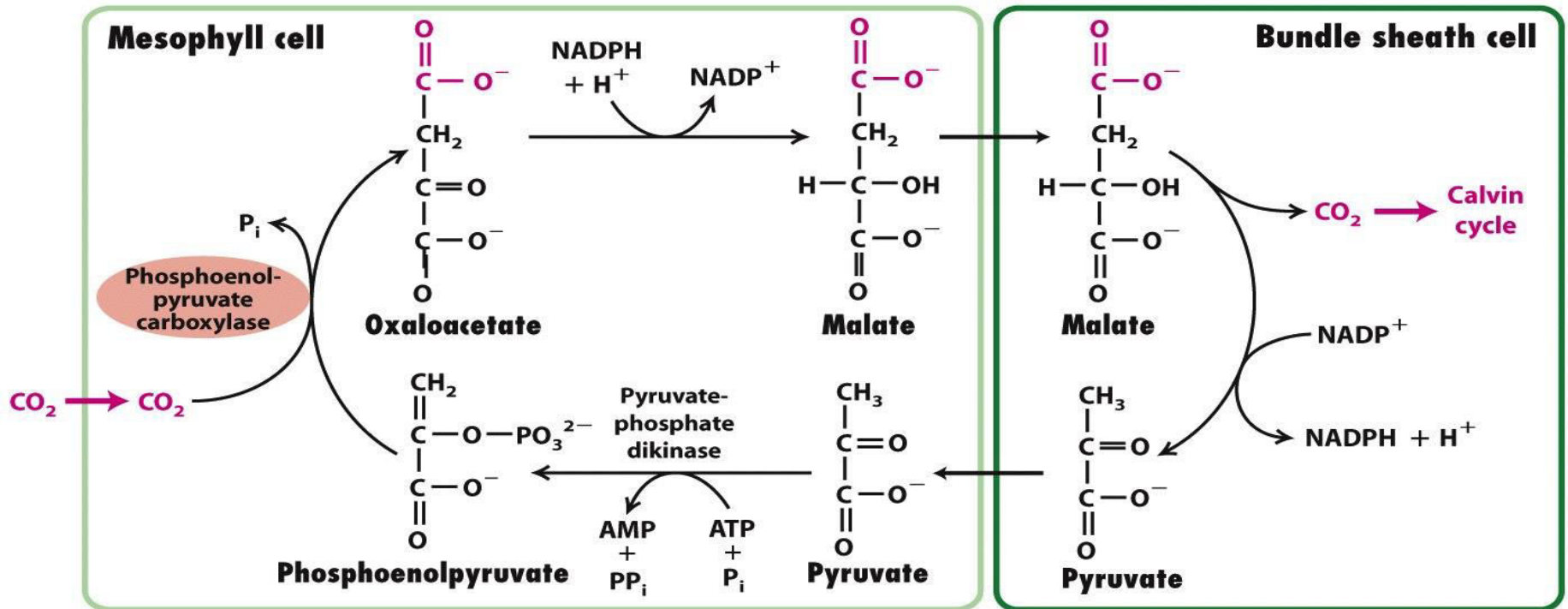
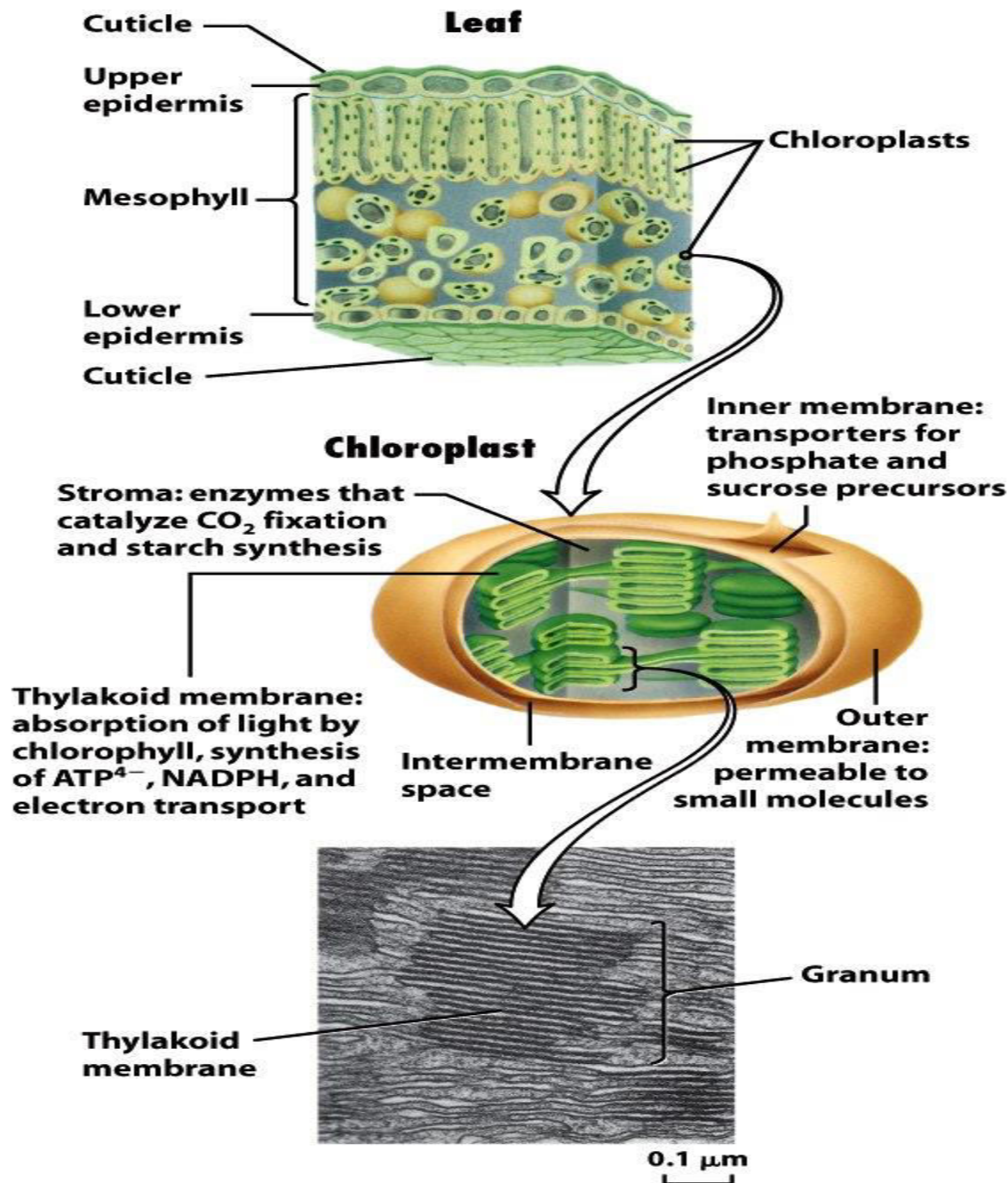


Figure 12-46b  
Molecular Cell Biology, Sixth Edition  
© 2008 W. H. Freeman and Company



**Figure 12-29**  
*Molecular Cell Biology, Sixth Edition*  
 © 2008 W. H. Freeman and Company



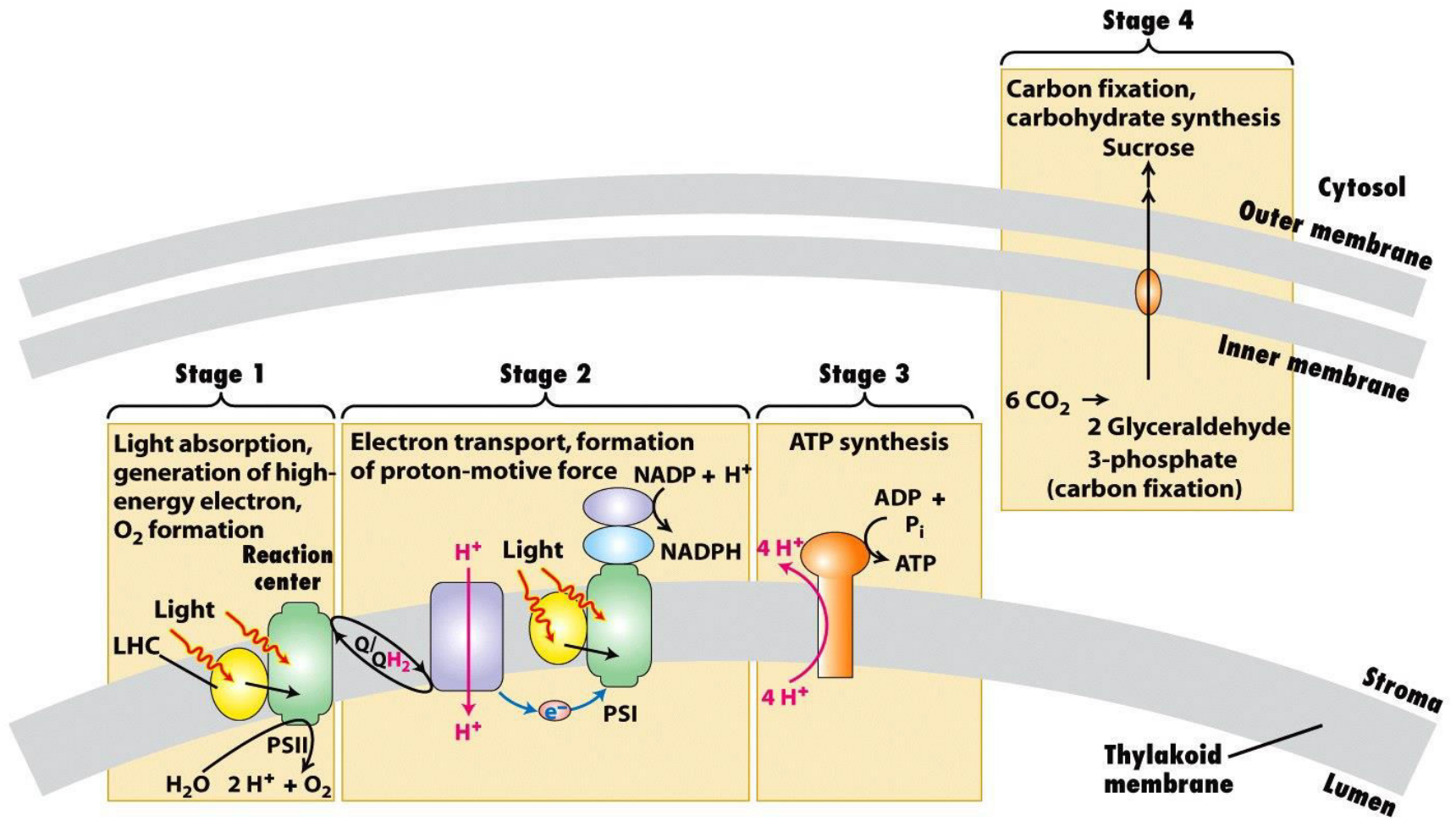
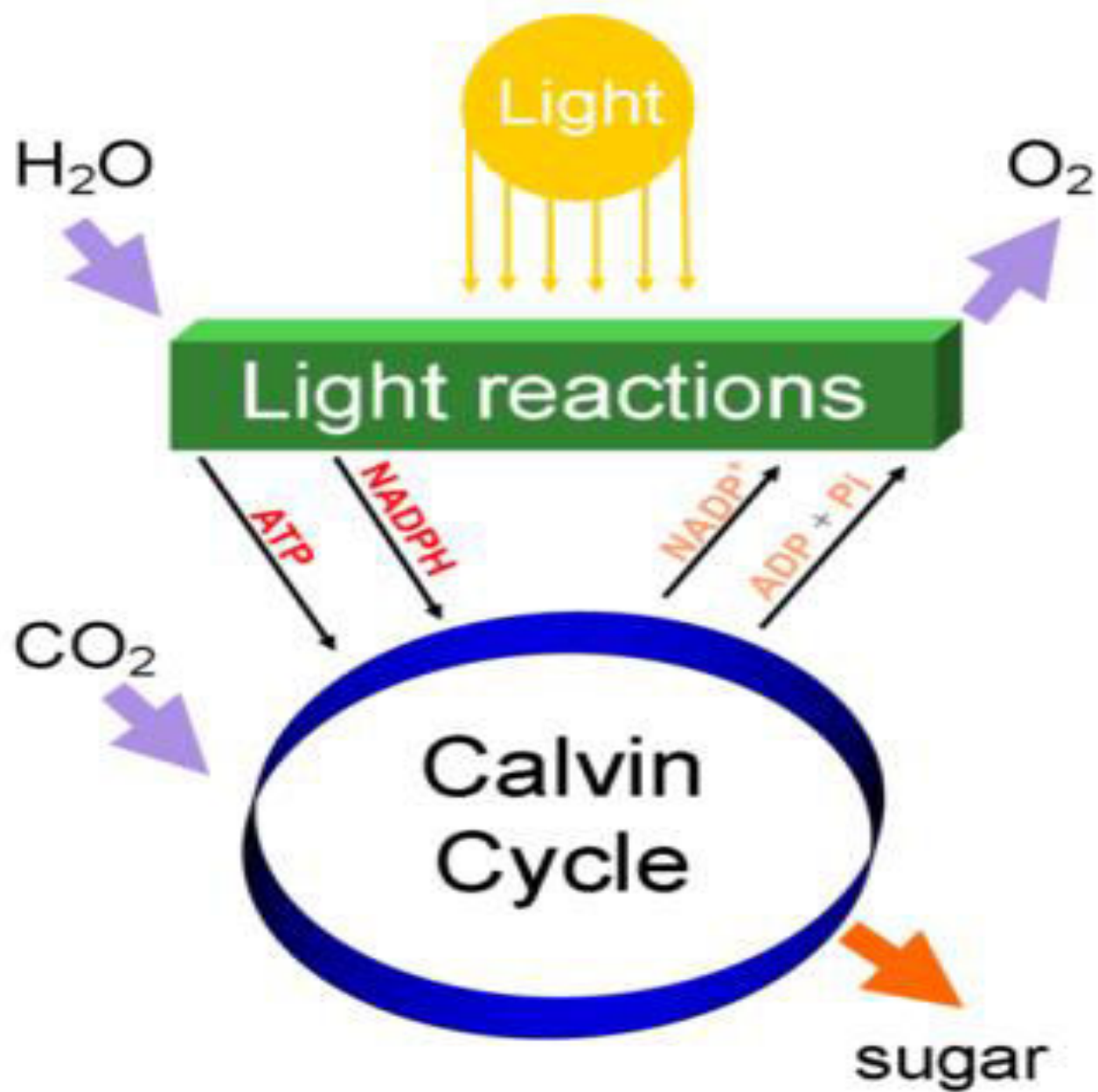
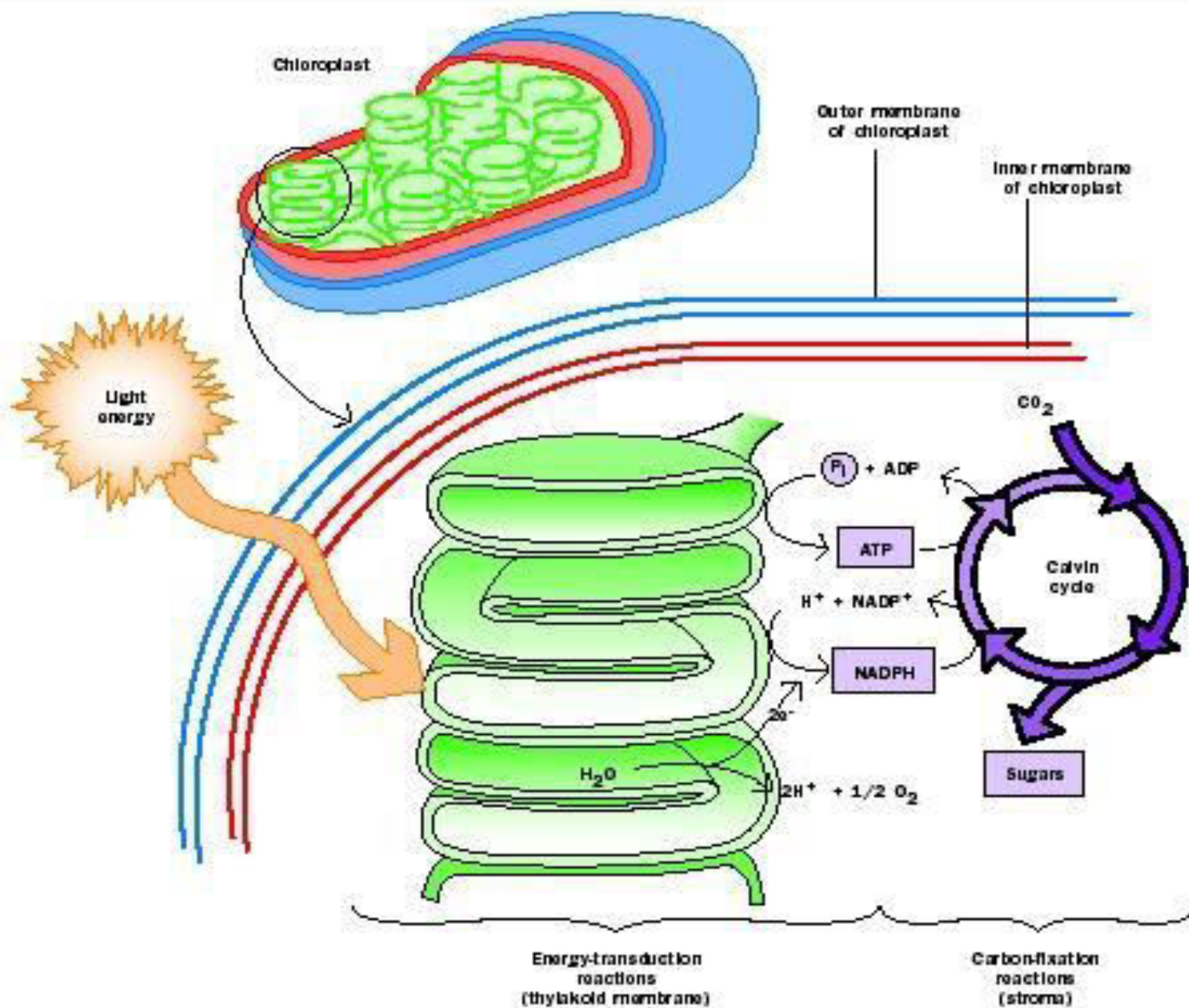


Figure 12-30  
*Molecular Cell Biology, Sixth Edition*  
 © 2008 W. H. Freeman and Company







# **CATABOLISMUL GLUCIDELOR**

Prin catabolismul glucidelor se înțelege procesul de degradare al glucidelor (mono-, oligo- și poliglucidelor) în organism.

**GLICOLIZA**

**CICLUL KREBS SI RESPIRATIA TISULARA**

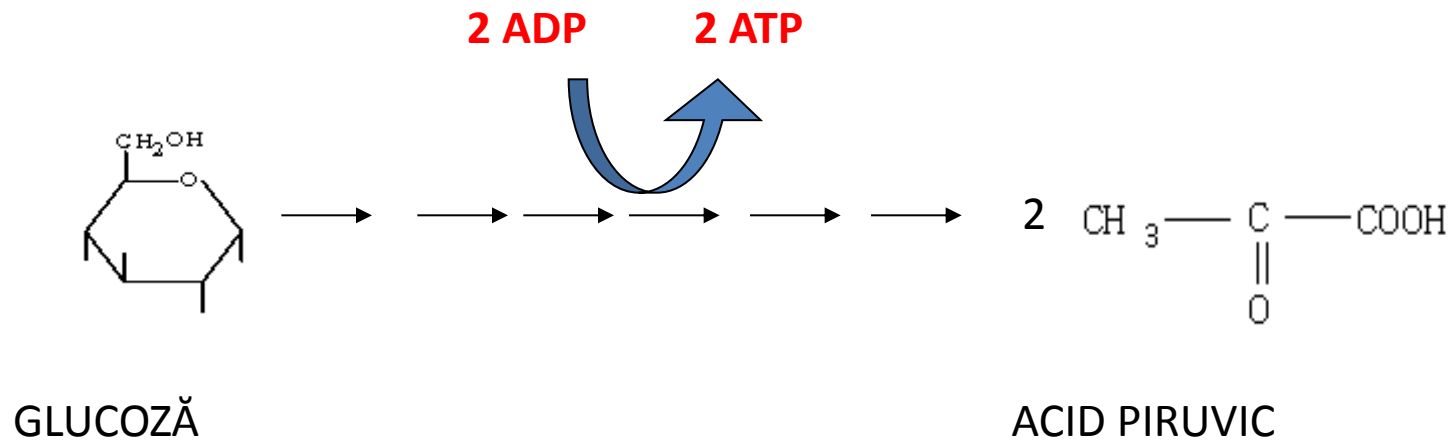
**FOSFORILAREA OXIDATIVA**

**CÂTUL RESPIRATOR**

**DEGRADAREA GLUCIDELOR PE CALEA PENTOZOFOSFATILOR**

## GLICOLIZA

Glicoliza reprezintă o succesiune de reacții, care au rolul de a converti **glucoza** la **acid piruvic**, pe cale **anaerobă**, cu producerea concomitentă a unei cantități mici de **ATP**.



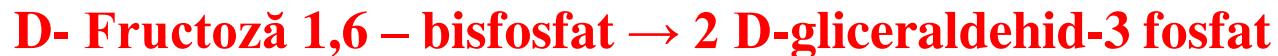
# GLICOLIZA

Reacțiile biochimice care au loc în cadrul glicolizei se pot grupa în 3 etape:

## 1. etapa de început:

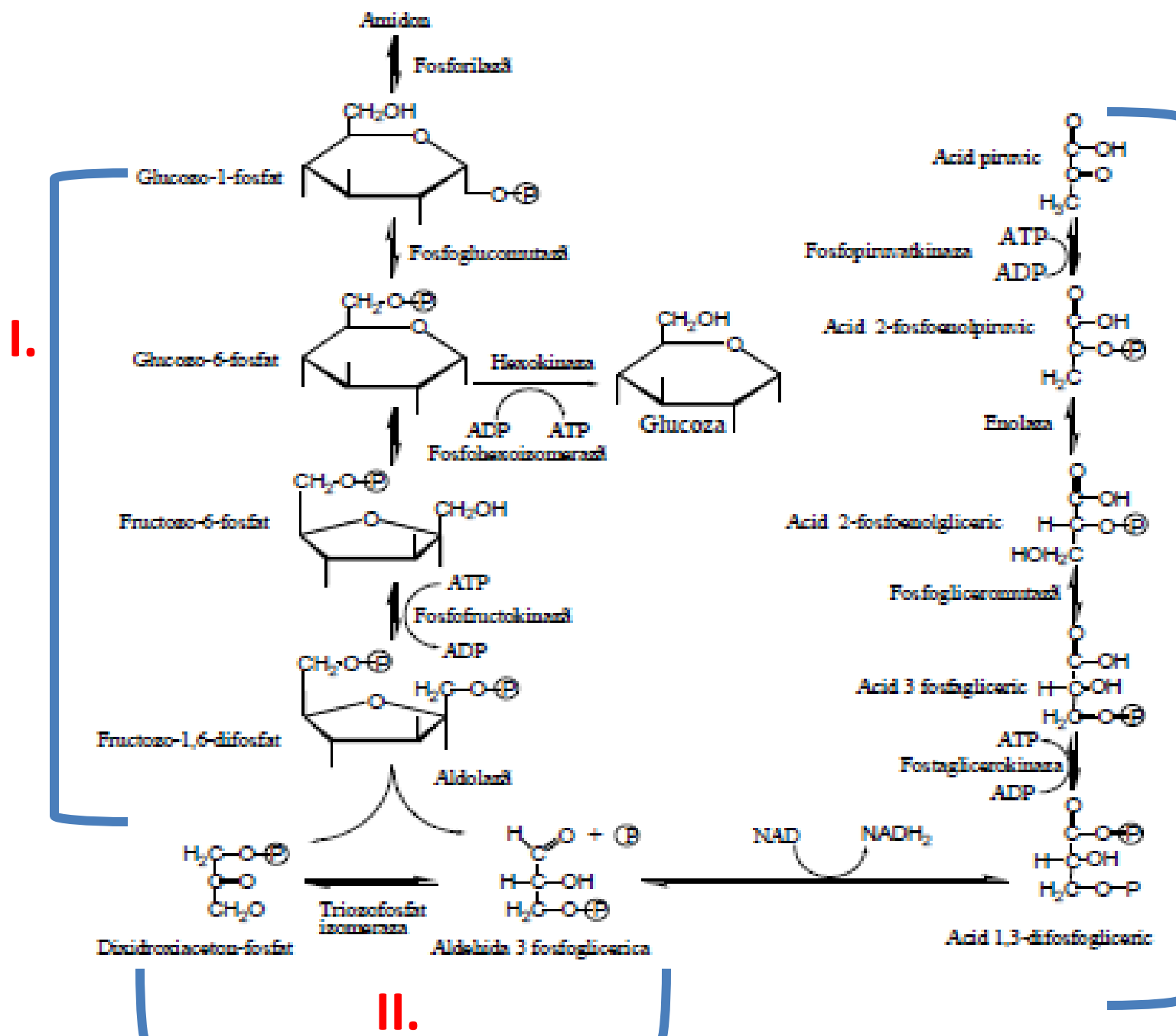


## 2. etapa de clivare:



## 3. etapa de oxidoreducere și fosforilare:





## GLICOLIZA

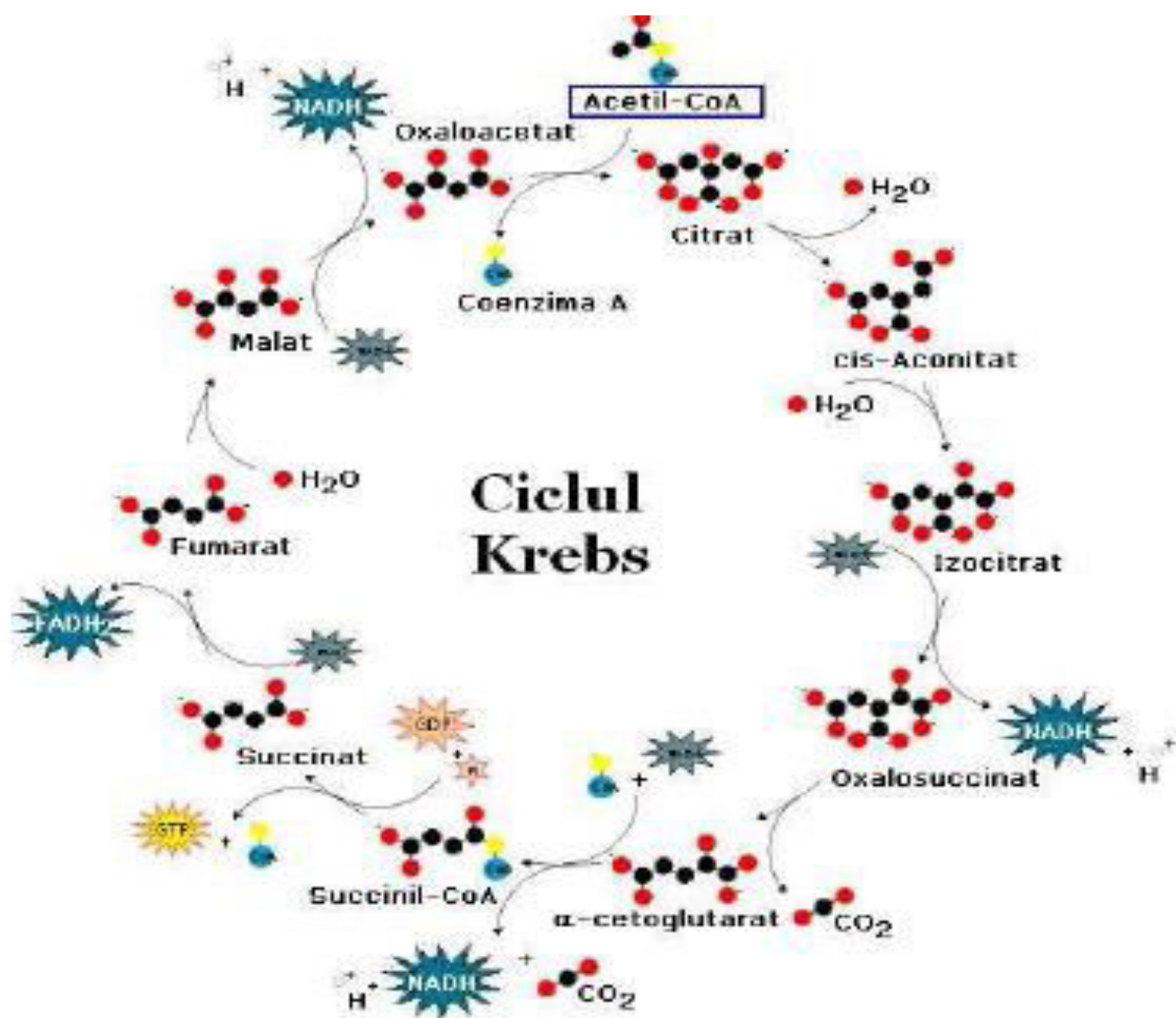
Rolul glicolizei:

1. Se utilizează ușor rezervele de amidon, oligoglucide din mediu, fiind independentă de aportul oxigenului sau a glucozei în stare liberă, aflată în seva elaborată, lichide intercelulare.
2. Pune la dispoziția țesuturilor energia necesară proceselor fiziologice când aceste țesuturi nu au la dispoziție oxigenul necesar sau îl primesc în cantitate foarte mică

## CICLUL KREBS (ciclul respirator)

Prin ***metabolism aerob*** are loc procesul de degradare al substanțelor biochimice cu ajutorul oxigenului.

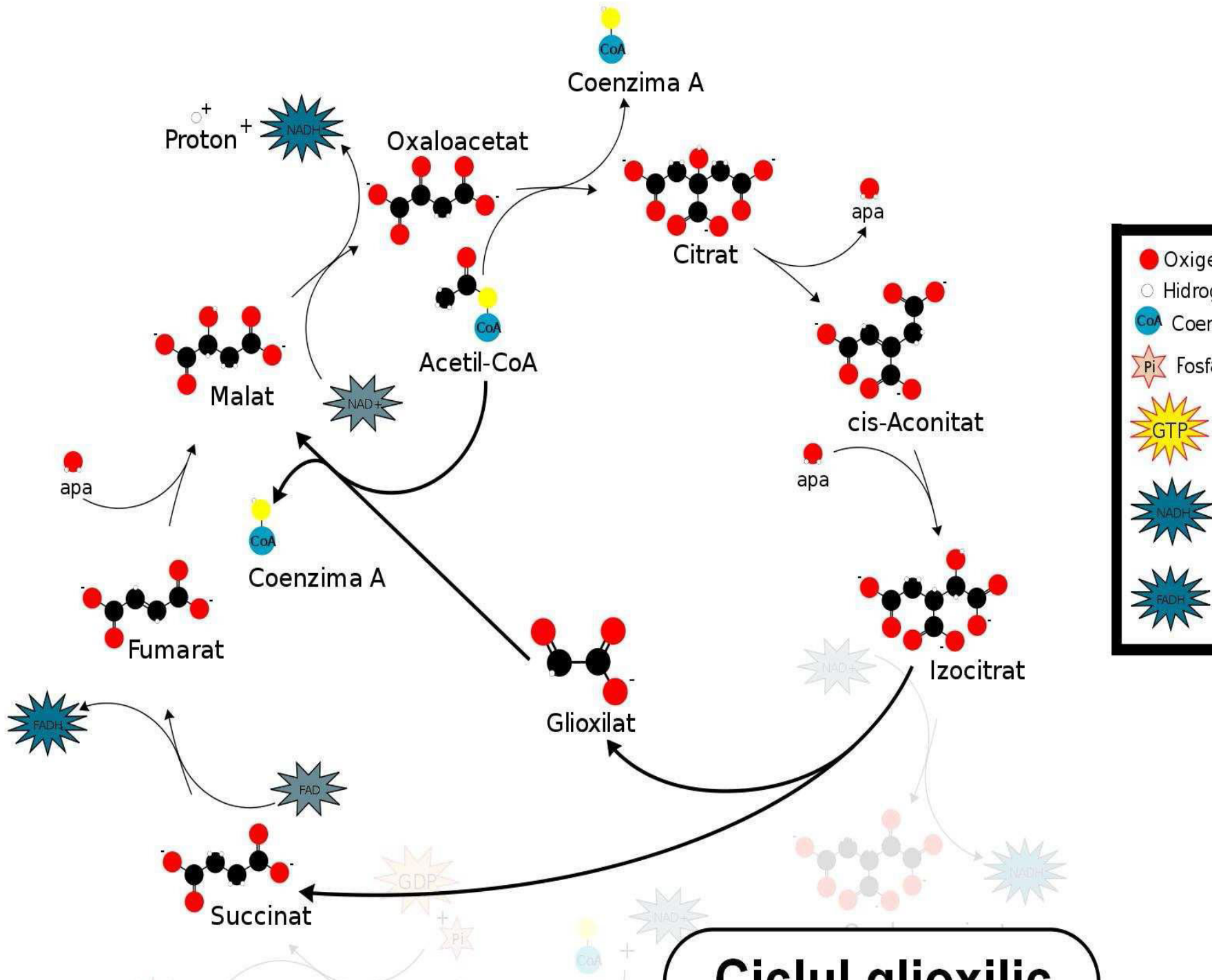
Prin ciclul Krebs, are loc degradarea glucidelor cu formare de ***CO<sub>2</sub> și apă + o cantitate mare de energie.***



## Importanța ciclului Krebs

1. Se eliberează în mod treptat o ***cantitate mare de energie***, necesară proceselor fiziologice și biochimice din organism.
2. Prin intermediul ciclului Krebs se stabilește ***interrelații metabolice***:
  - Intre glucide și lipide prin intermediul cetoacizilor și acetil CoA
  - Intre glucide și proteine
  - Intre glucide și glucide
- 3. se formează o cantitate mare de hidrogen activ care contribuie la ***biosinteza apei in organism***





**Ciclul glicolic**

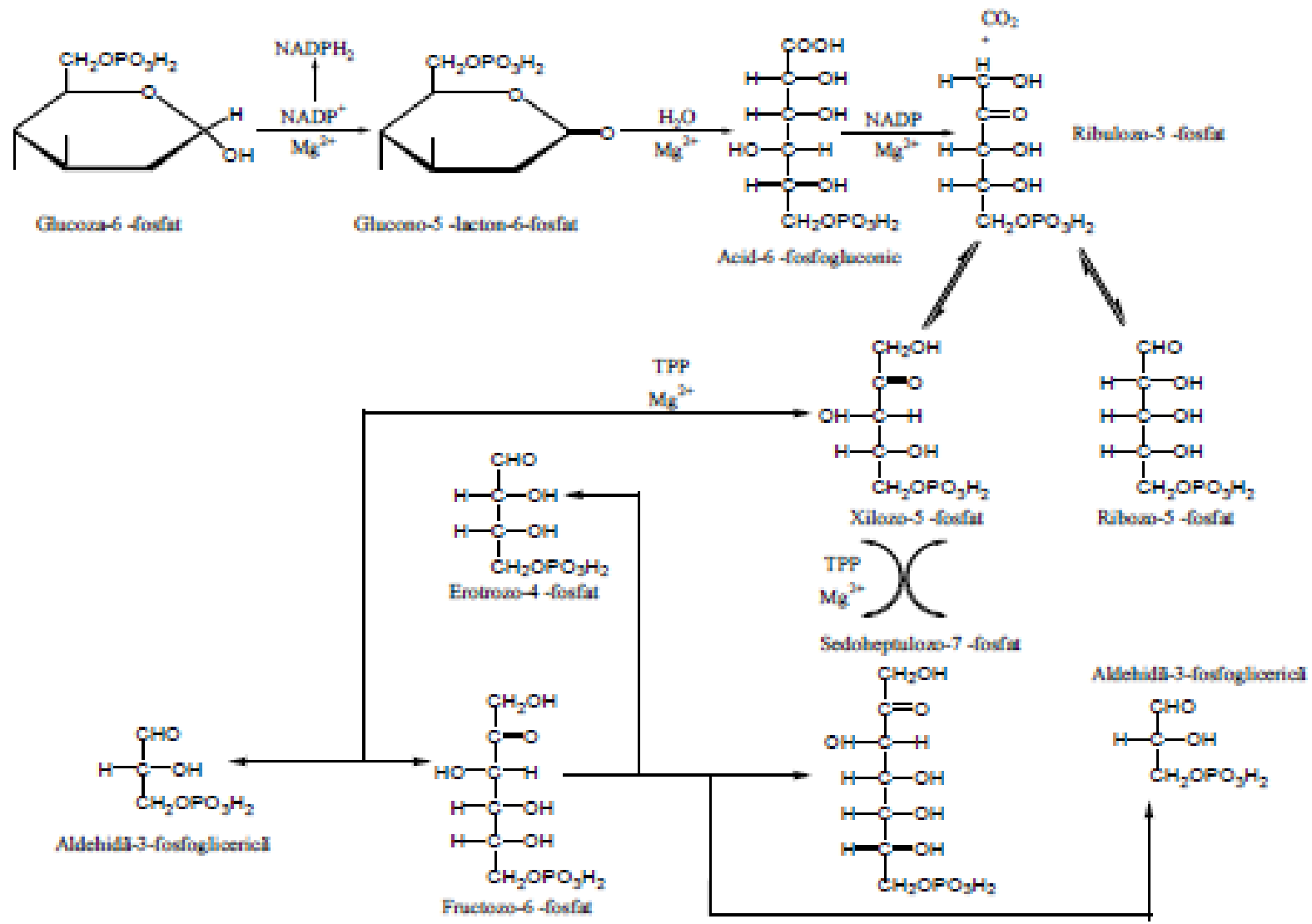
## CICLUL PENTOZO-FOSFAȚILOR

*Ciclul pentozofosfat*, reprezintă o altă cale de biodegradare a monoglucidelor.

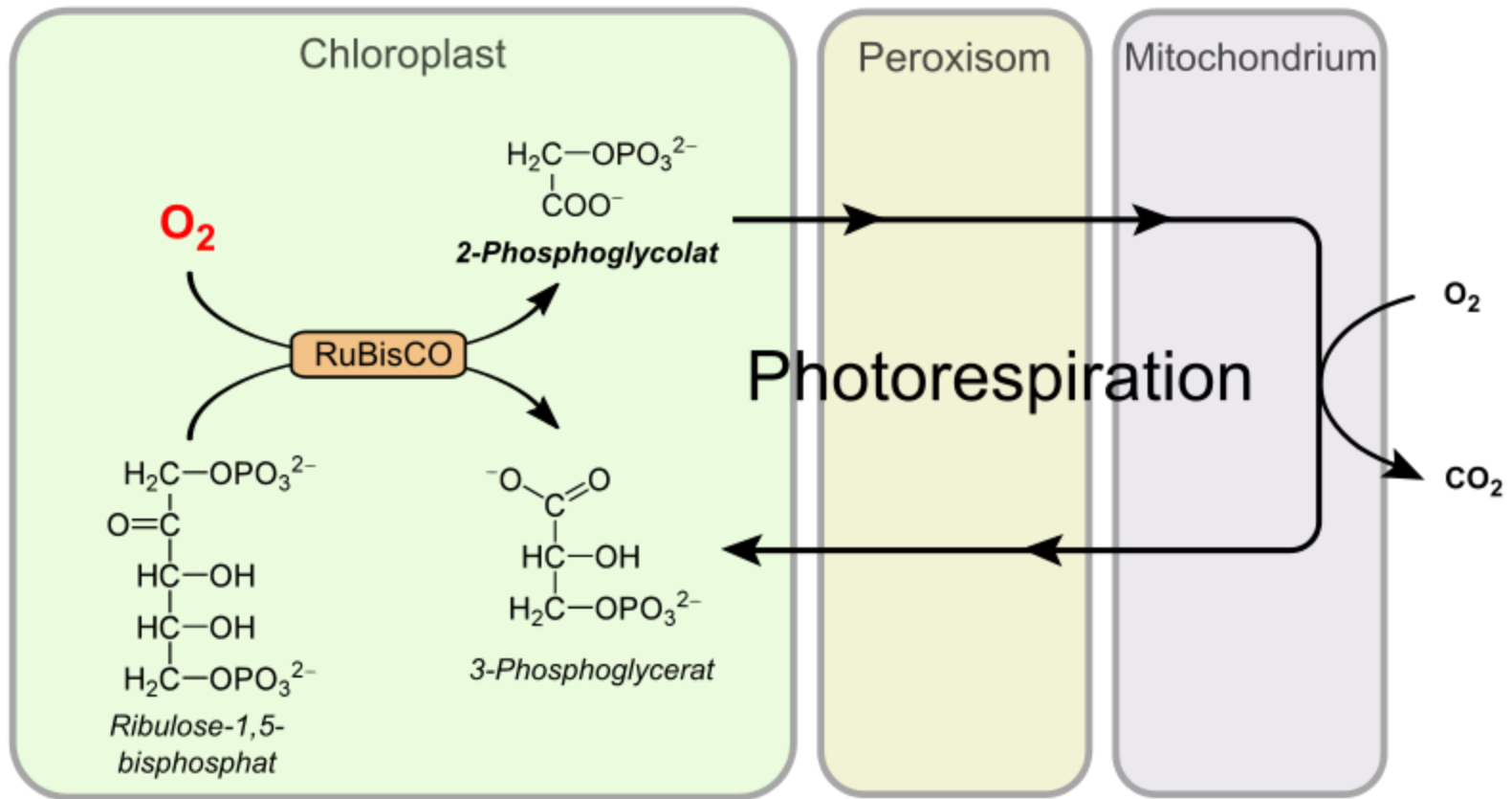
În acest ciclu are loc oxidarea **glucozo-6-fosfatului** până la acid **6-fosfogluconic**, în prezența enzimei glucozo-6-fosfatdehidrogenaza. Acidul 6-fosfogluconic format suferă o decarboxilare la nivelul C1, concomitent cu o nouă oxidare cu participarea NADP<sup>+</sup>-ului, rezultatul reacției fiind **ribulozo-6-fosfatul**.

**Această cale este caracteristică țesuturilor vegetale atacate de diferite microorganisme patogene precum și țesuturilor vătămăte.**

# CICLUL PENTOZO-FOSFAȚILOR



# FOTORESPIRAȚIA



# METABOLISMUL LIPIDIC

## BIOSINTEZA LIPIDELOR

Biosinteza glicerolului

Biosinteza acizilor grasi

Biosinteza trigliceridele

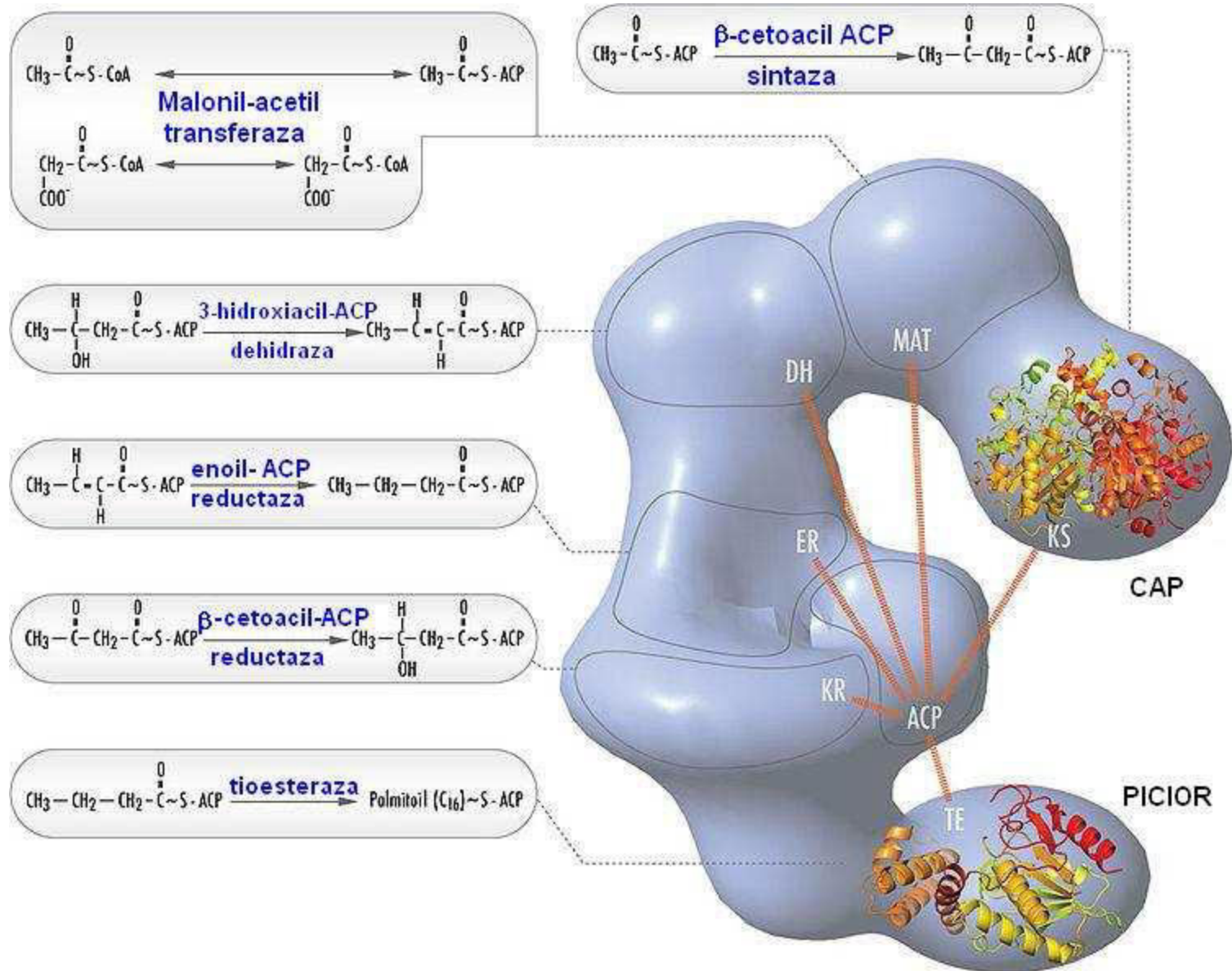
# Biosinteza acizilor grasi

*Se desfășoară în stroma cloroplastelor din frunze și în proplastidele din seminte și rădăcini.*

În prima etapă a acestui proces **acetatul liber** este activat sub formă de **acetil CoA**, în prezența enzimei **acetil CoA sintetază**. Acetil CoA, în prezența **dioxidului de carbon** și a **enzimei acetil CoA carboxilază**, formează o moleculă activă de **malonil-CoA**. Aceasta se leagă de o **proteină acil transportoare** (ACP), cu greutatea moleculară de 9 kDa, rezultând malonil-ACP. În continuare malonil-ACP intră în reacție de condensare cu acetil CoA, rezultând un compus cu 4 atomi de carbon. Prin condensări succesive se formează acizi grasi cu 16 și 18 atomi de carbon, aceste reacții fiind catalizate de *un sistem multienzimatic numit acid gras-sintaza formată din 6 enzime*.

# BIOSINTEZA LIPIDELOR

# Biosinteza acizilor grasi



# BIOSINTEZA LIPIDELOR

## Biosinteza acizilor grasi

Initial se sintetizează acizi grasi saturati, care ulterior sunt desaturati, astfel încât 75 % din acizii grasi din plante sunt nesaturati. Desaturarea lipidelor are loc în membrana plastidelor si a reticulului endoplasmatic neted, în prezenta unei *desaturaze*.



# **METABOLISMUL LIPIDIC**

## **DEGRADAREA LIPIDELOR**

Catabolismul glicerolului

Catabolismul acizilor grasi

# Catabolismul acizilor grasi

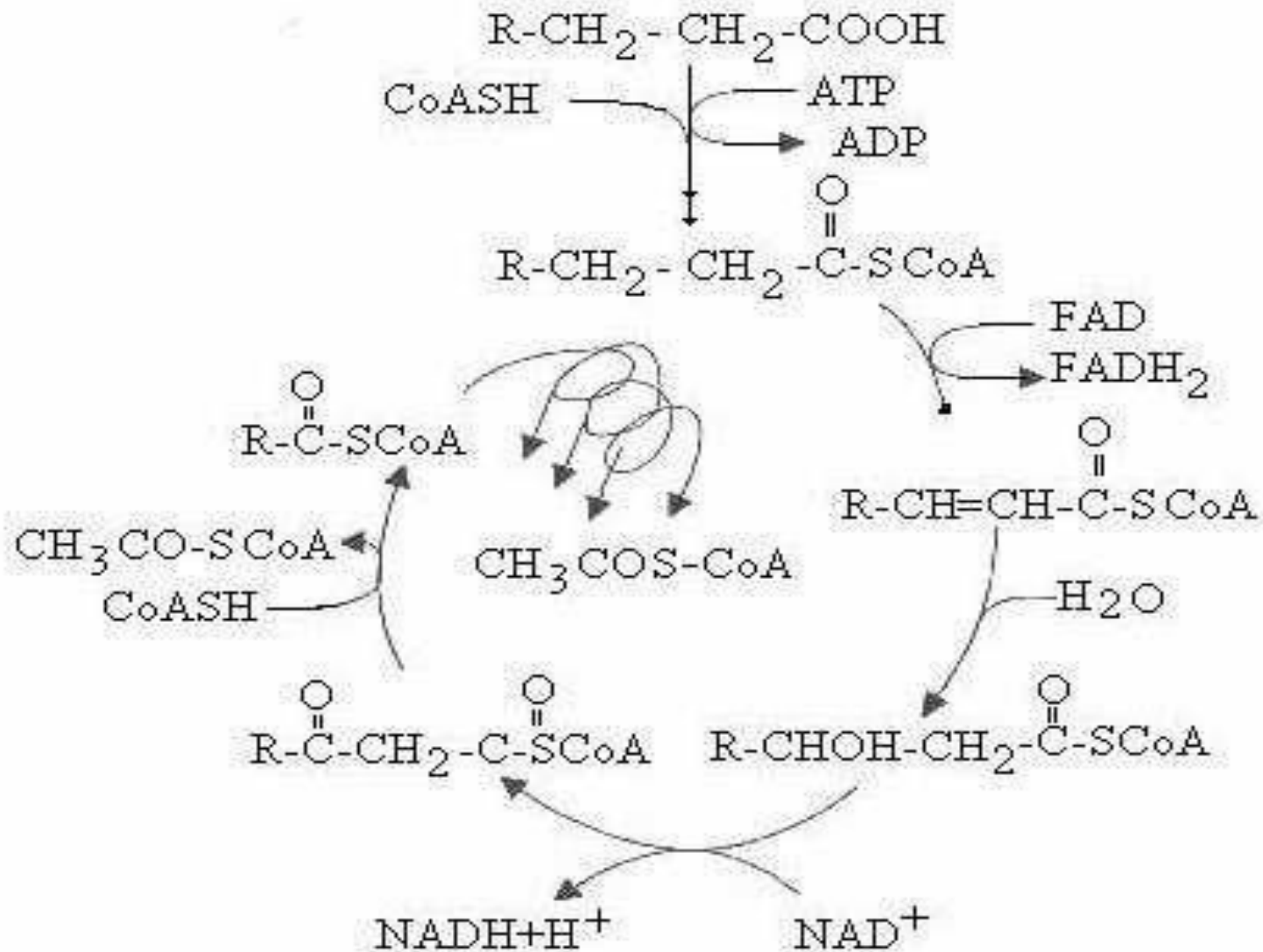
## DEGRADAREA LIPIDELOR

*Biodegradarea acizilor grasi are loc în **glioxizomi** si numai într-o mică măsură în peroxizomi si în mitocondrii. Acest proces se realizează prin beta-oxidare, care se desfășoară sub forma unei spirale (numită **spirală lui Linen**), fiecare spiră corespunzând cu formarea unui acid gras cu 2 atomi de carbon mai puțin si cu eliberarea unei molecule de acetil CoA ( $\text{CH}_3\text{-CO - S-CoA}$ ).*

Această secvență generează 5 moli de ATP, iar dintr-un acid gras cu 18 atomi de carbon, rezultă 9 moli de acetil CoA, care corespund cu 45 moli de ATP, respectiv 1.350 kJ energie biochimică.

# Catabolismul acizilor grasi

## DEGRADAREA LIPIDELOR



## METABOLISMUL PROTEIC

Schema biosintezei aminoacizilor, bazelor purinice și pirimidinice

