

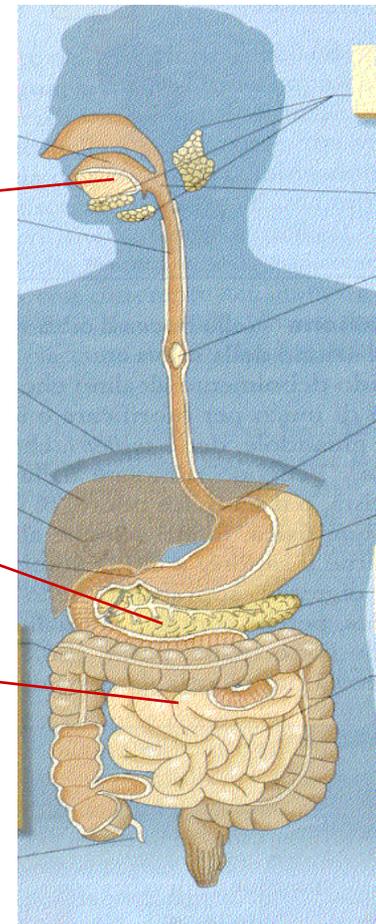
# CARBOIDRATI

Forniscono 4 kilocalorie per grammo

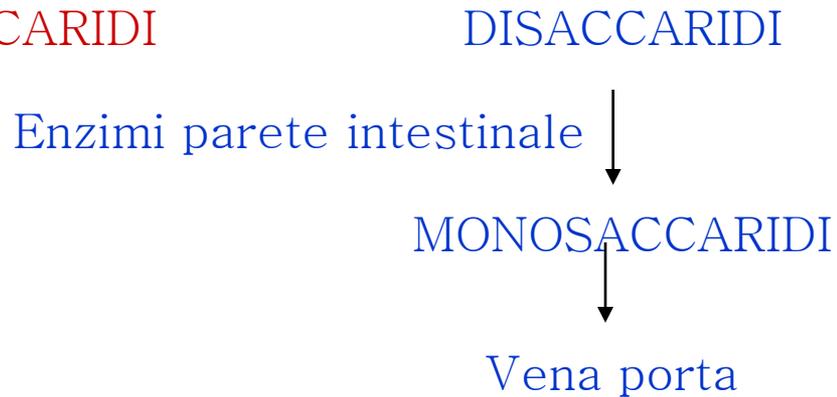
Fonte primaria di energia per il cervello ed il tessuto nervoso

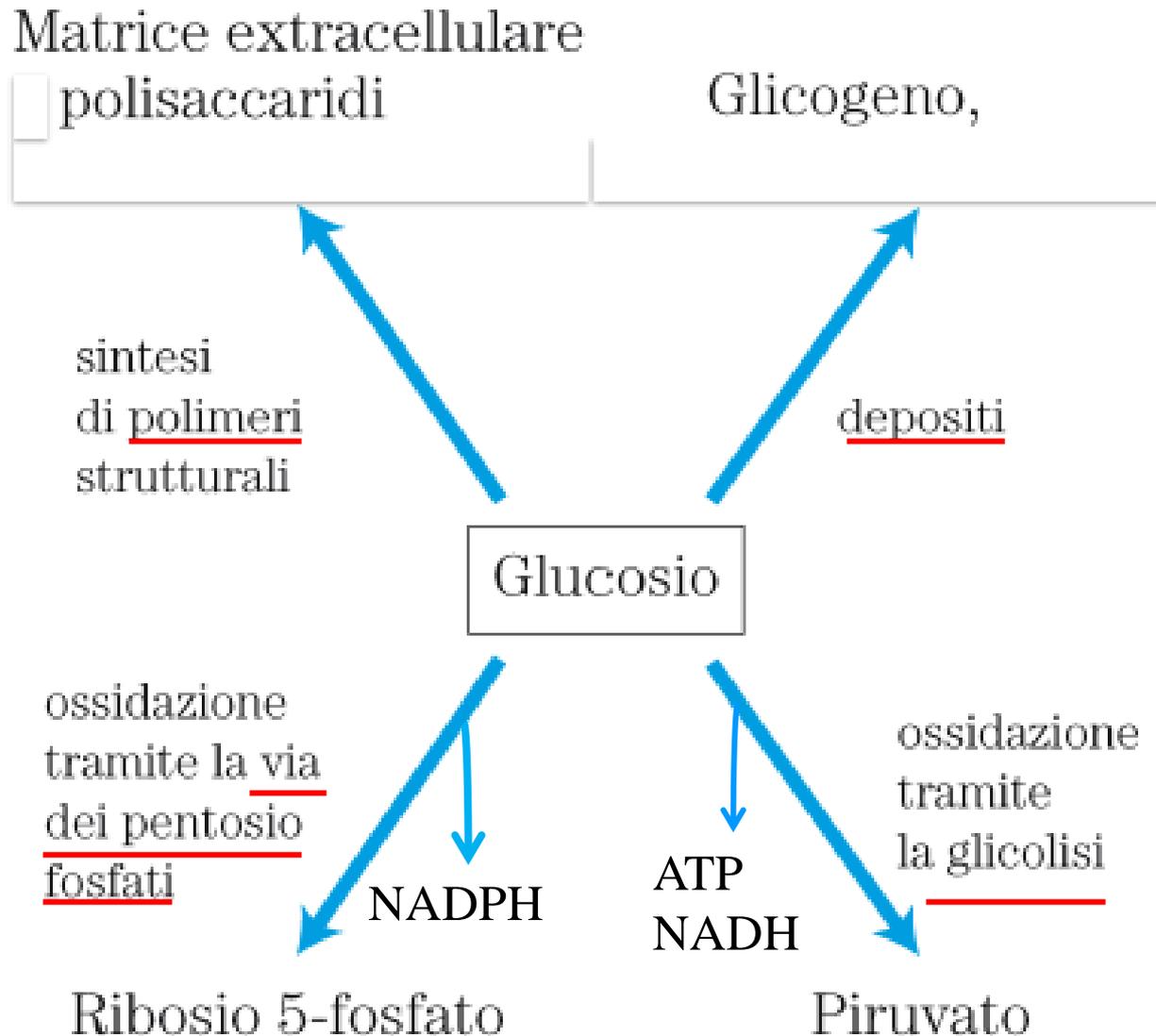
Possono essere utilizzati per sintetizzare aminoacidi, lipidi, acidi nucleici

# DIGESTIONE DELL'AMIDO



# DIGESTIONE DEI DISACCARIDI



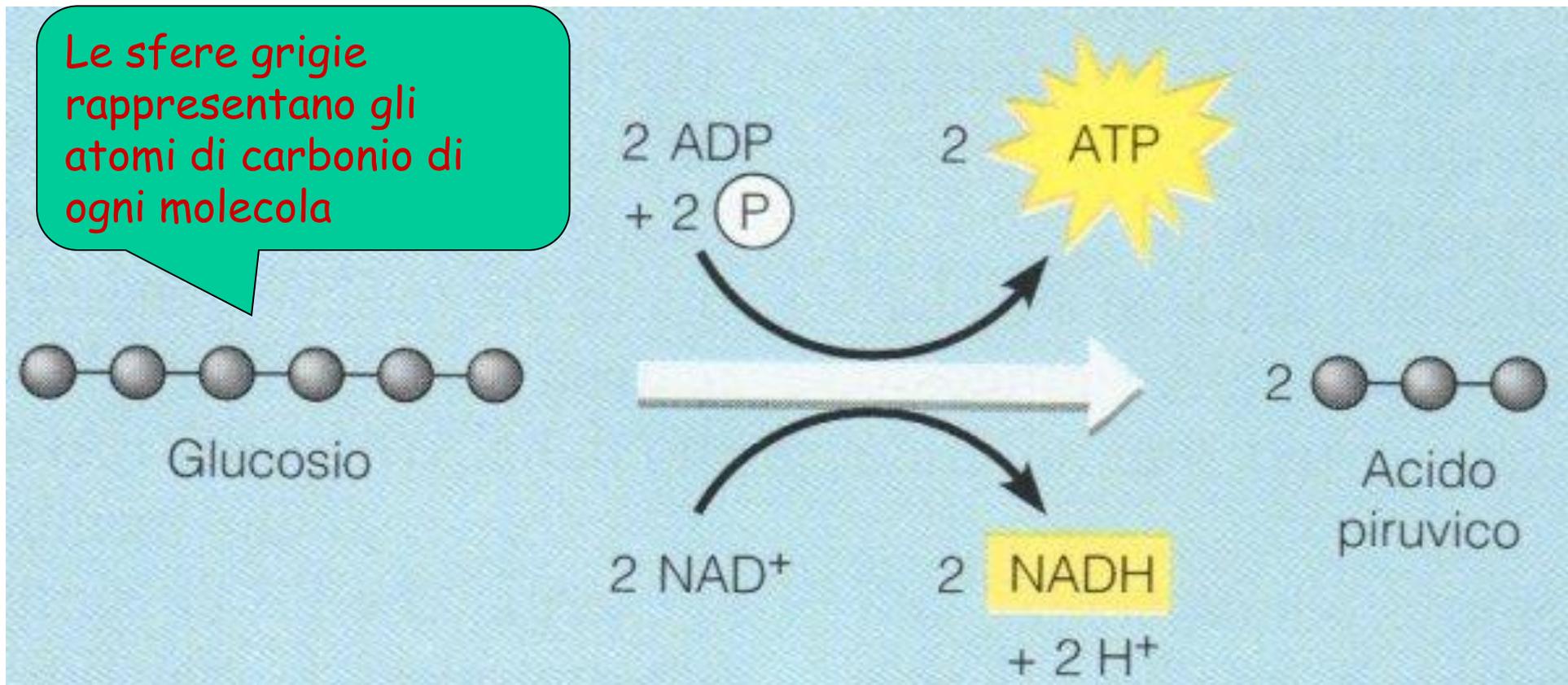


## Principali vie di utilizzo del glucosio

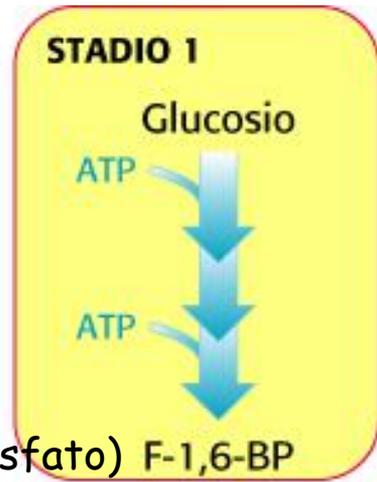
# GLICOLISI

- via metabolica presente in **tutte le cellule**
- via **citoplasmatica**
- via **anaerobica**: non richiede il consumo di  $O_2$
- ricava energia chimica ossidando e degradando il glucosio in acido piruvico (via **catabolica**)

Le sfere grigie rappresentano gli atomi di carbonio di ogni molecola



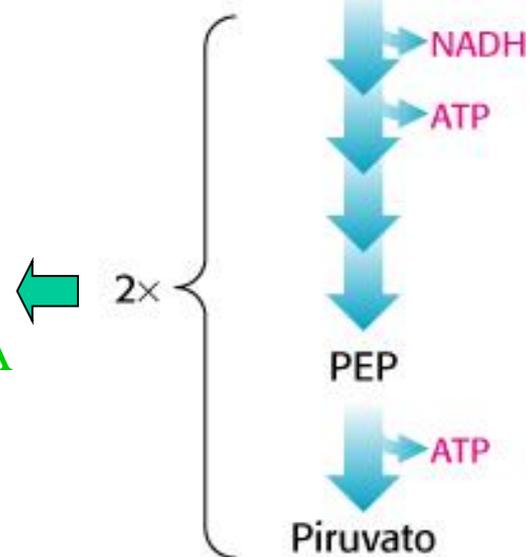
Possiamo  
suddividerla in  
2 fasi



**FASE ENDOERGONICA**

**SCISSIONE IN 2 MOLECOLE A 3C**

(DiidrossiacetonP) DHAP ↔ GAP (Gliceraldeide 3P)

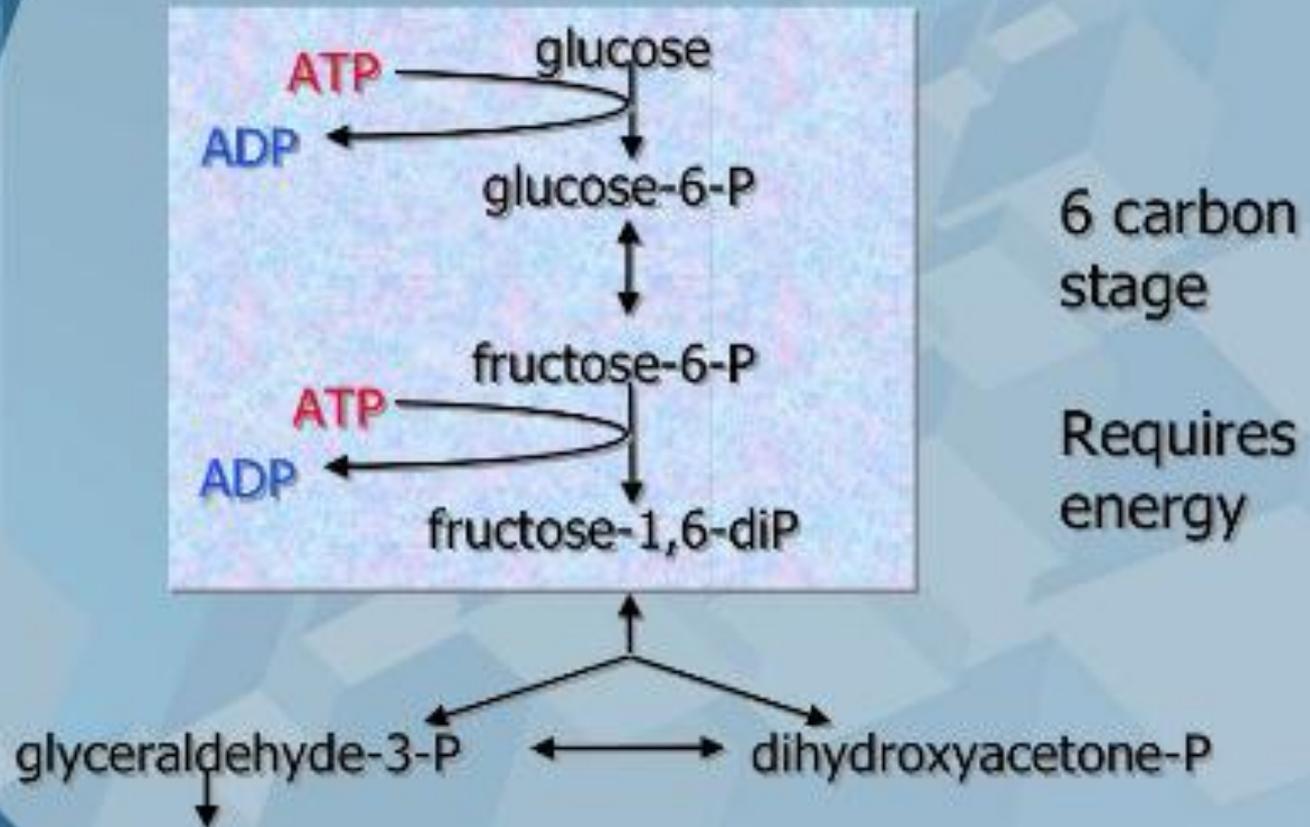


← 2x

**FASE  
ESOERGONICA**

2 ATP sono consumati  
ma 4 sono prodotti  
per cui la resa netta  
è di 2 ATP + 2 NADH  
+2 piruvato

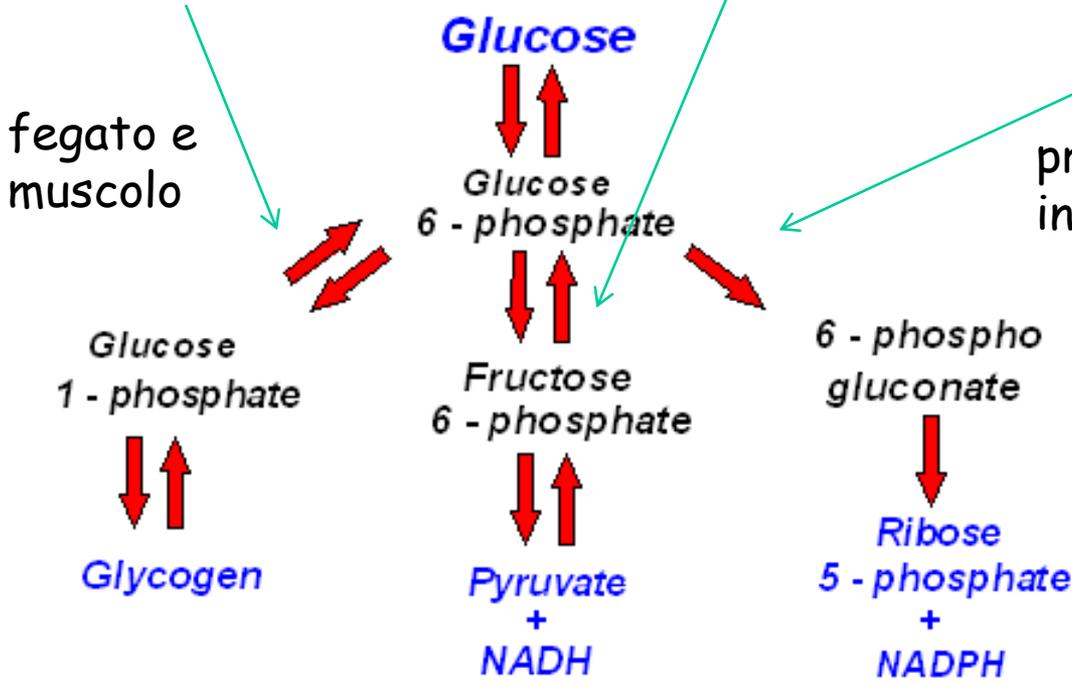
# Reactions of glycolysis



La 1° tappa della glicolisi è la fosforilazione del glucosio a glucosio 6P, che può continuare con la glicolisi

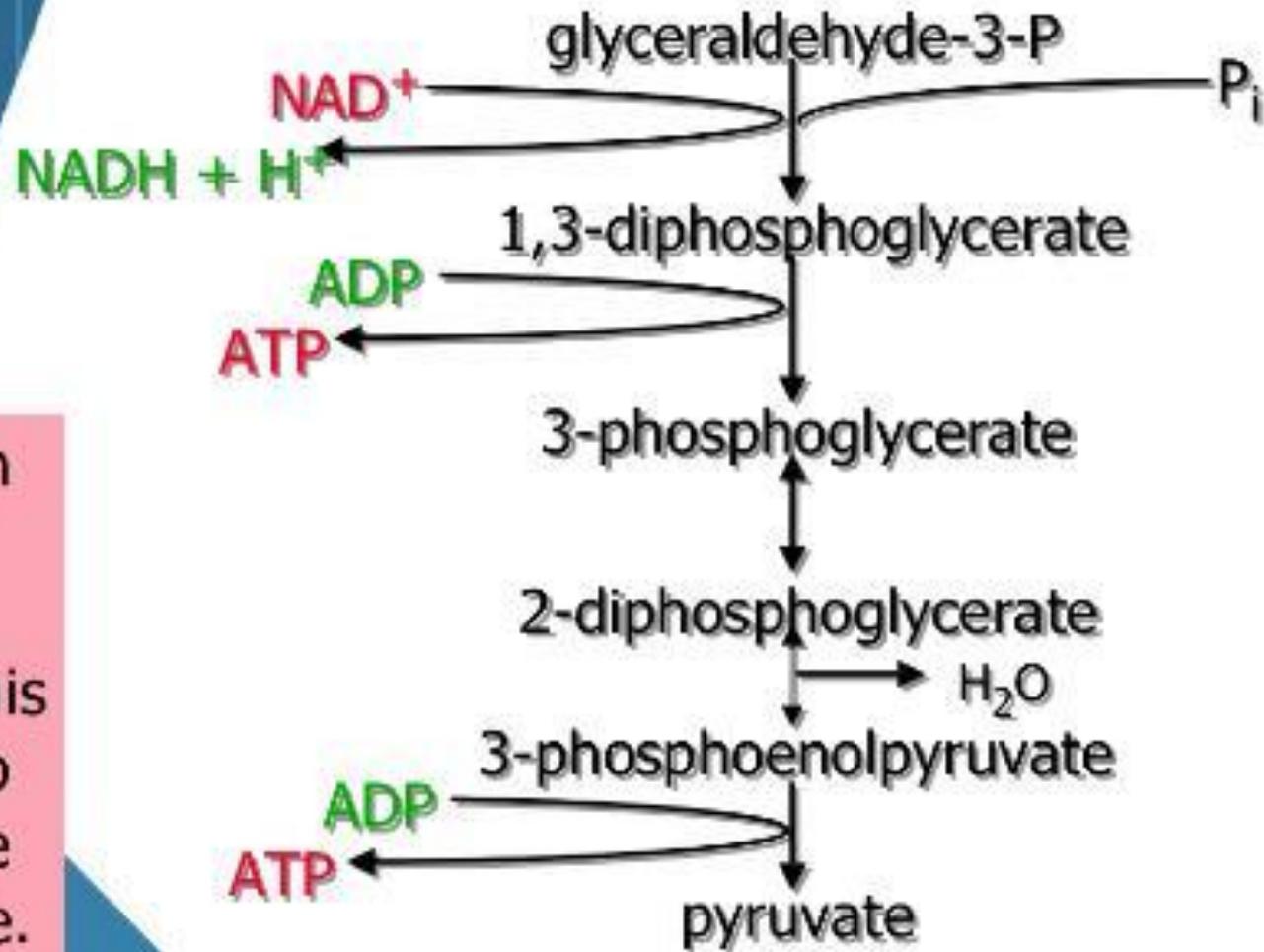
o alla formazione di glicogeno

oppure essere deviato alla via dei pentosi



a seconda della necessità cellulare

# Reactions of glycolysis



3 carbon  
stage

Double this  
since two  
pyruvate  
are made.

# DESTINI ALTERNATIVI del

Glucosio

glicolisi  
(10 reazioni  
successive)

condizioni  
anaerobiche

2 Piruvato

condizioni  
anaerobiche

2 Etanolo + 2CO<sub>2</sub>

Fermentazione  
alcolica nel lievito

condizioni  
aerobiche

2CO<sub>2</sub>

2 Acetil-CoA

2 Lattato

Fermentazione lattica  
a lattato  
nel muscolo  
in attività,  
negli eritrociti  
e in alcuni  
microorganismi

BATTERI  
LATTICI

nel  
mitocondrio  
**OSSIDAZIONE  
COMPLETA**

ciclo  
dell'acido  
citrico

4CO<sub>2</sub> + 4H<sub>2</sub>O

Animali, piante  
e molte cellule microbiche  
in condizioni aerobiche

In condizioni aerobiche può  
essere estratta altra  
energia dal piruvato, nel  
mitocondrio

perché la fermentazione in condizioni anaerobiche?

# Lactate fermentation

**Lactate**



Produced by muscles when the body can't supply enough O<sub>2</sub>.

pyruvate

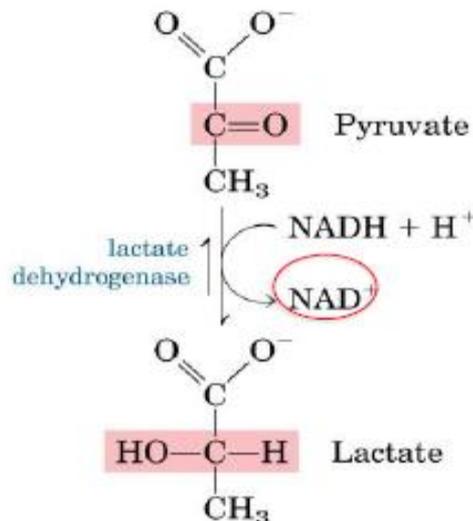


lactate

NADH

NAD<sup>+</sup>

Anaerobic conversion of pyruvate to lactate permits regeneration of NAD<sup>+</sup>.



# Lactate fermentation

Lactate is later processed by the liver - **Cori Cycle**.



MUSCOLI  
ERITROCITI

FEGATO

glucose

pyruvate

gluconeogenesis

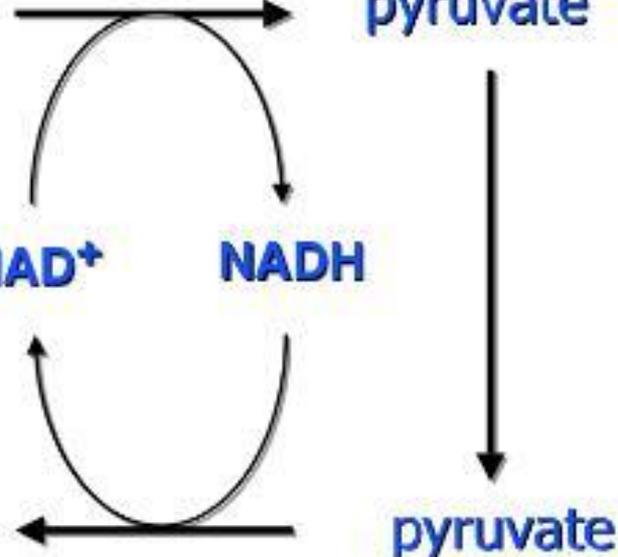
NAD<sup>+</sup>

NADH

lactate

pyruvate

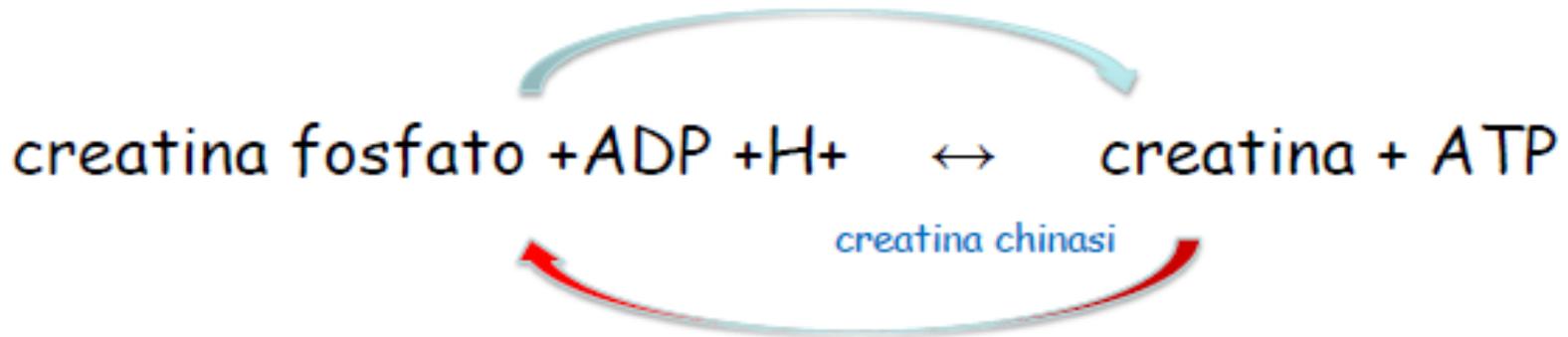
Glicolisi anaerobia



# Creatina- creatina fosfato

Le miofibre contengono un composto ad alta energia eg **la creatina-P**

durante la contrazione la creatina-P viene consumata per formare ATP



durante il riposo muscolare, l'ATP viene utilizzato per formare **creatina-P come deposito di gruppi fosforici.**

## Lattato nei Muscoli

- L'esercizio prolungato porta a condizioni anaerobiche
- Il lattato aumenta con il continuare della glicolisi
- I muscoli si stancano e addolorati
- aumenta il ritmo respiratorio
- il lattato forma piruvato nel fegato



# MUSCOLI SCHELETRICI

	Muscolo bianco	Muscolo rosso
Substrati utilizzati	Glucosio	Acidi grassi, glucosio
Prodotti terminali del metabolismo	Acido lattico	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Attività ATPasica della miosina	Elevata	Bassa
Mitocondri	Rari	Numerosi
Dipendenza dall'ossigeno per produrre energia	Minima	Elevata
Intensità della via glicolitica	Elevata	Scarsa
Depositi di fosfocreatina	Notevoli	Minimi

Tabella 5.3

Proprietà biochimiche dei muscoli bianchi e rossi.

Come il muscolo rosso anche il miocardio è ricco di **MIOGLOBINA**

e il 30-40% vol. cell. costituito da MITOCONDRI

**METABOLISMO QUASI ESCLUSIVAMENTE AEROBICO**

In condizioni di digiuno GLUCOSIO da 20-30% dell'energia tot.

AC. GRASSI 60-70%

CORPI CHETONICI e Aq 5-15%

LATTATO è anche combustibile per il cuore

**FIBRE (ROSSE) A CONTRAZIONE LENTA (TIPO I)**

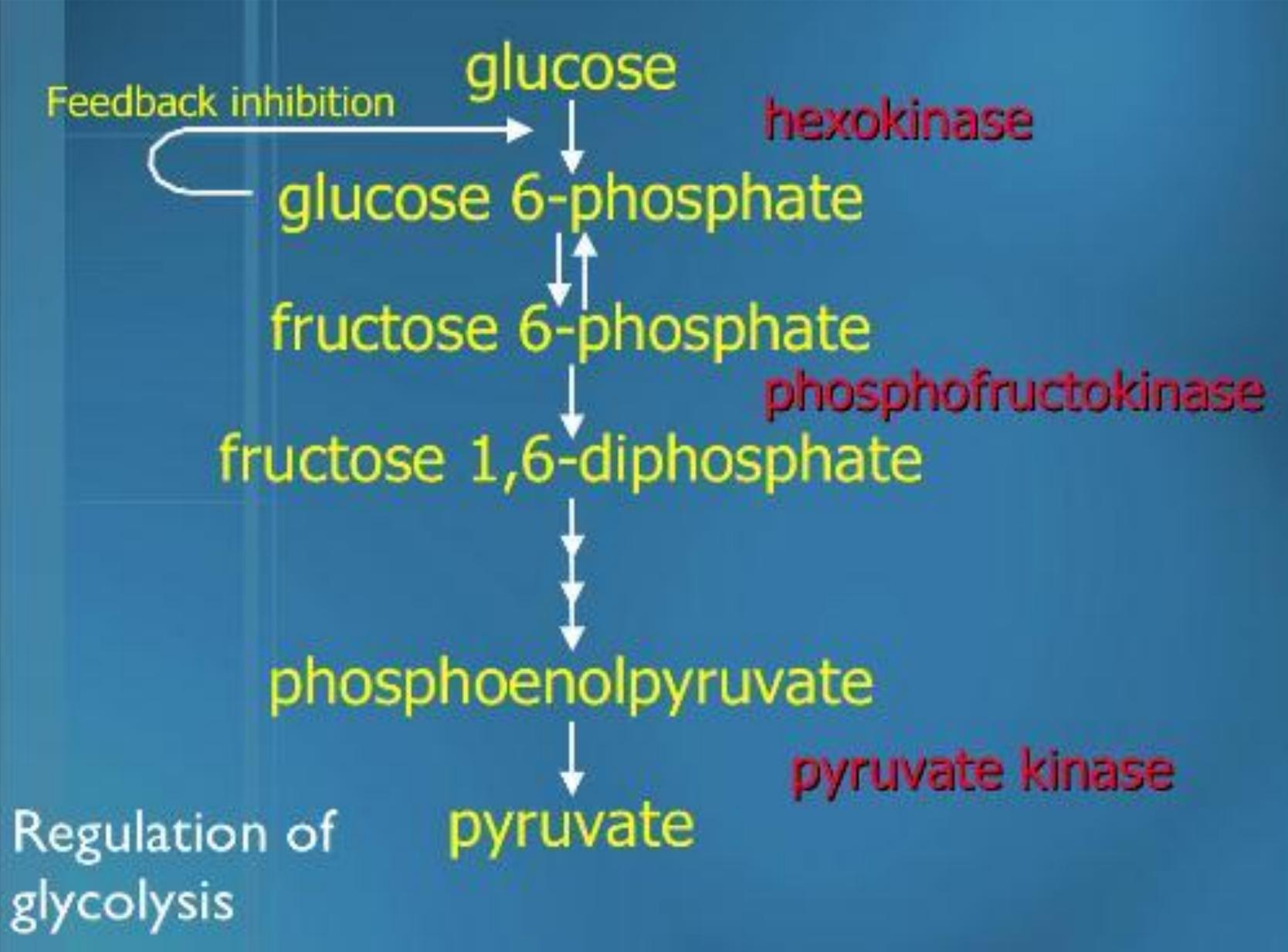
**FIBRE (BIANCHE) A CONTRAZ. RAPIDA (TIPO II)**

Used by some anaerobic bacteria to obtain additional energy from glucose.

We do the opposite to remove ethanol.

## Alcohol fermentation





# Regulation of glycolysis

As with all metabolic pathways, glycolysis is under constant control by the body.

The process is regulated by three enzymes:

**hexokinase**

inhibited by glucose 6-phosphate

**phosphofructokinase**

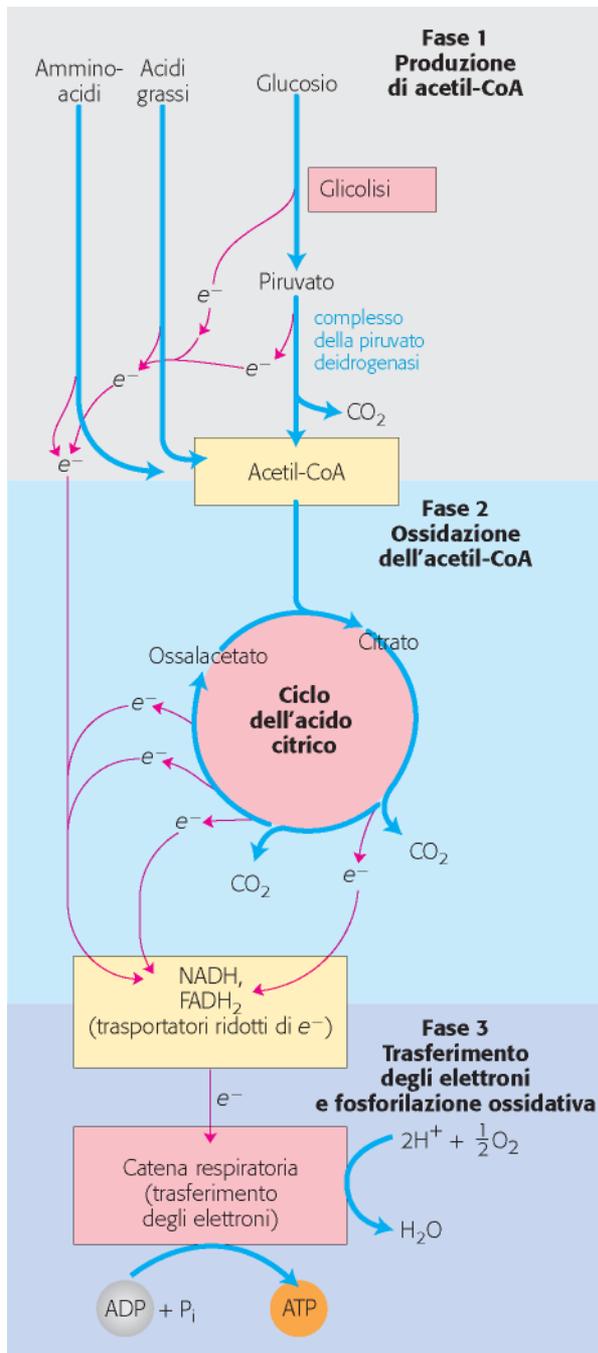
inhibited by ATP and citrate

**pyruvate kinase**

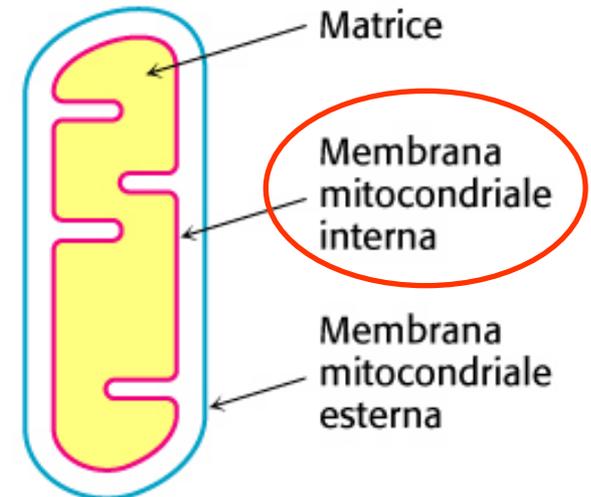
inhibited by ATP

La glicolisi è invece stimolata dall'AMP o ADP

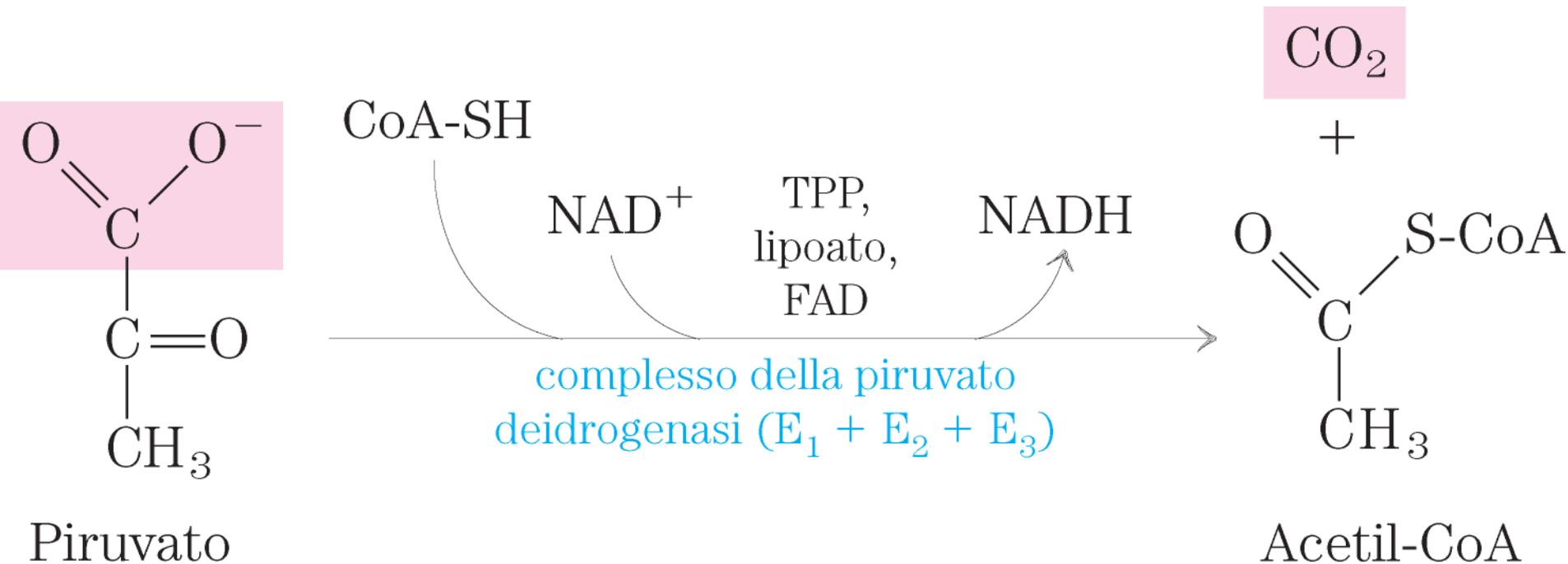
# Respirazione cellulare



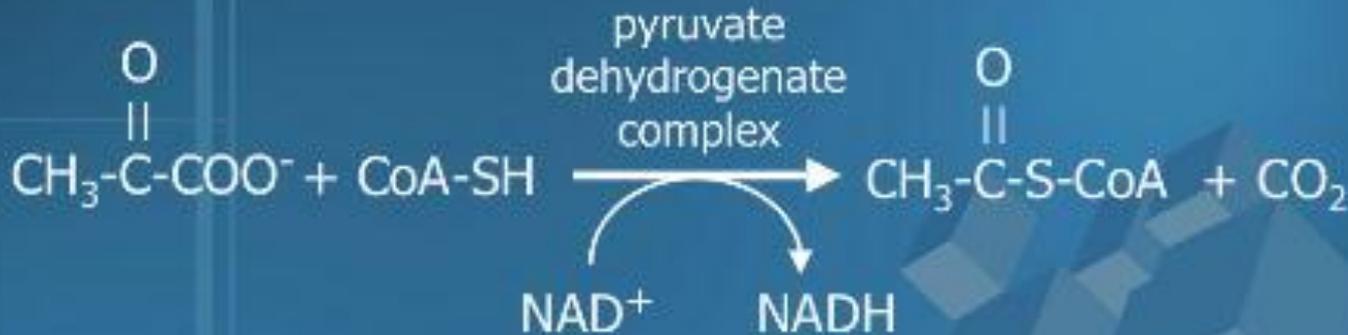
## NEL MITOCONDRIO



Il Ciclo di Krebs è preceduto dalla  
**Reazione della Piruvato deidrogenasi**  
 in condizioni aerobiche il piruvato è convertito in acetil-  
 CoA nel mitocondrio



$$\Delta G'^{\circ} = -33,4 \text{ kJ/mole}$$



## Fate of pyruvate

**L'ENERGIA DELL'OSSIDAZIONE CONSENTE LA FORMAZIONE  
DI UN TIOESTERE AD ALTA ENERGIA**

Il complesso enzimatico della PirDH è regolato in modo allosterico dai rapporti **ATP/ADP**, **NADH/NAD<sup>+</sup>** e **acetilCoA** o **acidi grassi /CoA**, quindi la sua attività aumenta quando cresce la domanda energetica della cellula, e dal Calcio (Ca<sup>2+</sup>)

e quindi tutti i fattori, ormonali e non, che aumentano la sua concentrazione, il Ca infatti attiva l'enzima

## Sources

*Carbohydrate - Pyruvate*  
*Fatty Acids*  
*Protein - Amino Acids*

Carboidrati  
Lipidi  
Proteine

# Acetyl CoA

## Fates

- *Tricarboxylic Acid Cycle -Oxidation*
- *Fatty Acid and Sterol Biosynthesis*
- *Ketone Body Production*

➤ *Anche produzione di alcuni aminoacidi*

Krebs  
oppure  
Sintesi Lipidi  
e Corpi chetonici

# The citric acid cycle

chiamato anche  
Ciclo degli Acidi  
Tricarbossilici

Final stage for the metabolism  
of carbohydrates, fats and  
amino acids.

## Oxidative cycle

- requires oxygen
- aerobic

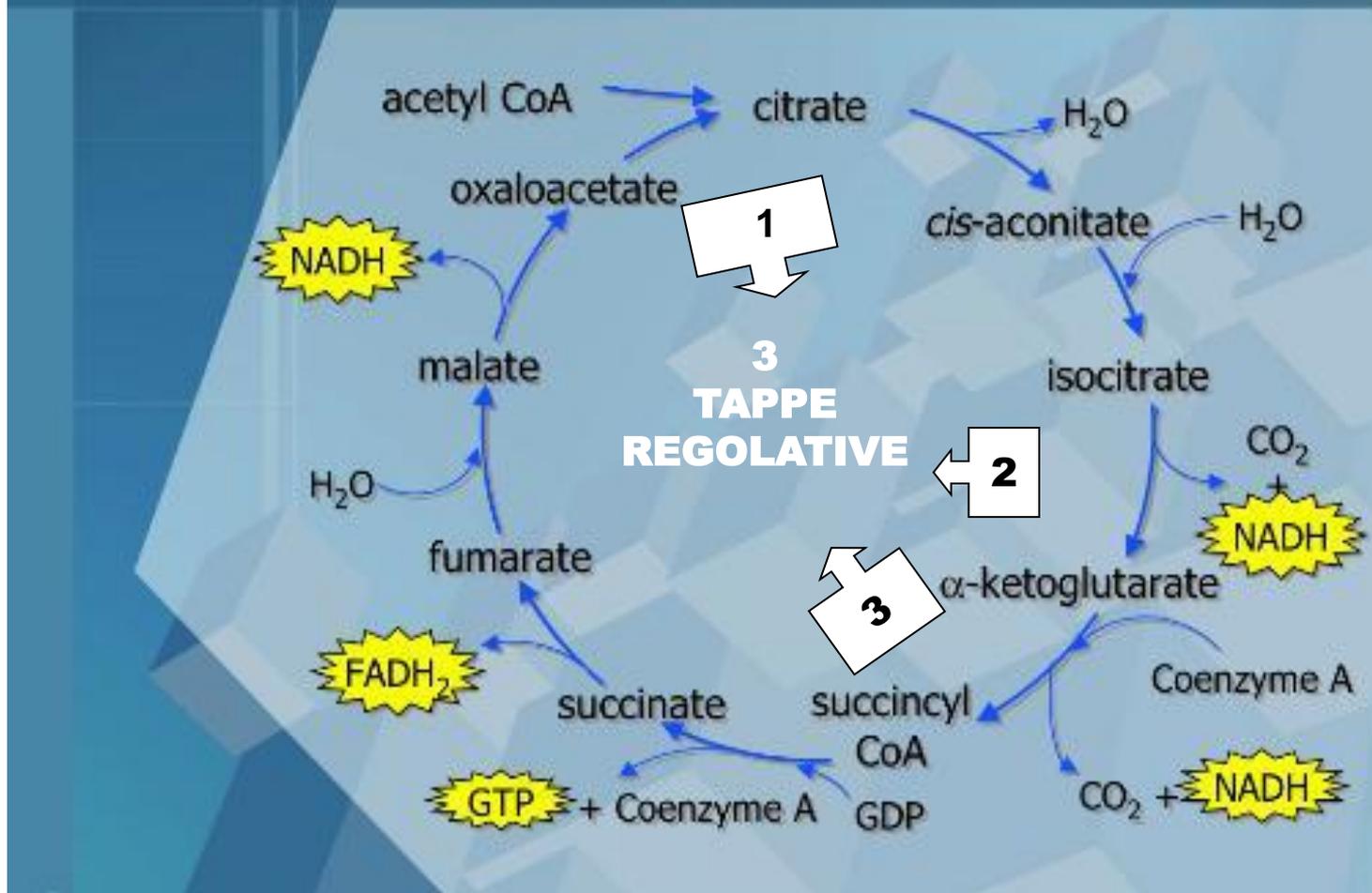
Also called the Krebs cycle  
for Hans Krebs who first  
described it.



è una via catabolica centrale

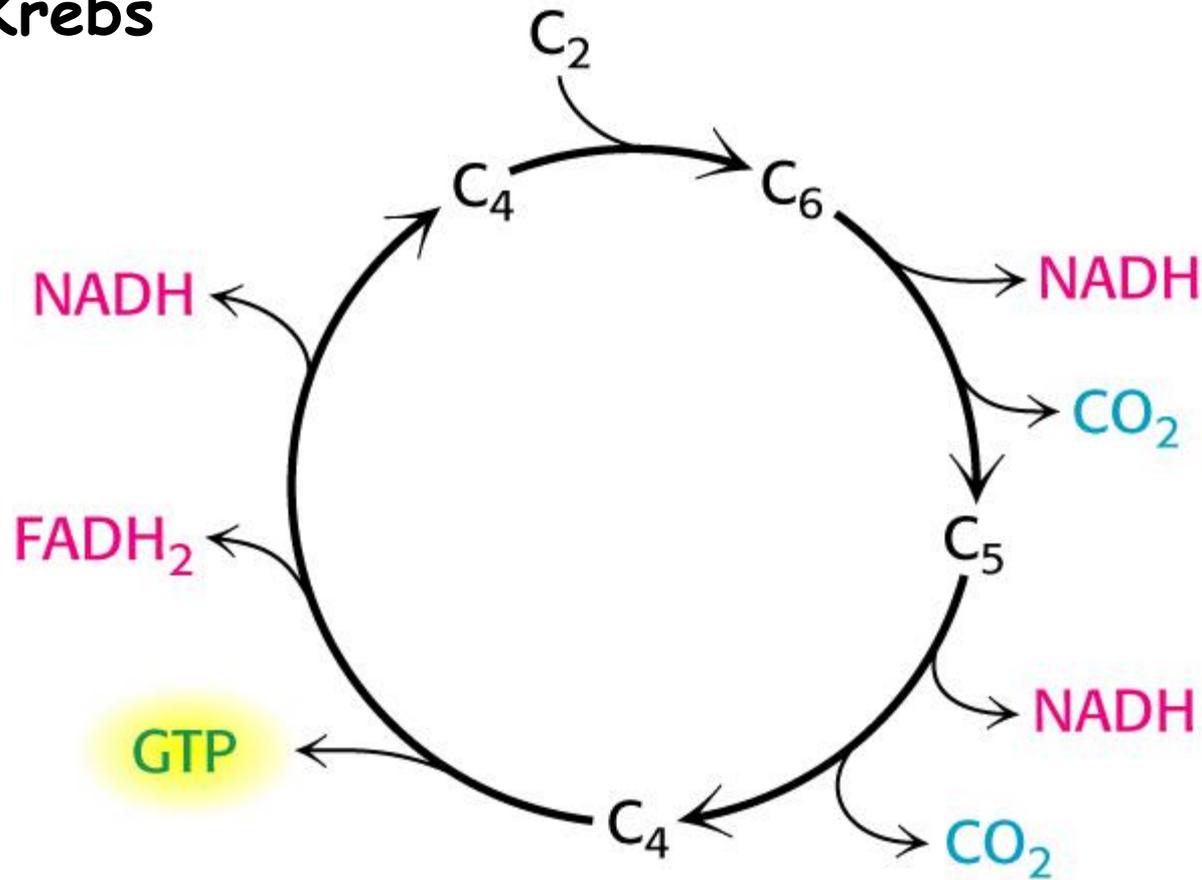
ma i suoi intermedi possono essere utilizzati come  
precursori per alcune biosintesi quindi è anfibolico  
(avendo funzioni sia cataboliche che anaboliche)

# Energy & the citric acid cycle



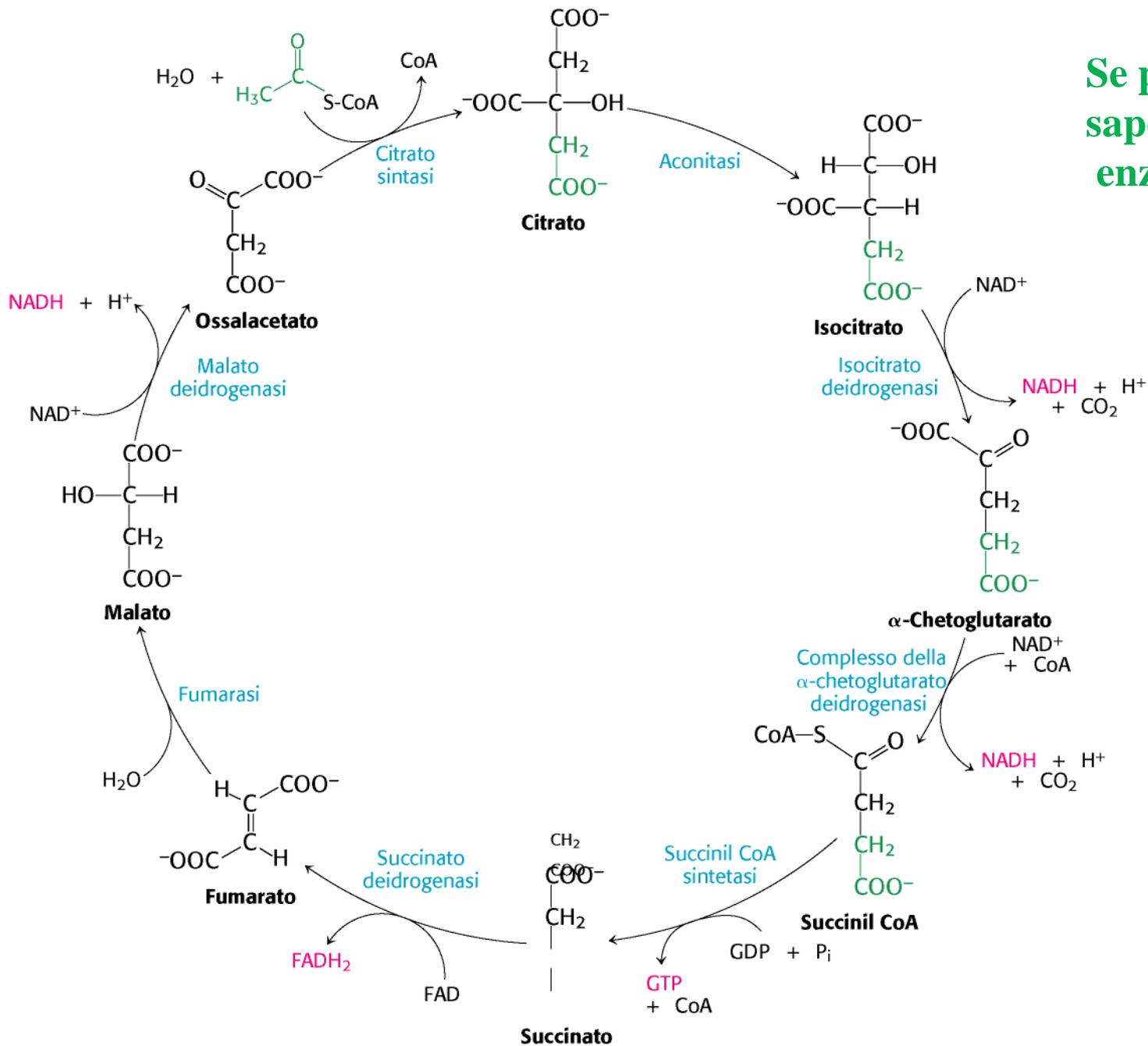
*Un N° sempre > di evidenze sperimentali suggerisce che gli enzimi del ciclo di Krebs formino METABOLONI, cioè complessi multienzimatici che consentono l'incanalamento dei prodotti all'enzima successivo come avviene in alcune biosintesi.*

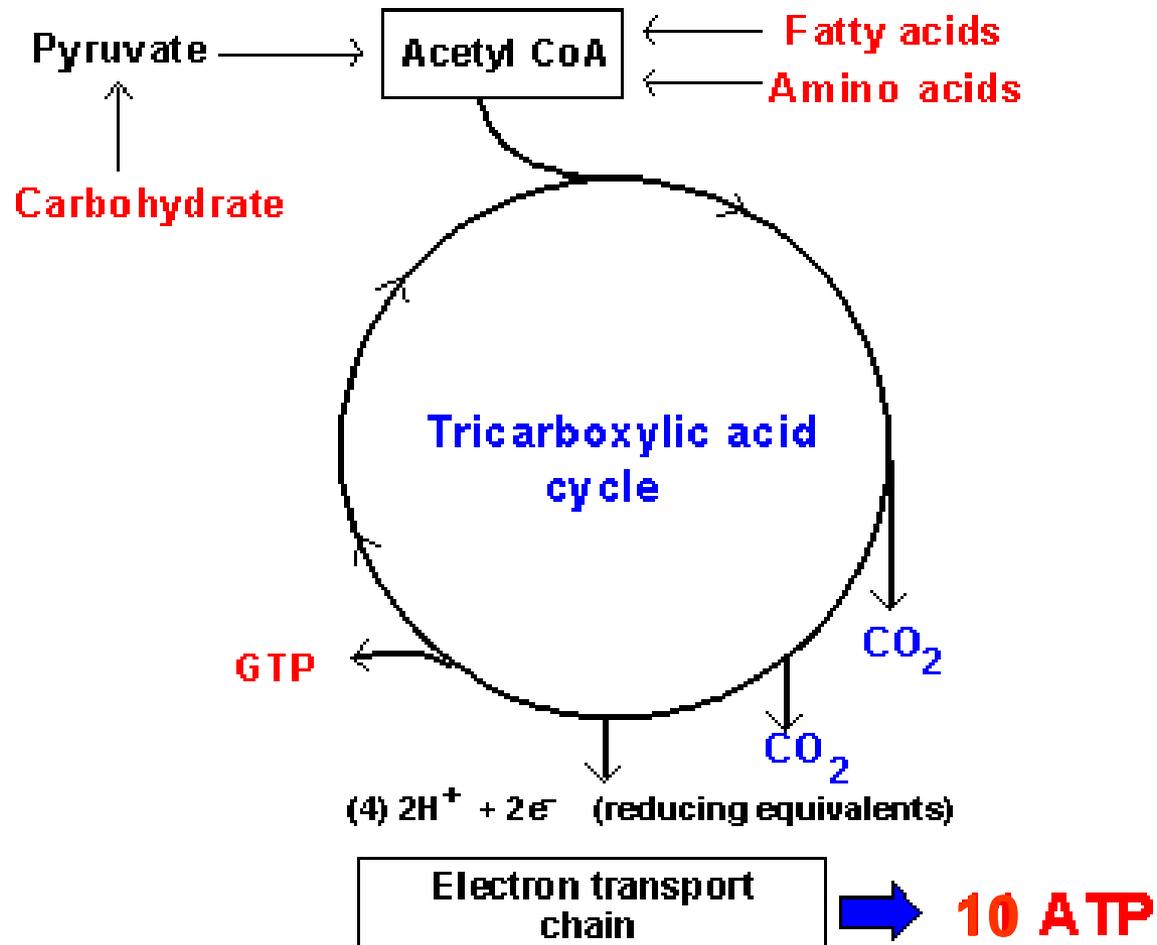
# Ciclo di Krebs



- 2 atomi di carbonio entrano nel ciclo come acetile e due atomi di carbonio escono come  $CO_2$ .
- 4 reazioni di ossidazione dello scheletro carbonioso generano coenzimi ridotti (3  $NADH$  e 1  $FADH_2$ )
- 1 molecola di  $GTP$  viene prodotta (poi  $GTP \rightarrow ATP$ )

Se proprio volete sapere i nomi degli enzimi!





Per 1 Acetile che entra nel ciclo di Krebs è quindi possibile produrre

$$9 \text{ ATP} + 1 \text{ GTP} = 10 \text{ ATP}$$

# REGOLAZIONE

La velocità del ciclo di Krebs è regolata dalla disponibilità di substrato e dei prodotti dei diversi enzimi, che li inibiscono e dalla inibizione allosterica

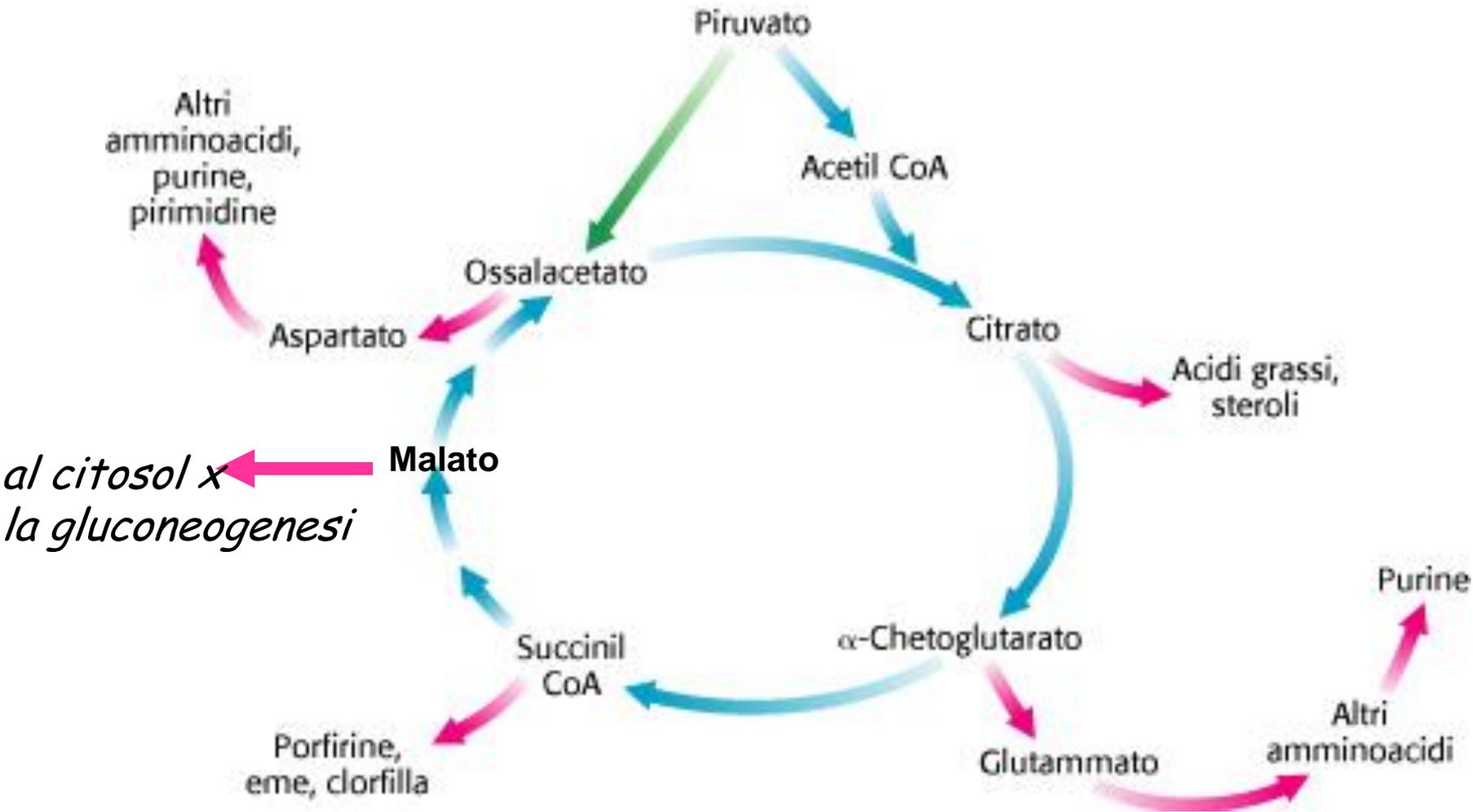
dei tre enzimi che catalizzano le tappe esoergoniche: citrato sintasi, isocitrato DH e  $\alpha$ -chetoglutarato DH

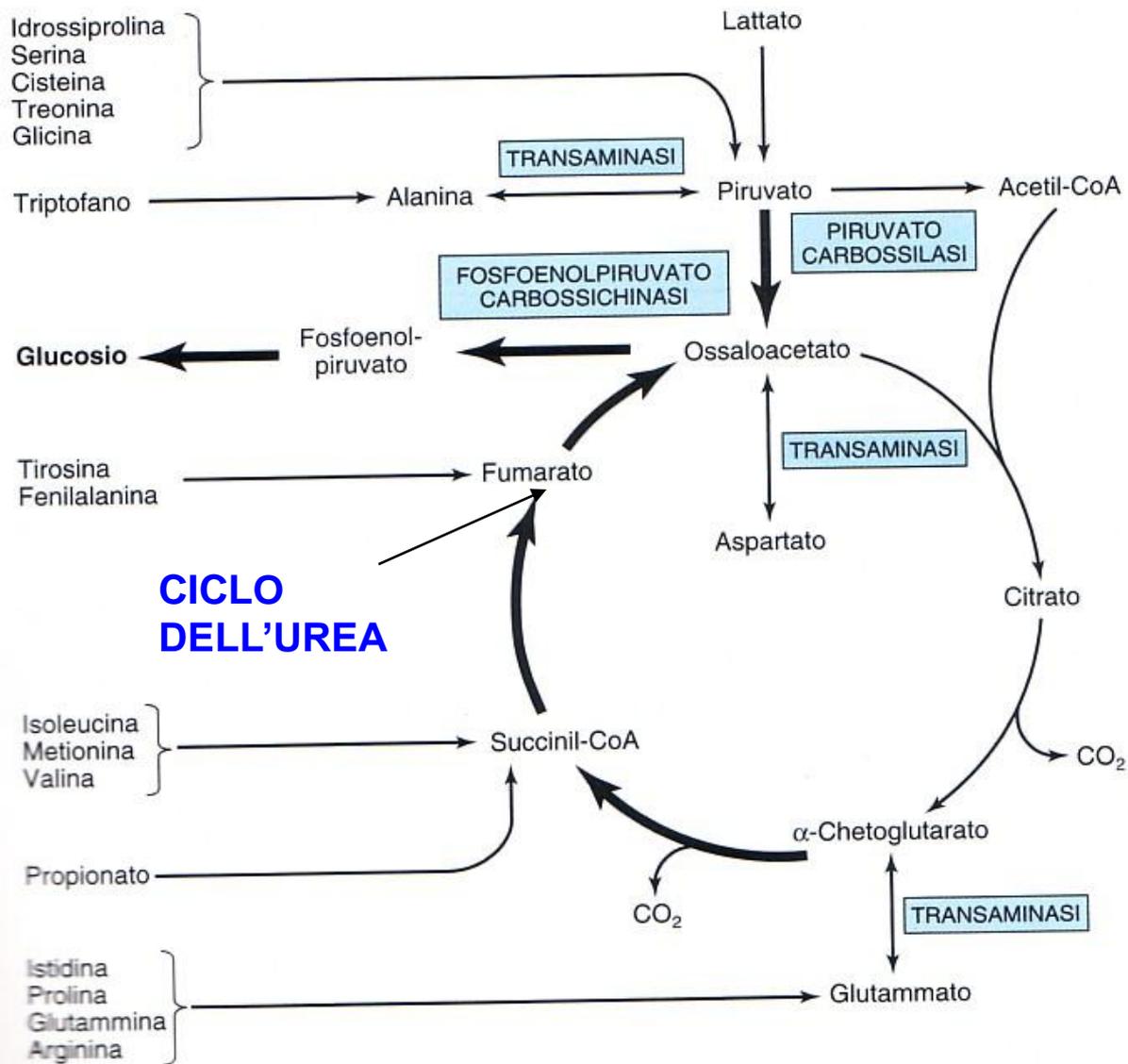
ATP  
NADH  
citrato  
succinilCoA



ioni Ca  
substrati  
ADP

# Funzioni biosintetiche del Ciclo di Krebs





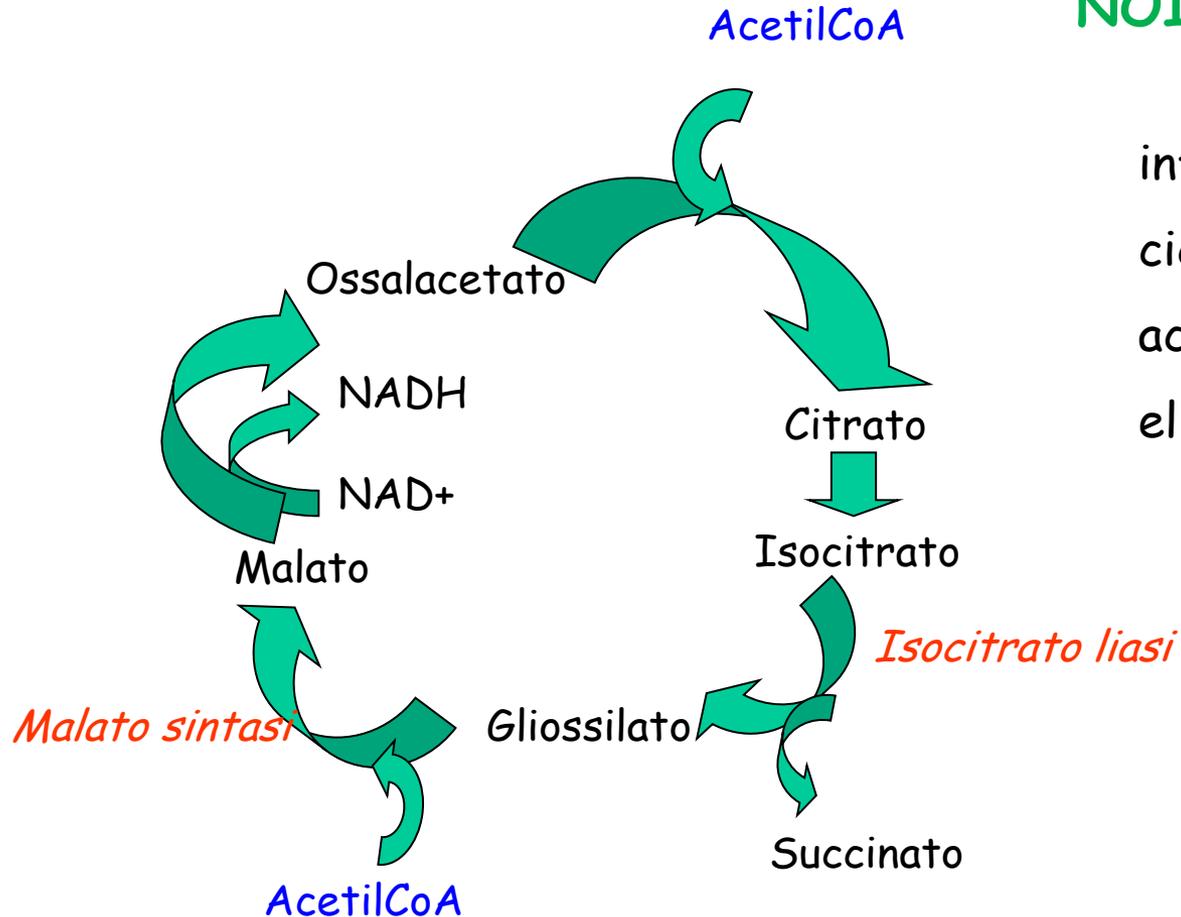
# CICLO DEL GLIOSSILATO NELLE PIANTE E MICRORGANISMI:

possono usare acetato come fonte di C, x es. durante la germinazione

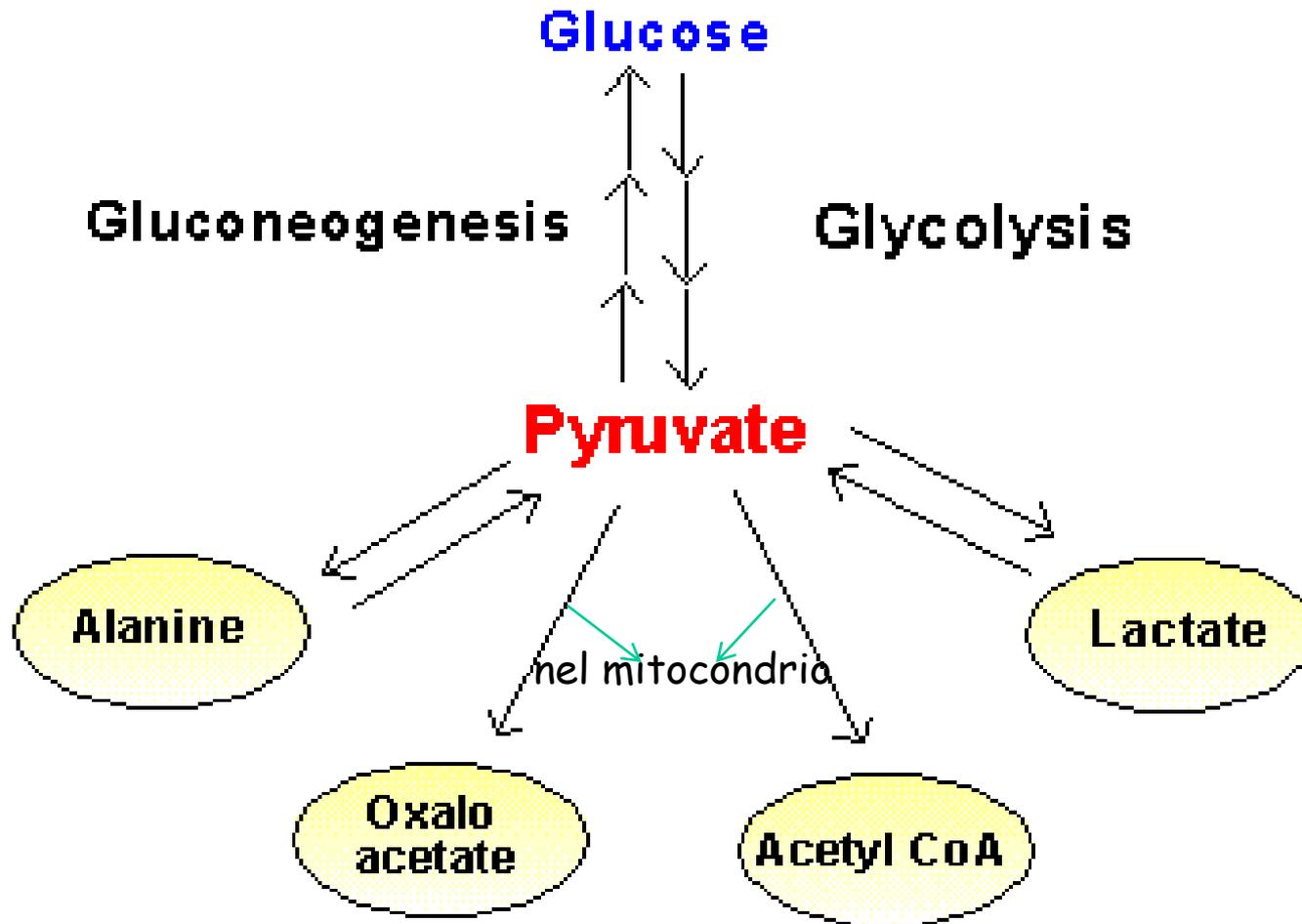
quindi possono formare zuccheri da acidi grassi

SOLO LE PIANTE

NOI NO



infatti in questo ciclo usano acetilCoA e non eliminano CO<sub>2</sub>



**Pyruvate has several origins and metabolic fates**