

# Chapter 4 Plant Respiration

# § 1 呼吸作用的概念和生理意义

## ❖ 呼吸作用的概念

1. 有氧呼吸 aerobic respiration: 生活细胞在氧的参与下, 把某些有机物质彻底氧化分解, 生成CO<sub>2</sub>和水, 同时释放大量能量的过程。



2. 无氧呼吸 anaerobic respiration: 在无氧条件下, 细胞把某些物质分解为不彻底的氧化产物, 同时释放能量的过程。

高等植物无氧呼吸可产生酒精、也可产生乳酸:

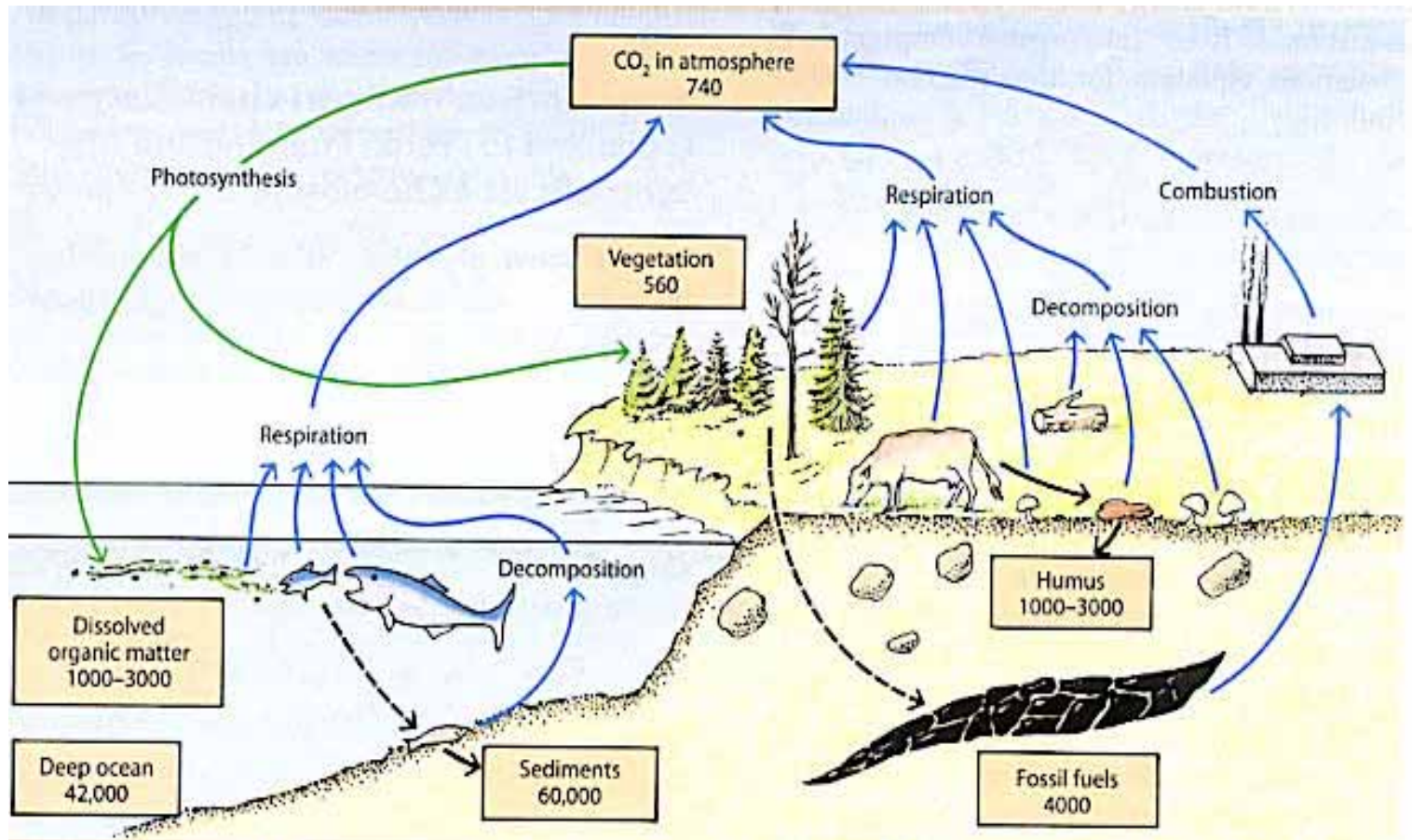


注：

- 在进化上，无氧呼吸早于有氧呼吸，因为地球开始时无游离氧，只有绿色光合生物出现后才有氧，进而有了有氧呼吸。
- 至今仍有专性嫌气微生物只能在无氧下生活，有氧反而有害。
- 高等植物虽有各种氧化酶，但仍保存了无氧呼吸的方式，在种子萌发初期和在的延存器官中（块根、块茎及果实）内部仍进行无氧呼吸，在水淹时也可进行无氧呼吸。

## ❖ 呼吸作用的生理意义

1. 提供能量
2. 提供原料（中间产物）
3. 增强抗逆性



All numbers in billions of metric tons as of 1988

## § 2 植物呼吸代谢的途径

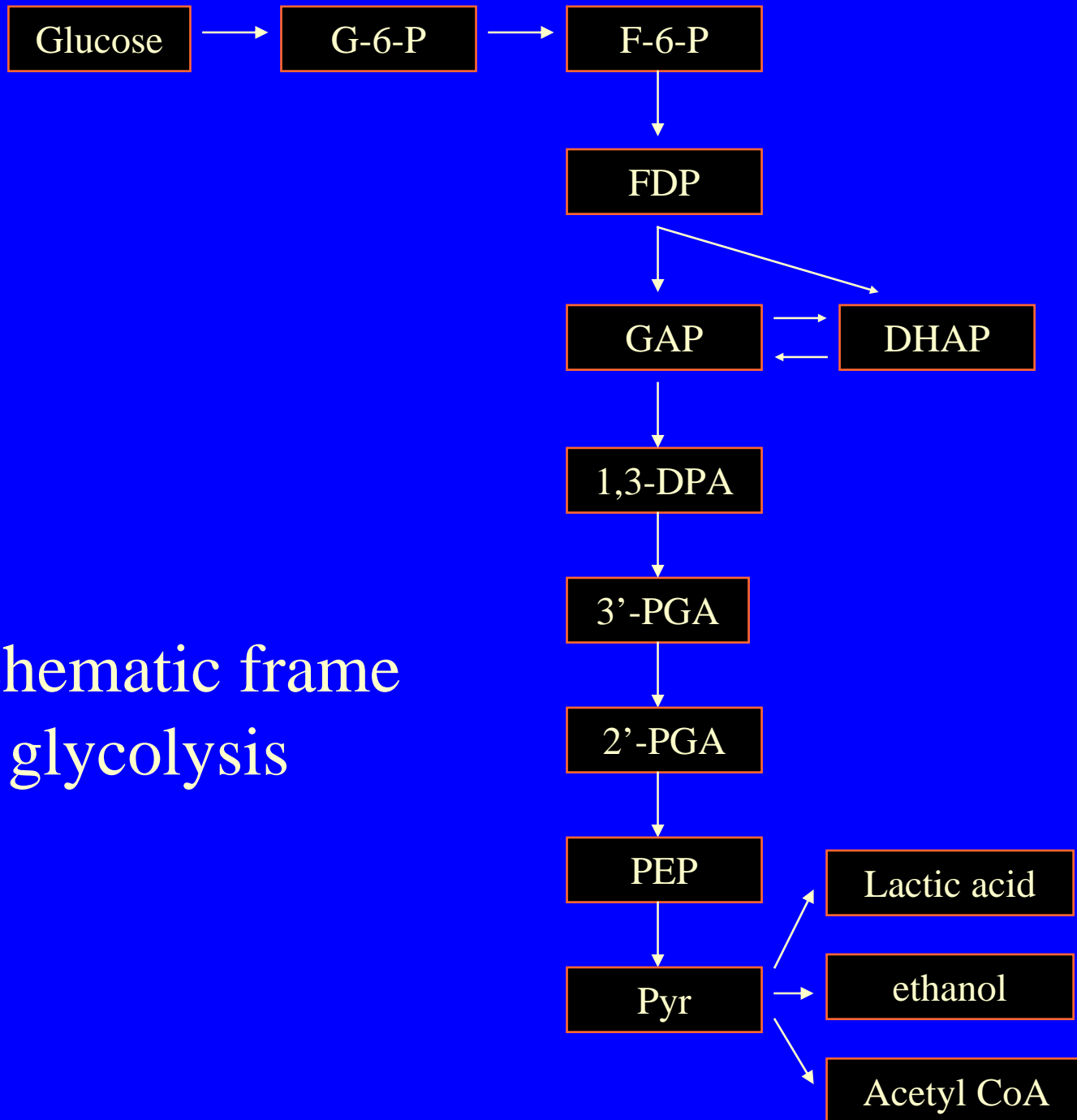
- ❖ 植物呼吸代谢途径有：糖酵解、三羧酸循环、磷酸戊糖途径和乙醛酸循环

### 一、糖酵解

1. 发现：G.Embden, O.Meyerhof, JK,Parnas
2. 部位：cytoplasm
3. 反应式： $\text{Glucose} + 2\text{NAD}^+ + 2\text{ADP} + 2\text{P}_i$   
 $2\text{pyruvate} + 2\text{NADH} + 2\text{H}^+ + 2\text{ATP} + 2\text{H}_2\text{O}$

因糖酵解时环境并不为葡萄糖提供氧，其氧由葡萄糖分子自己提供，故无氧呼吸也称为**分子内呼吸** (intramolecular respiration)

4. 反应过程



Schematic frame  
of glycolysis

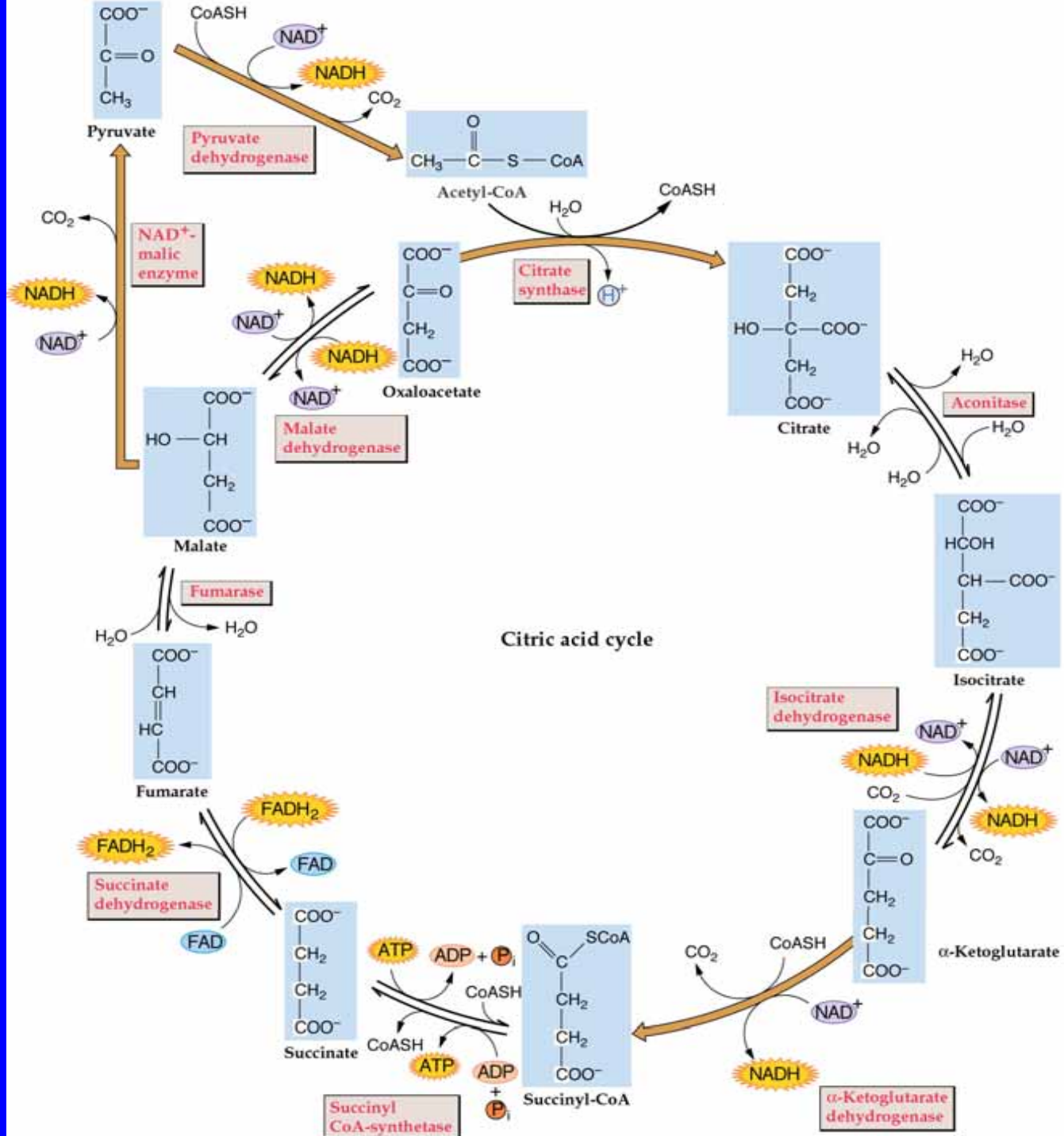
## 5. 意义

- 1) 产生ATP
- 2) 为其它物质如长链脂肪酸的合成提供原料。

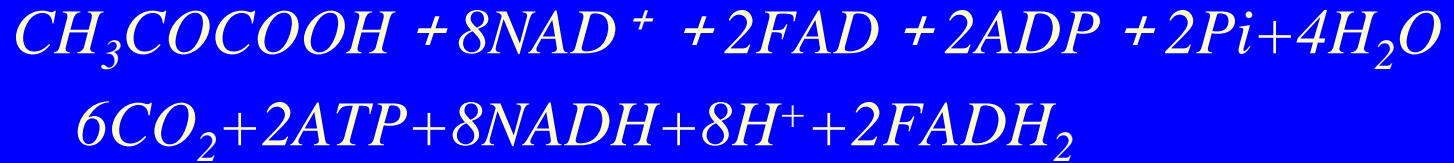
## 二 TCA cycle / citric acid cycle

1. 发现：由H.Krebs 发现，故也称Krebs cycle，因其中有多多个三元羧酸，故称三羧酸循环（TCA cycle），因其中第一个产物是柠檬酸，故也称柠檬酸循环（citric acid cycle）
2. 部位：线粒体
3. 底物：乙酰CoA
4. 过程：

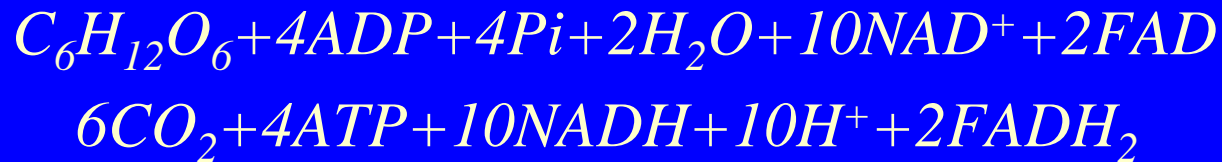




5. 反应式：



将EMP途径和TCA循环合起来：



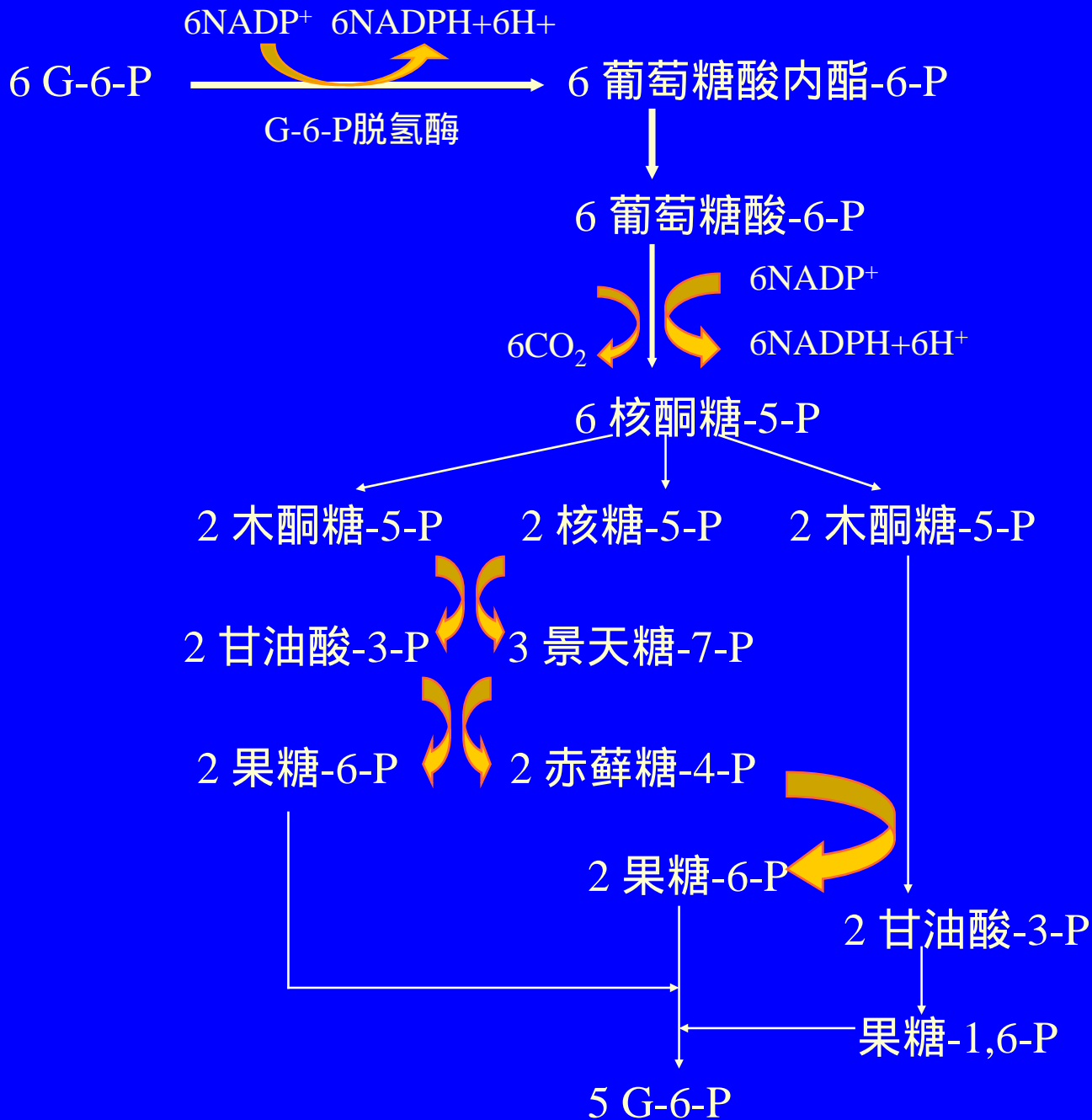
总共可得到约30个ATP。

# Summary of ATP synthesis from oxidation of one molecule of Glucose

	NADH	FADH <sub>2</sub>	ATP
<b>Glycolysis:</b>			
G → G-6-P			-1
F-6-P → FDP			-1
GAP → 1,3- DPGA	2		
1,3-DPGA → PGA			2
PEP → Pyr			2
<b>Pyr → acetyl-CoA</b>	2		
<b>Citric acid cycle:</b>	6	2	
GDP → GTP			1.5
<b>Oxidative phosphorylation</b>			
2 glycolytic NADH			4.5(3)
2 NADH (pyr to acetyl-CoA)			5
6NADH(citric acid cyle)			15
2FADH <sub>2</sub>			3
<b>Total:</b>			<b>31(29.5)</b>

### 三 戊糖磷酸途径

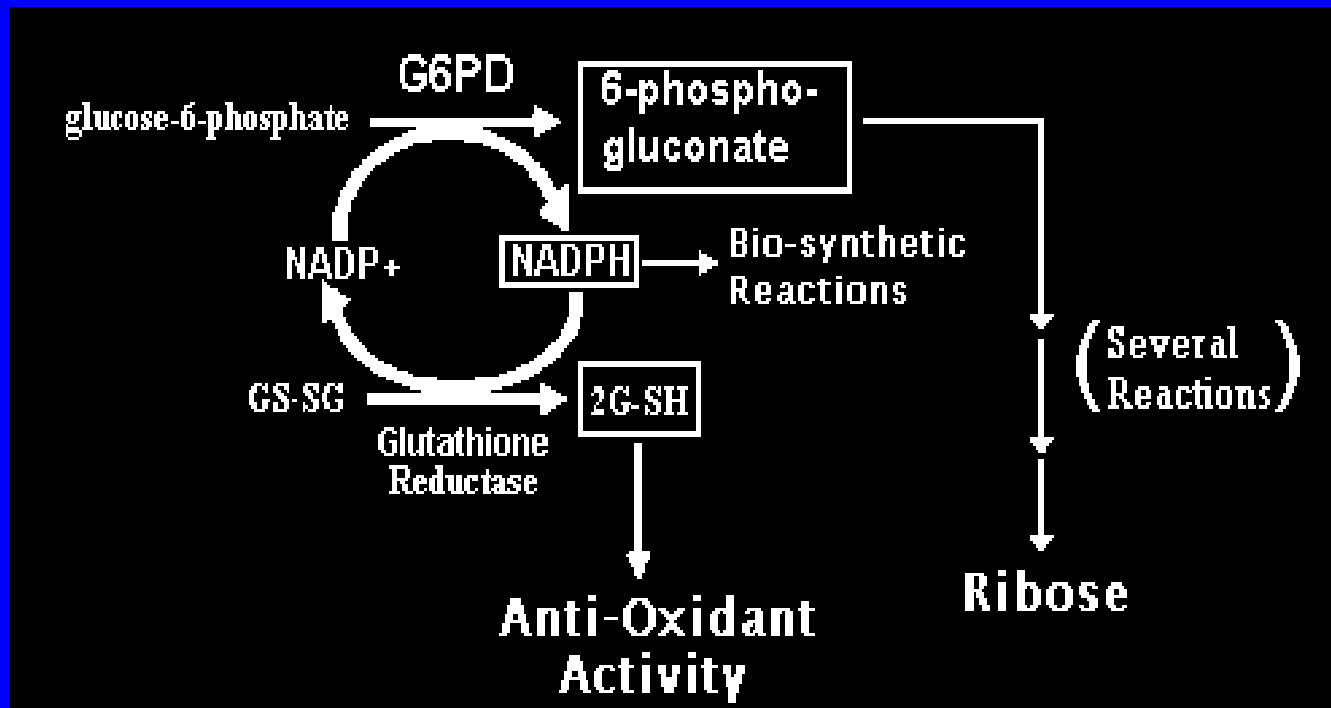
- ❖ Pentose phosphate pathway (PPP) 又称为己糖磷酸途径hexose phosphate pathway (HMP)
  1. 部位：胞质
  2. 底物：葡萄糖
  3. 过程



4. 反应式： $6G-6-P+7H_2O+12NADP^+ \rightarrow 12NADPH+12H^++5G-6-P+P_i$

5. 意义：

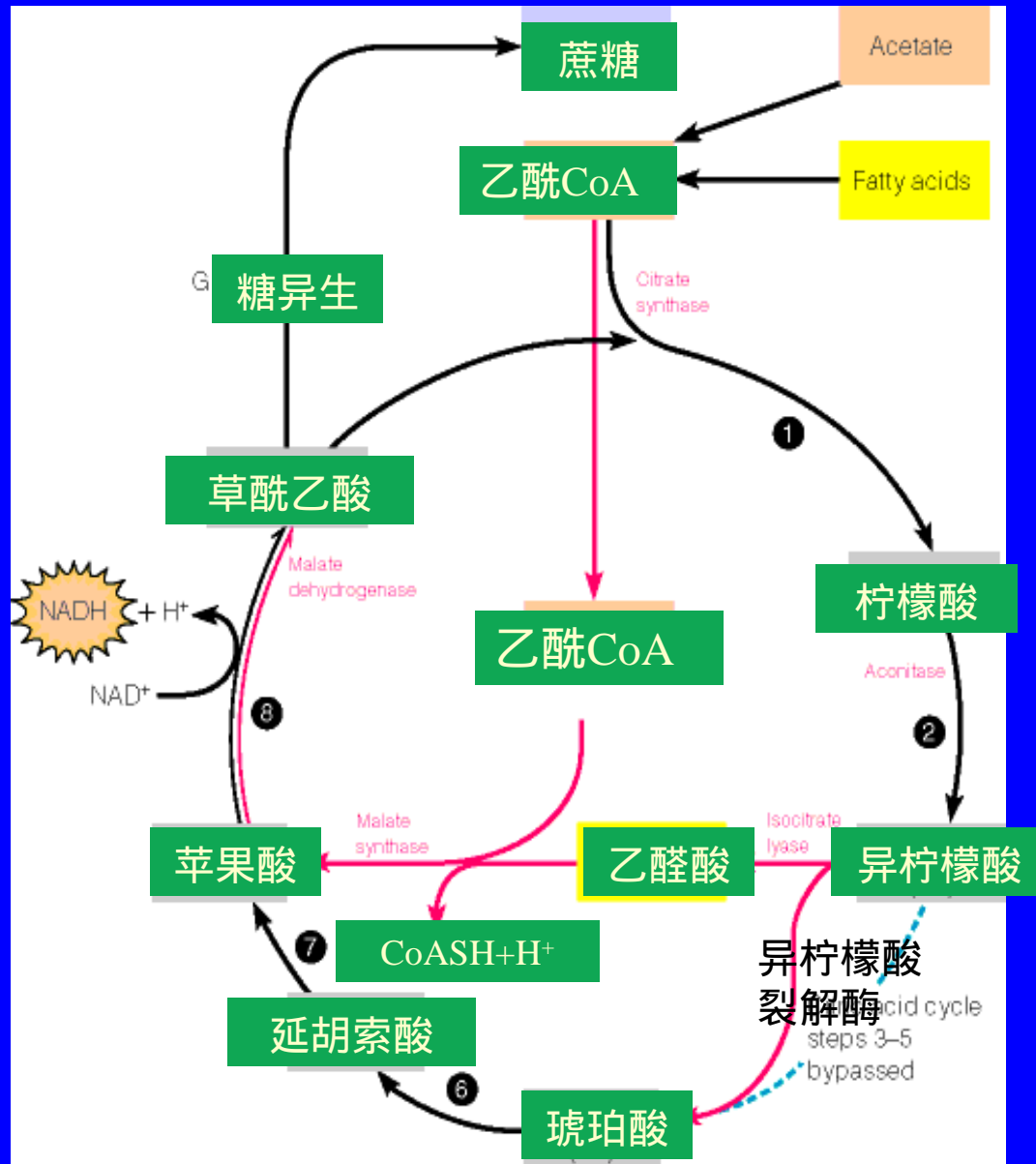
- 1) 生成的R - 5 - P是核糖合成的主要原料。
- 2) 生成的NADPH是细胞的还原能力的主要来源，它可用于脂肪酸、胆固醇、类固醇的合成，用于GSSG到GSH的还原，因此对于抗过氧化物氧化具有重要意义。



- 3) 戊糖磷酸途径与C3循环的许多中间产物相同，把光合作用与呼吸作用连接起来了。
- 4) 可增强植物的抗病、抗旱、抗损伤能力  
E-4-P可经莽草酸途径合成酚类物质，具抗病能力。

# 四 乙醛酸循环

1. 部位：乙醛酸循环体  
(一种过氧化物体)
2. 底物：乙酰CoA
3. 过程

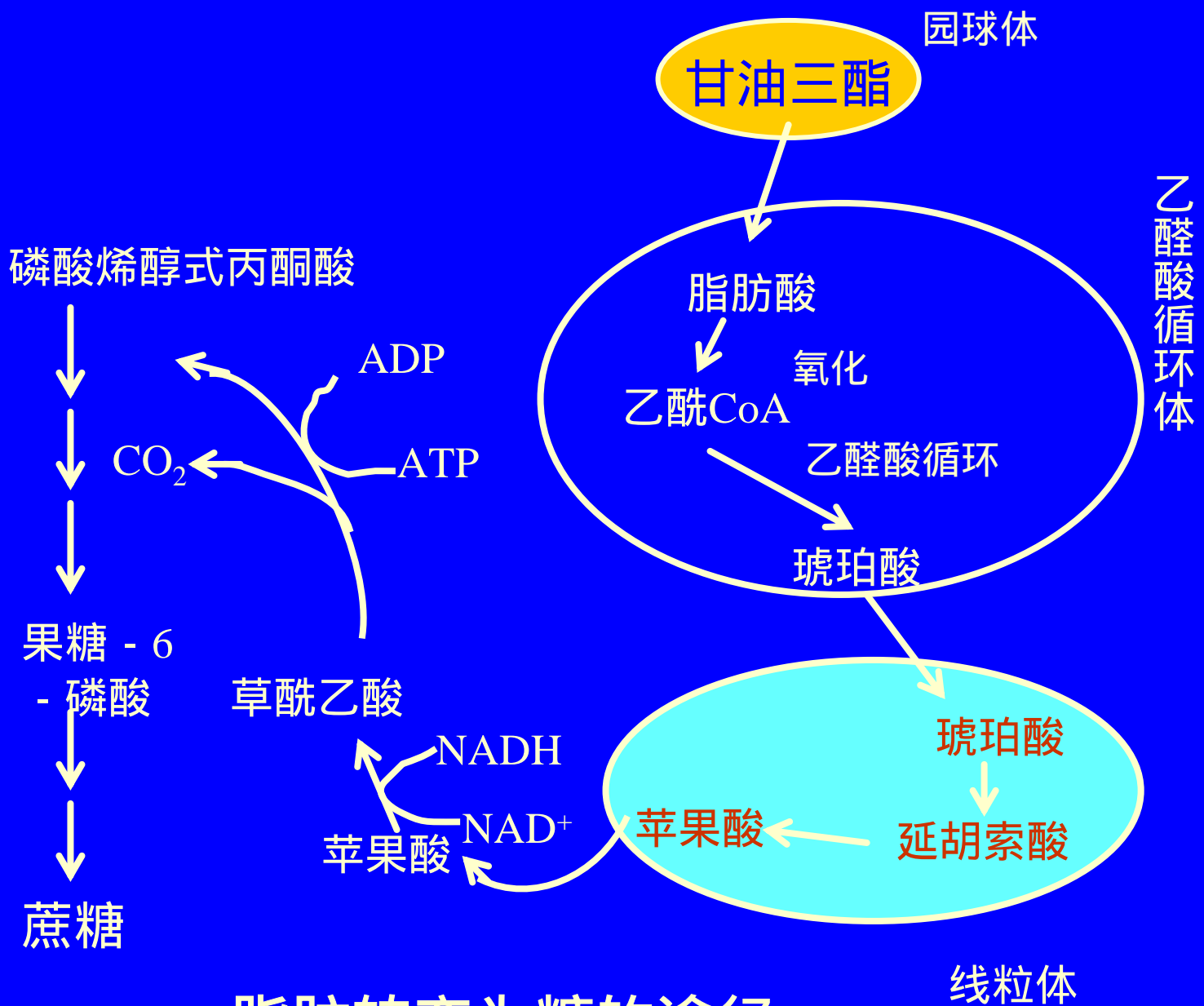




4. 反应式：



5. 意义：仅存在于植物中，与富含脂肪的种子在萌发时将脂肪转化为糖有关。



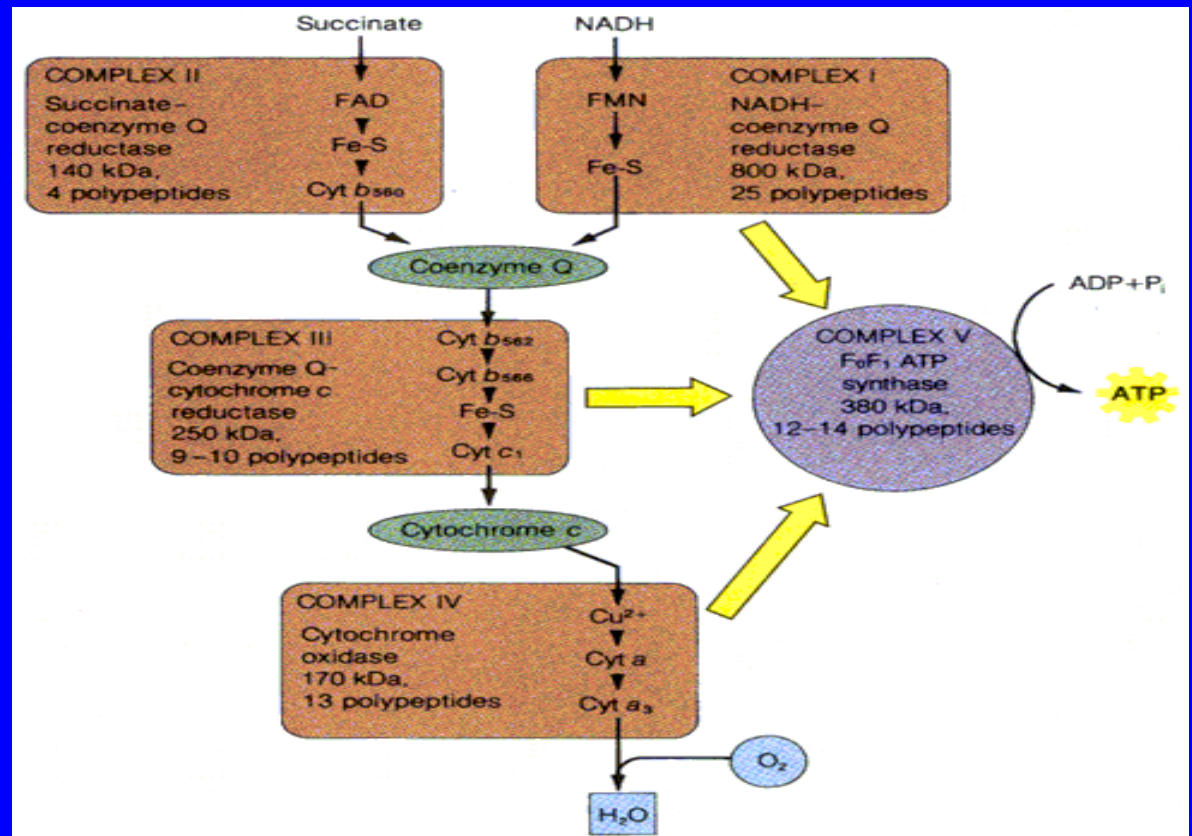
脂肪转变为糖的途径

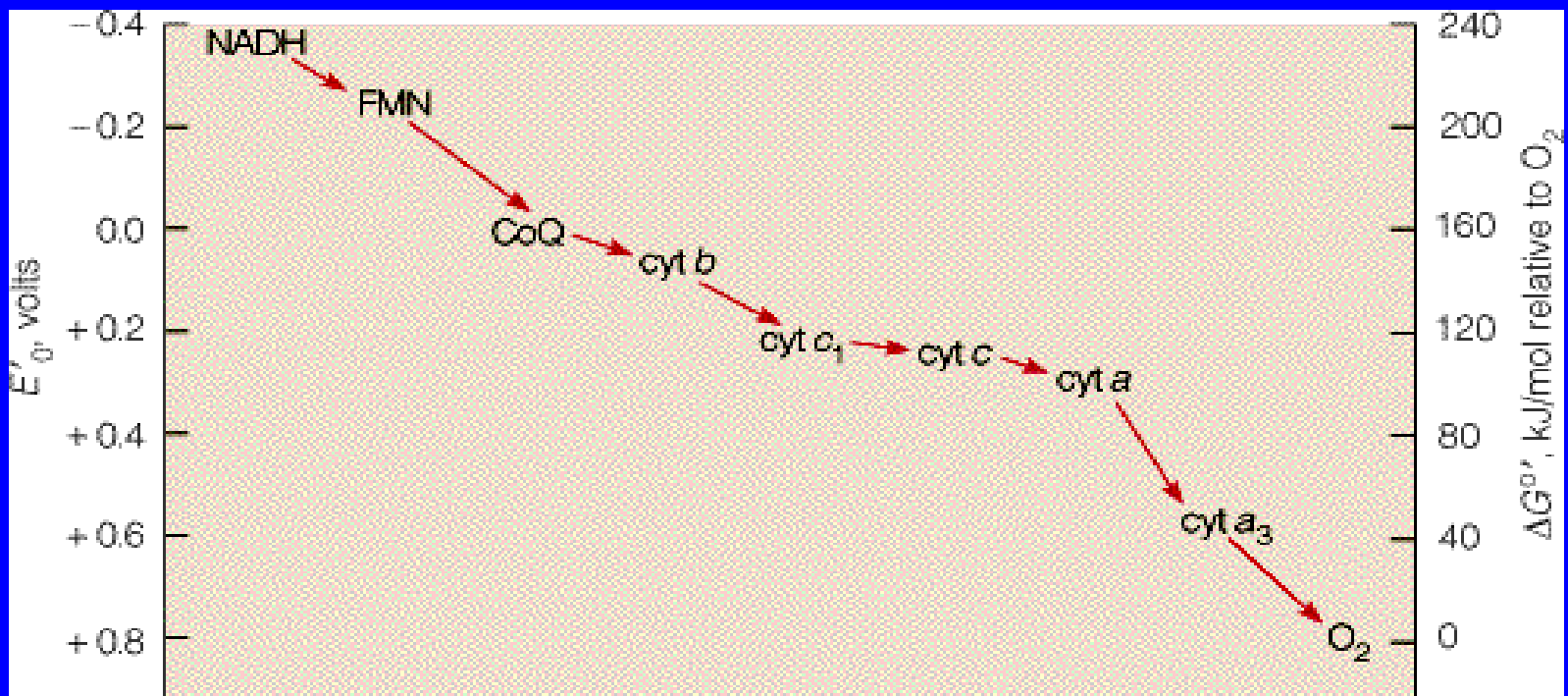
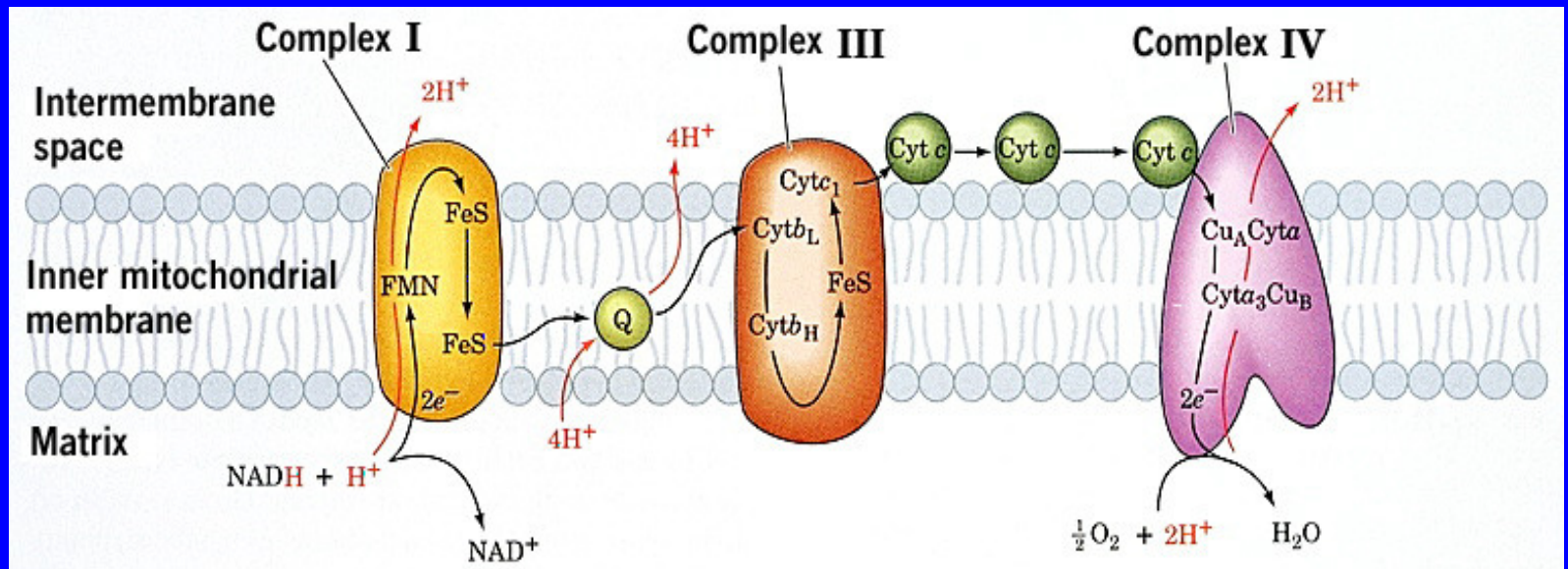
# § 3 生物氧化

## 一 呼吸链electron transport chain

1. 定义：呼吸代谢中产生的H（电子和质子），沿着一系列有顺序的电子传递体组成的电子传递途径，传到分子氧的总过程。

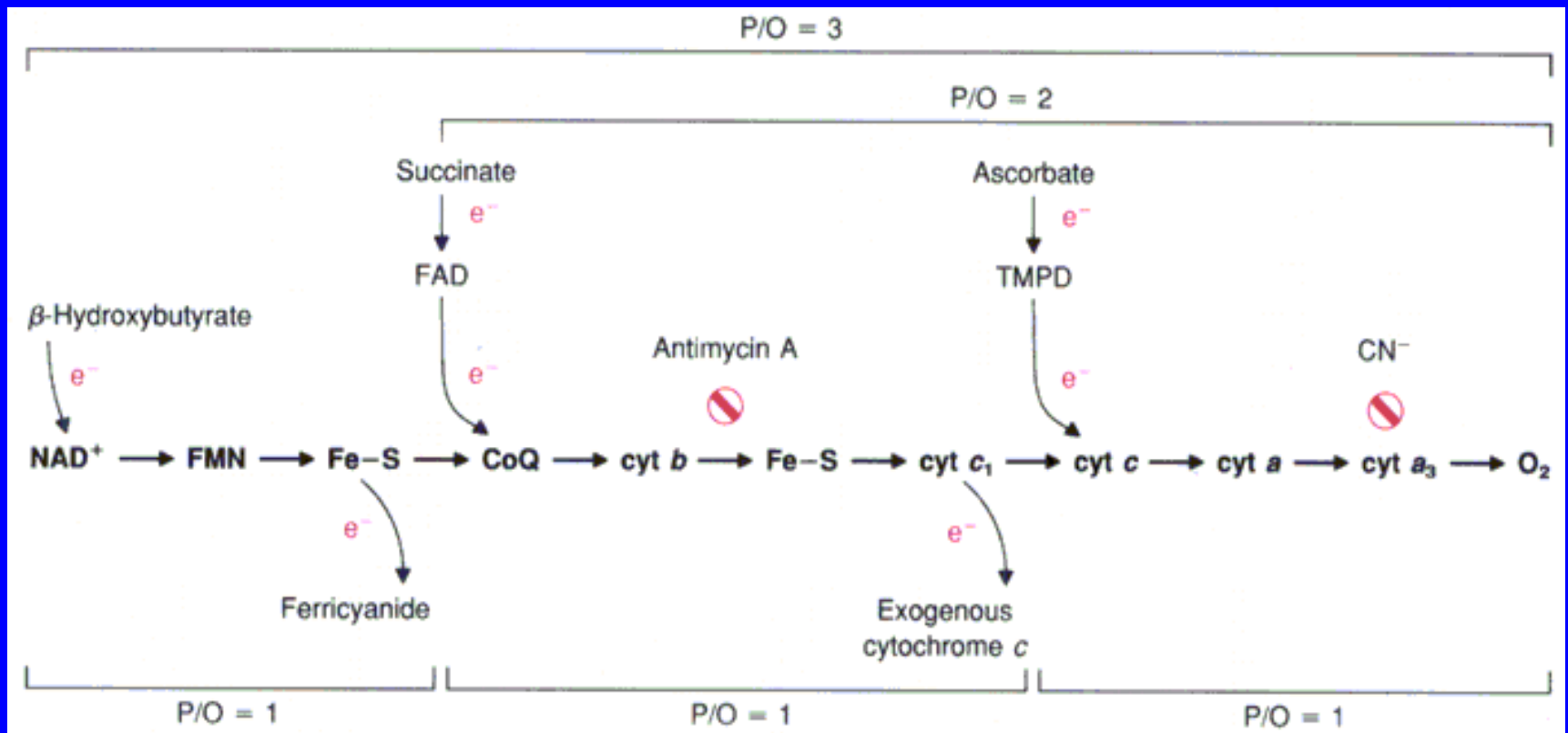
2. 内容：





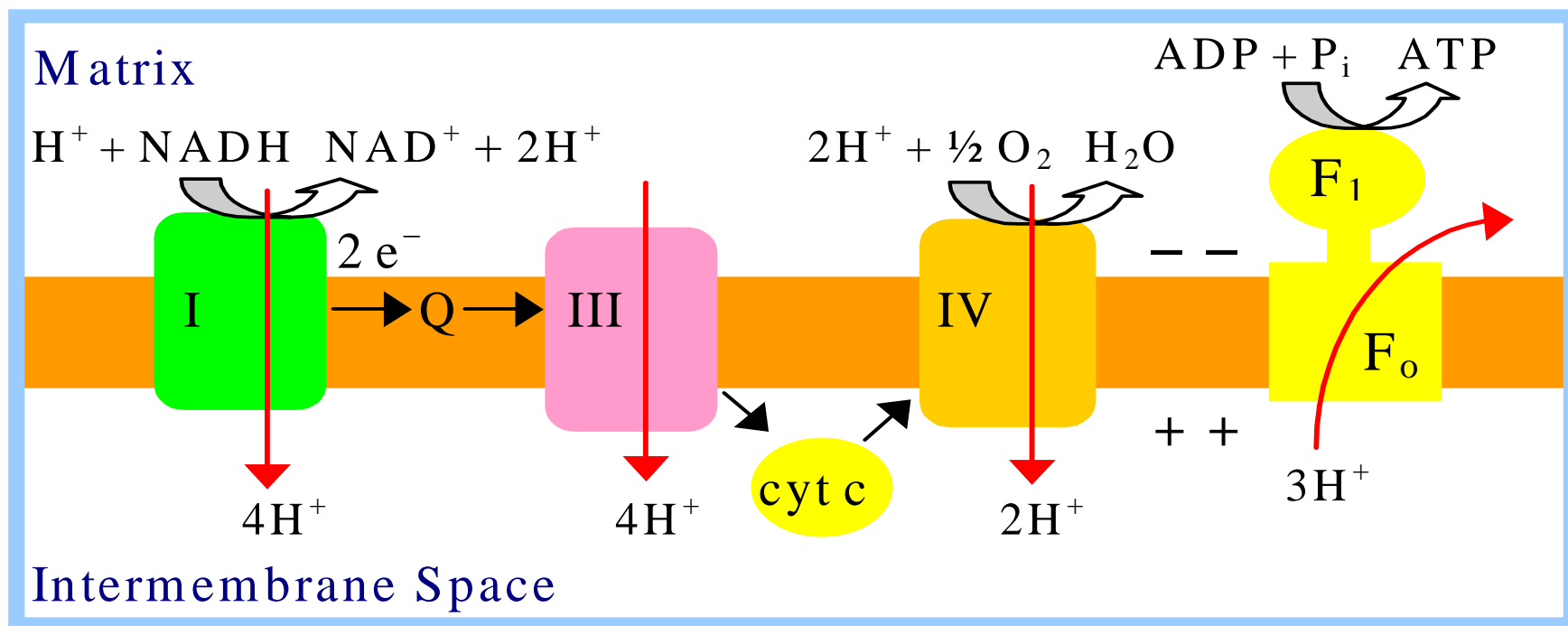
## 二 氧化磷酸化 oxidative phosphorylation

1. 定义：随着物质的氧化所同时发生的ATP的生成的过程。
2. P/O比：每吸收1个O（传递2个H）时所形成的ATP的个数。

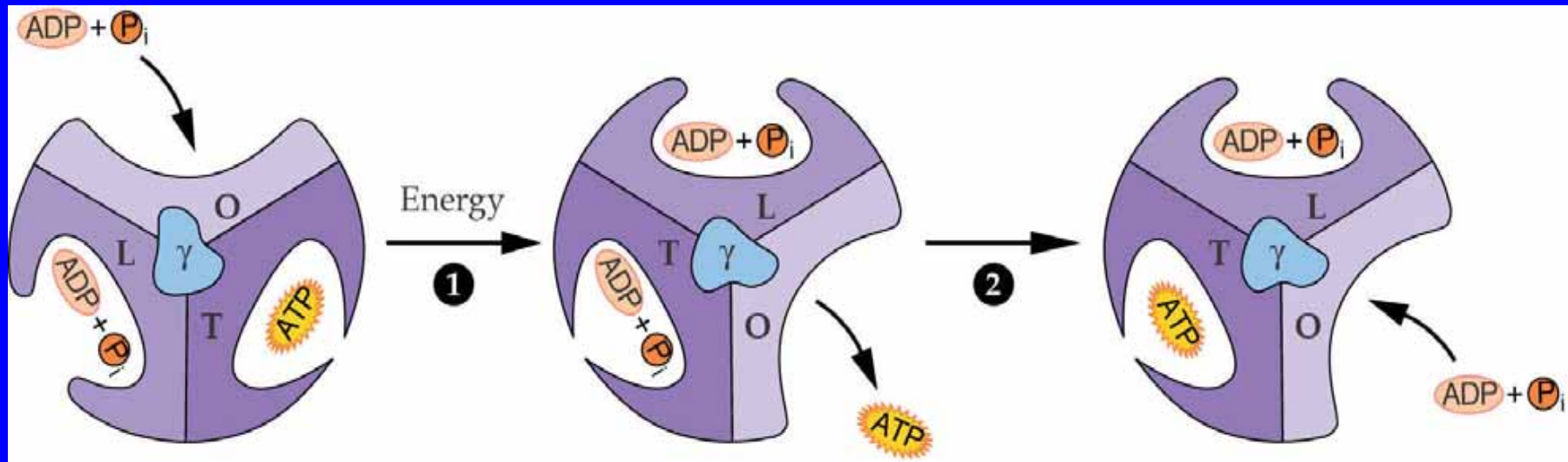
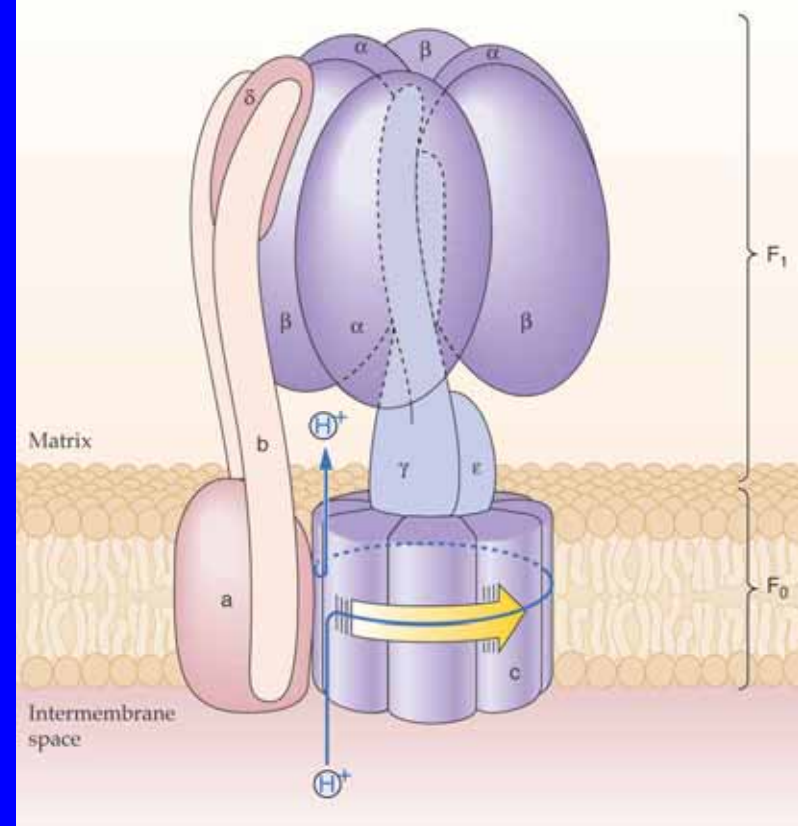


### 3. 电子传递与氧化磷酸化偶联的机理

#### 1) Mitchell 的化学渗透学说(chemiosmotic theory)



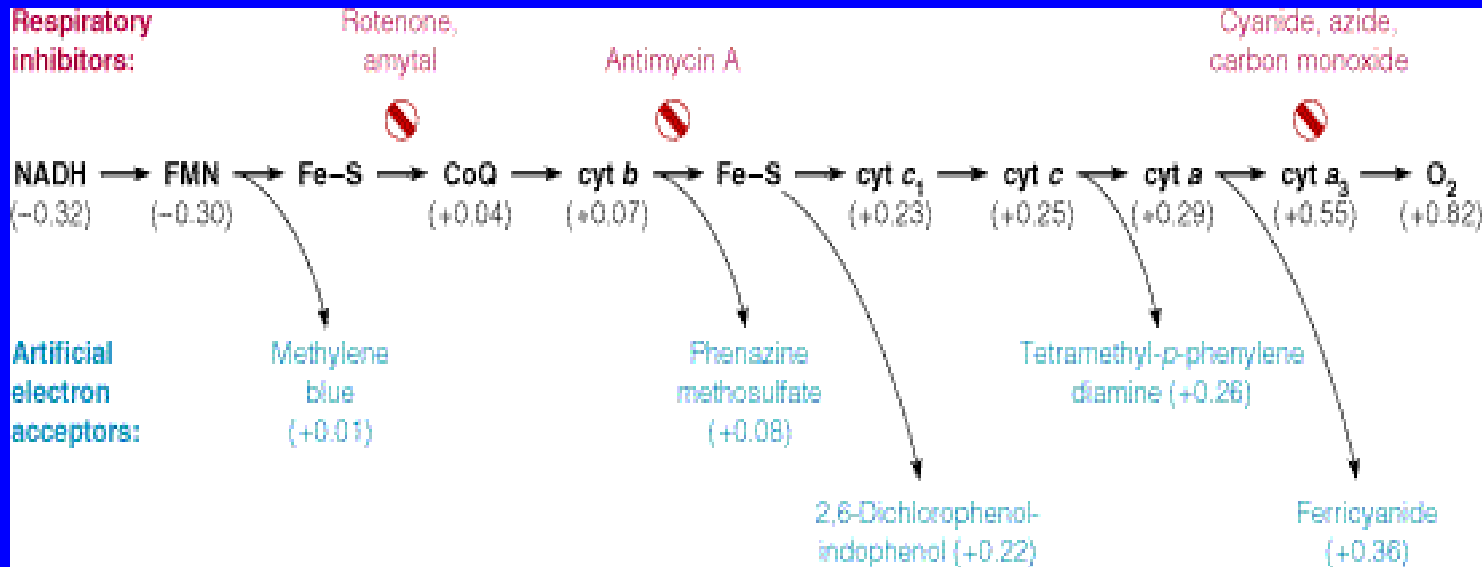
## 2) Boyer 等人的结合变构学说



## 4. 氧化磷酸化的抑制剂：

### 1) 呼吸链抑制剂：

- ❖ 复合体I：安密妥、鱼藤酮
- ❖ 复合体II：抗霉素A
- ❖ 复合体III：CO、CN<sup>-</sup>、N<sub>3</sub><sup>3-</sup>



2) 解偶联剂uncoupler: DNP

3) F1-F0抑制剂：寡霉素