

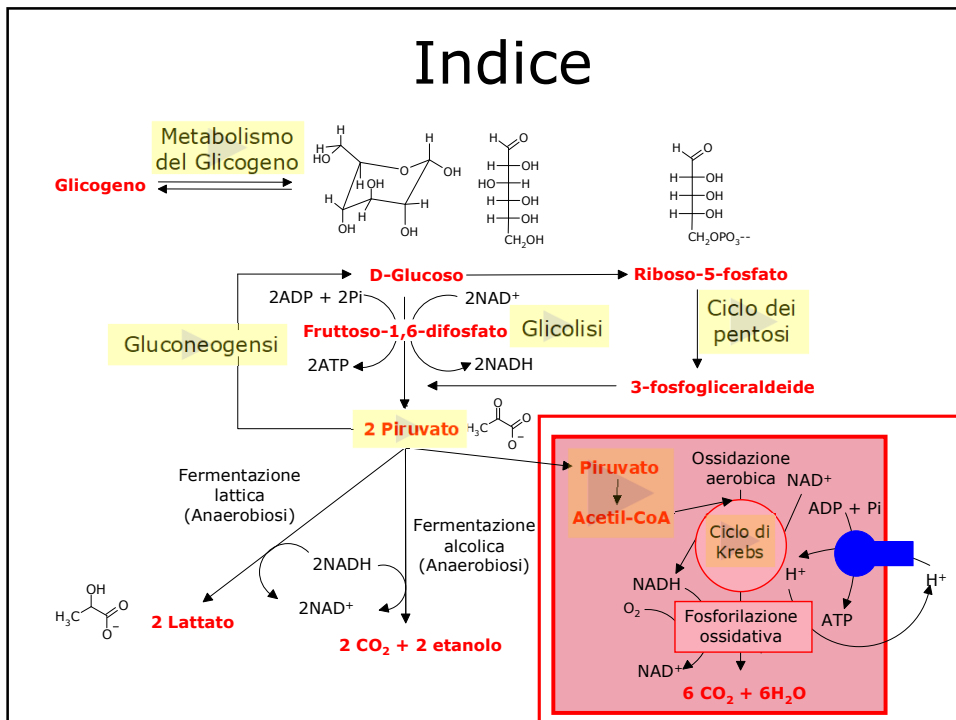
Prof. Giorgio Sartor

Metabolismo dei carboidrati I

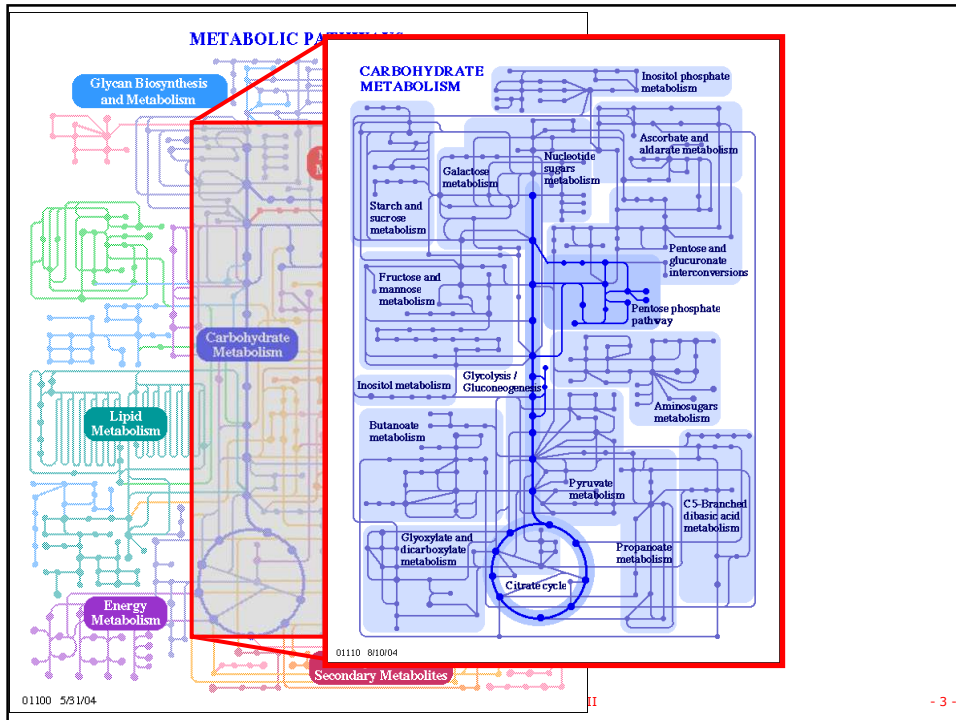
Glicolisi

Copyright © 2001-2020 by Giorgio Sartor. All rights reserved. B09-I Versione 3.3 - Mar-20

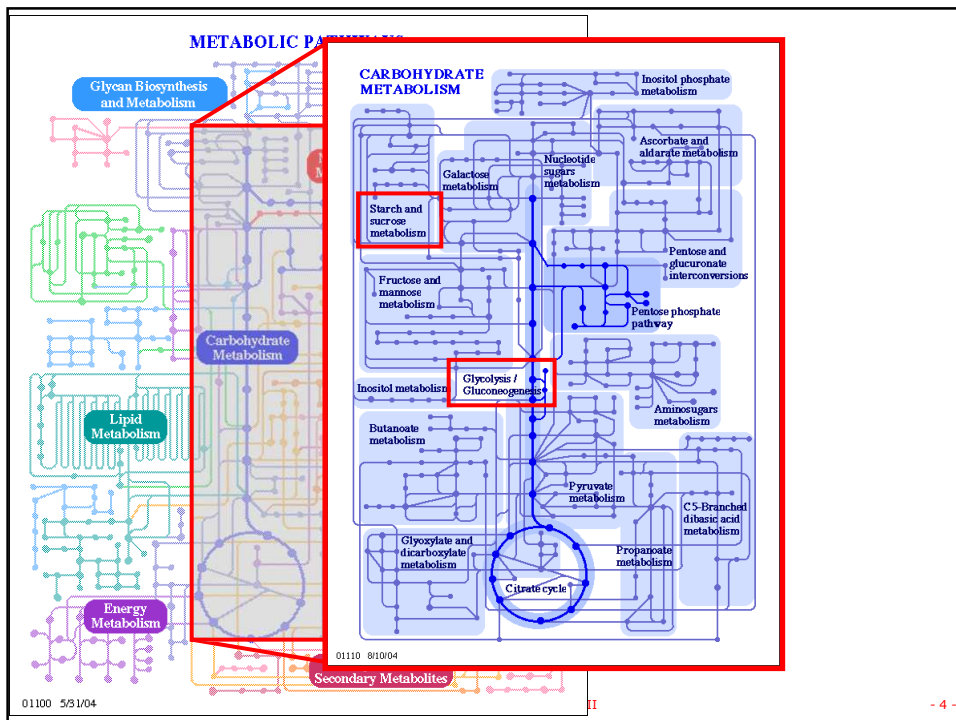
1



2



3



4

I glucidi

- I glucidi sono tra i maggiori fornitori di energia degli organismi.
- Sono introdotti con la dieta e prodotti dalle cellule.
- Sono in genere dei polisaccaridi.
 - Attraverso la digestione vengono degradati a monosaccaridi (glucosio, fruttosio, galattosio, ...)

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 5 -

5

I glucidi

- I monosaccaridi vengono demoliti per produrre energia a spesa dei legami chimici.
- In presenza di ossigeno si ha la "*combustione*" completa del monosaccaride:

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O}$$
- L'energia prodotta viene immagazzinata sottoforma di nucleotidi trifosfati (ATP).

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 6 -

6

I glucidi

- Una cellula in condizioni ottimali tende ad accumulare polisaccaridi come:
 - glucidi di riserva (amidi, glicogeno)
 - glucidi strutturali (cellulosa).

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 7 -

7

Vie metaboliche

- Tutte le operazioni di degradazione dei monosaccaridi e di sintesi dei monosaccaridi e polisaccaridi sono gestite da vie metaboliche che mantengono l'omeostasi dell'organismo.
- Quando il bilancio si altera si ha la regolazione del metabolismo
- La velocità con la quale avviene una via metabolica è regolata.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 8 -

8

Regolazione delle vie metaboliche

- La velocità di una via metabolica
 - può essere regolata sia dalla disponibilità del substrato che dalla disponibilità dell'enzima.
 - È controllata a livello della reazione più lenta della via metabolica
 - Termodinamicamente molto favorito
 - Catalizzato da un enzima estremamente regolato
 - Spesso in una biforcazione della via metabolica
- Le vie cataboliche (demolizione) ed anaboliche (sintesi) usano spesso gli stessi enzimi, ma hanno almeno una reazione catalizzata da un enzima diverso

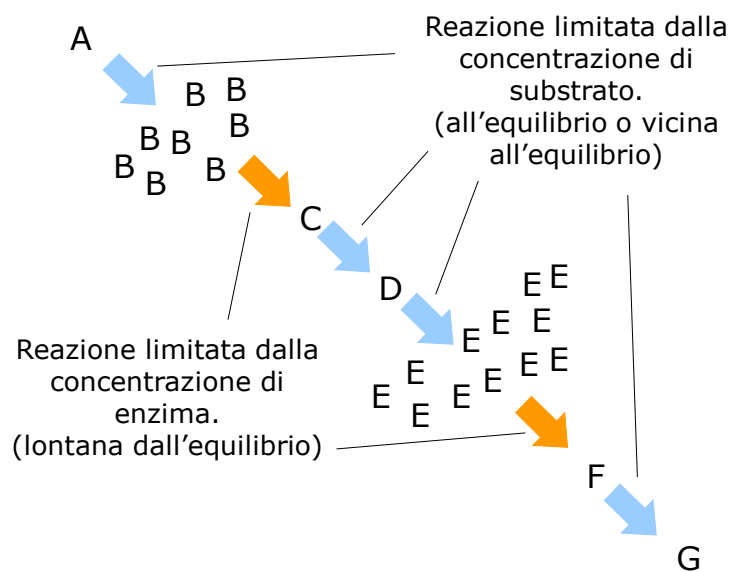
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 9 -

9

Regolazione delle vie metaboliche



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

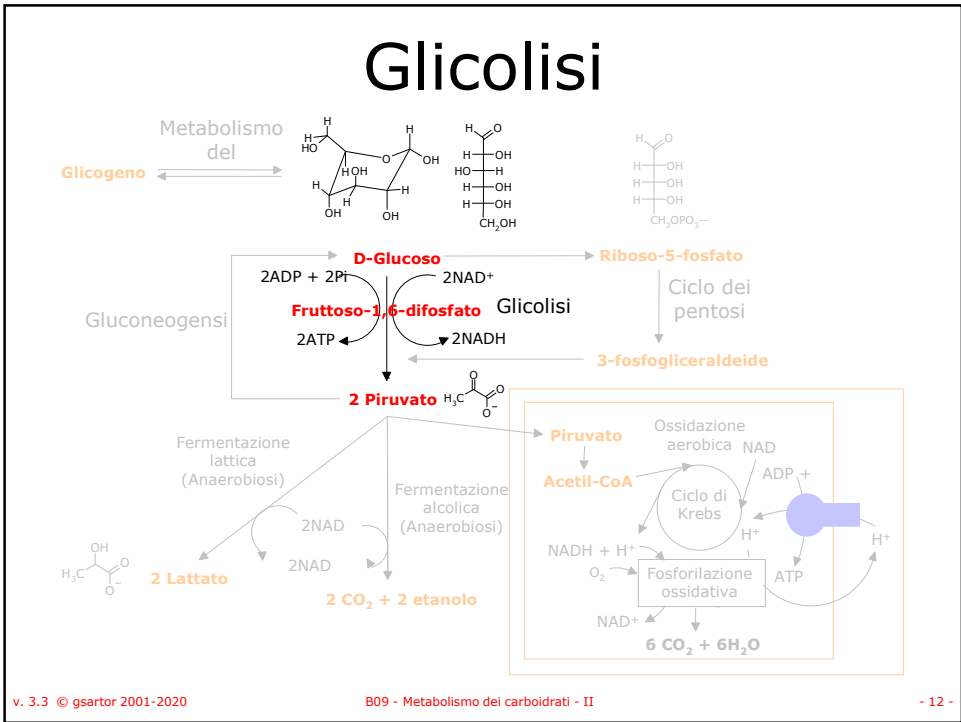
- 10 -

10

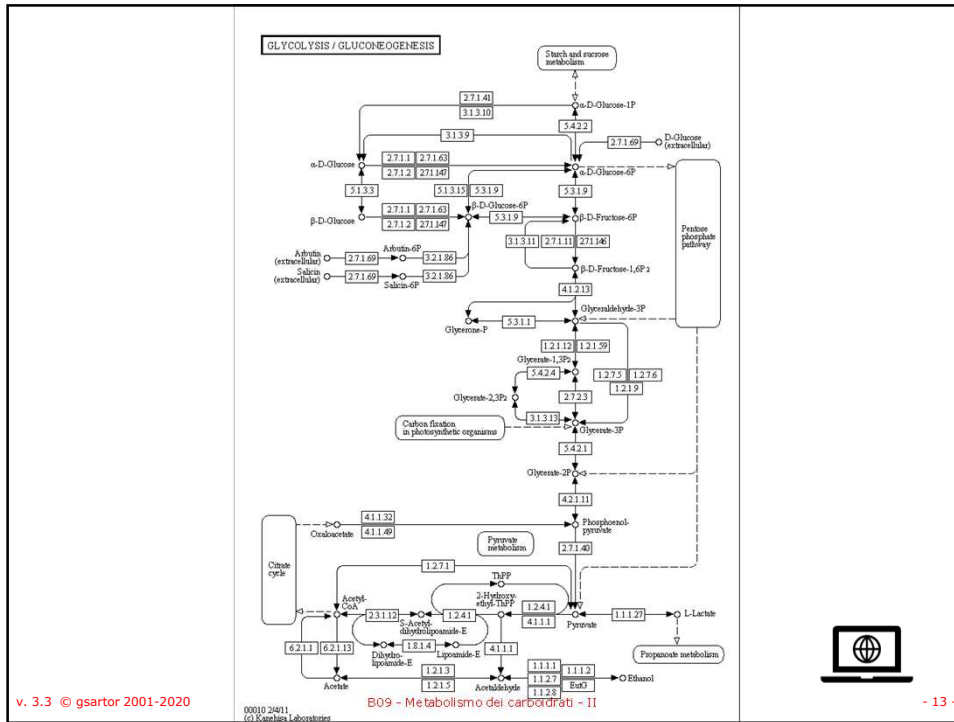
Glicolisi

La via di Embden-Meyerhof (Warburg)

11



12



13

Glicolisi

- In **tutte le cellule** avviene la glicolisi
- Dieci reazioni, le stesse in tutte le cellule, ma con diversa cinetica
- Tre fasi:
 - La **prima fase** converte il glucosio in fruttosio-1,6-difosfato,
 - La **seconda fase** scinde il fruttosio-1,6-difosfato in due triosi,
 - La **terza fase** produce due molecole di piruvato.
- I prodotti sono: piruvato, ATP e NADH.
- Esistono tre diversi destini possibili del piruvato.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

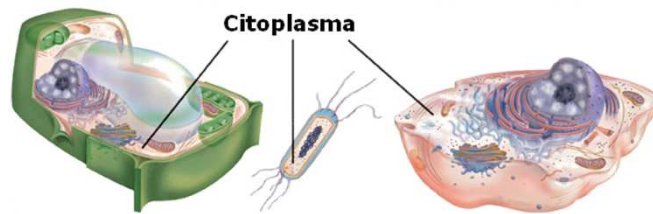
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 14 -

14

Glicolisi

- Gli enzimi sono confinati nel citoplasma della cellula.
- Gli intermedi sono tutti fosforilati.
 - Non passano attraverso le membrane.
 - Vengono riconosciuti dagli enzimi.
 - Sono convertiti in intermedi ad alto potenziale di trasferimento del fosfato che sono in grado di fosforilare l'ADP ad ATP.



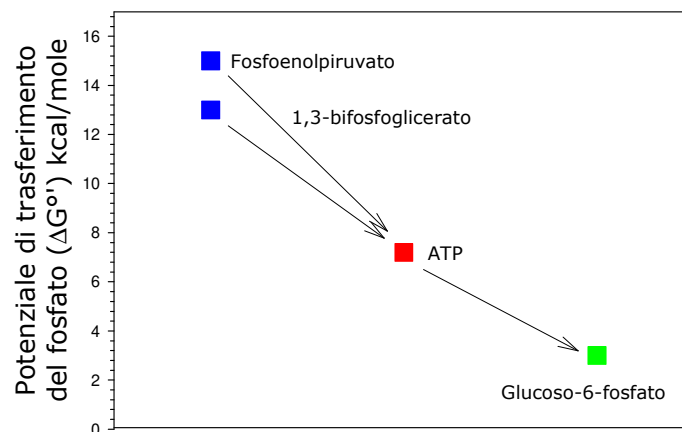
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 15 -

15

Intermedi fosforilati



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 16 -

16

Fasi della glicolisi

1. Fosforilazione del substrato ed attivazione,
2. Scissione dello zucchero a sei atomi di carbonio,
3. Recupero dell'energia nella fosforilazione dell'ADP.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

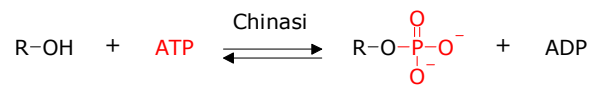
- 17 -

17

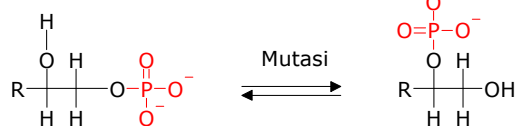
Reazioni della glicolisi

- Sei tipi di reazioni:

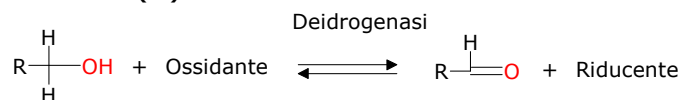
1. Trasferimento del fosfato (4)



2. Spostamento del fosfato (1)



3. Redox (1)



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

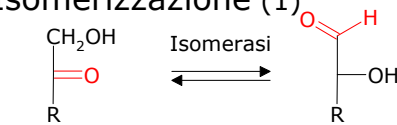
- 18 -

18

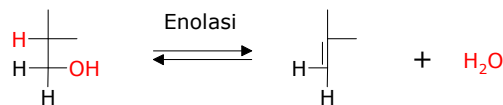
Reazioni della glicolisi

- Sei tipi di reazioni:

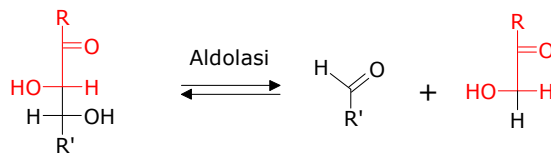
4. Isomerizzazione (1)



5. Deidratazione (1)



6. Scissione aldolica (1)



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 19 -

19

Fosforilazione

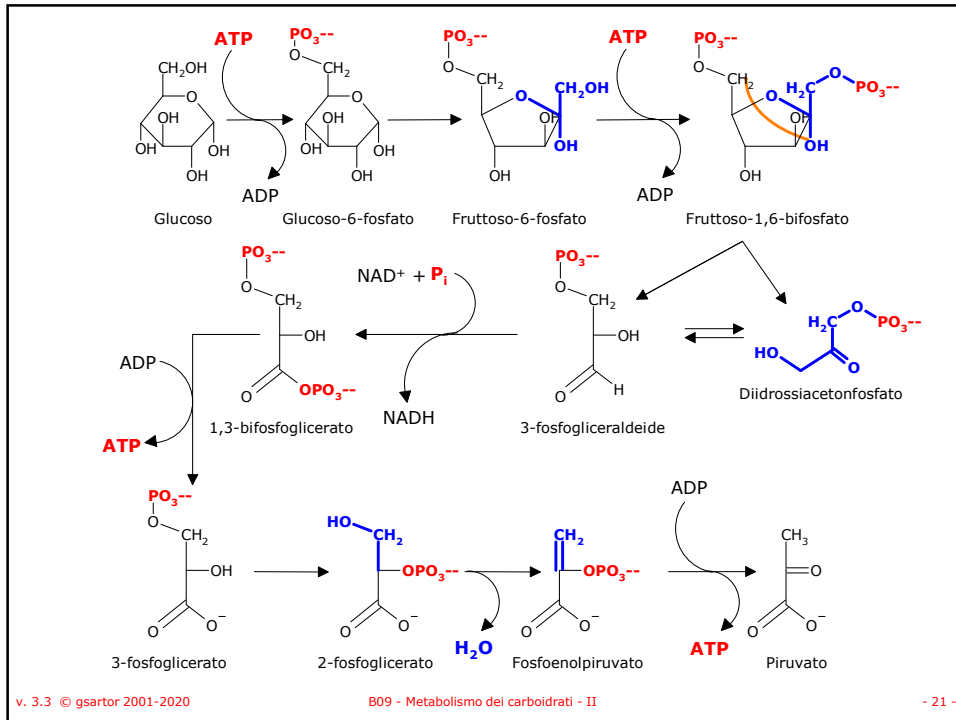
- La prima fase della glicolisi consiste nella **fosforilazione** del glucosio per arrivare a fruttosio-1,6-difosfato attraverso il glucosio-6-fosfato che viene isomerizzato a fruttosio-6-fosfato.
- Vengono consumate due molecole di ATP per ottenere lo zucchero difosfato.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

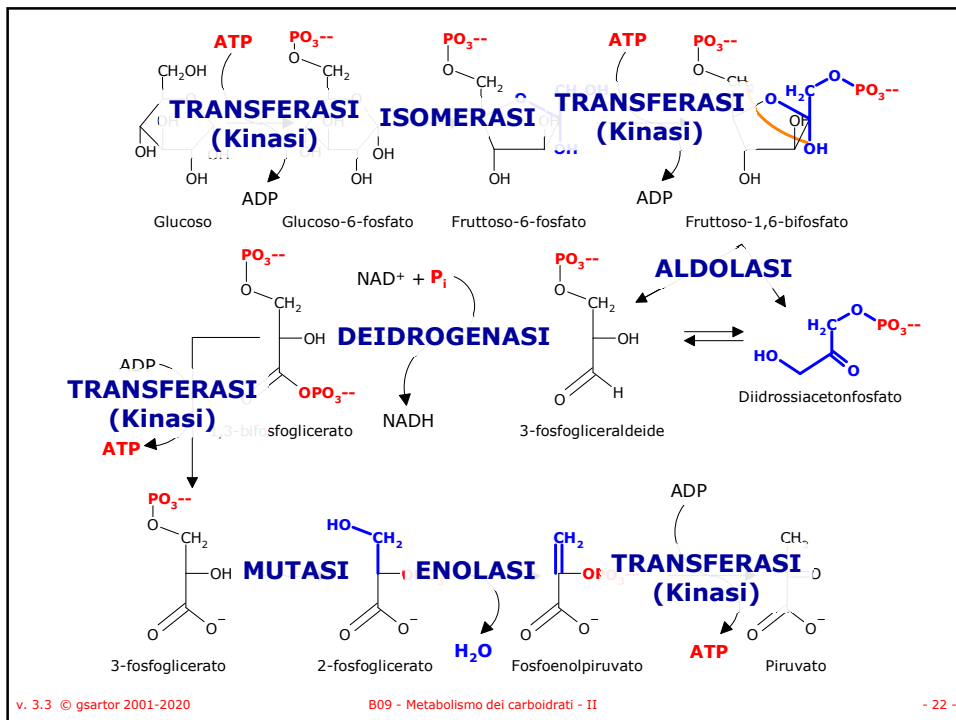
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 20 -

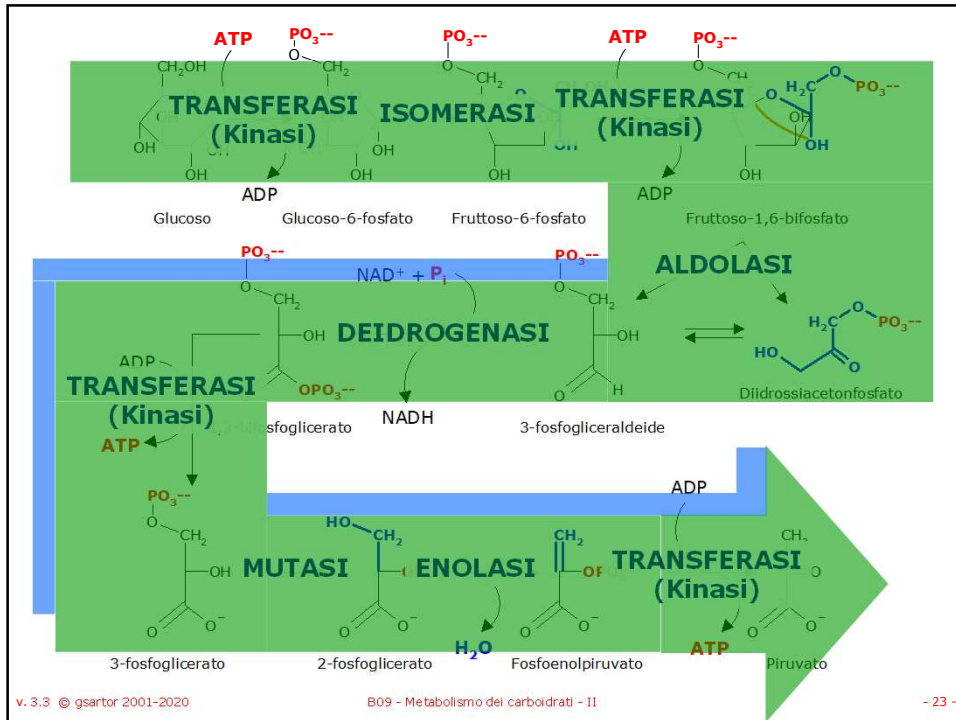
20



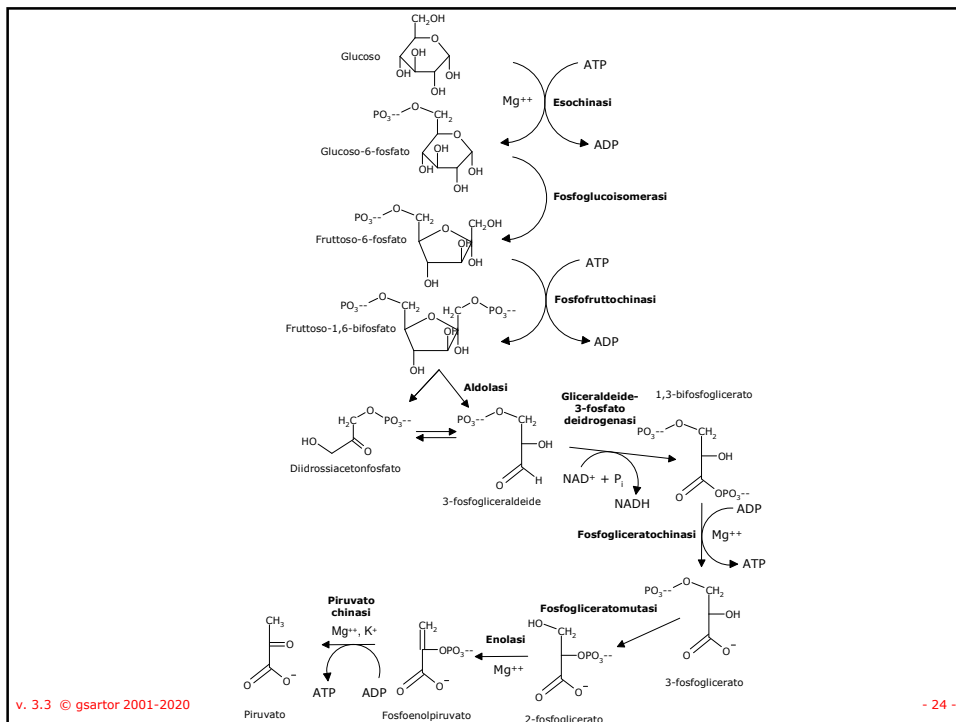
21



22



23

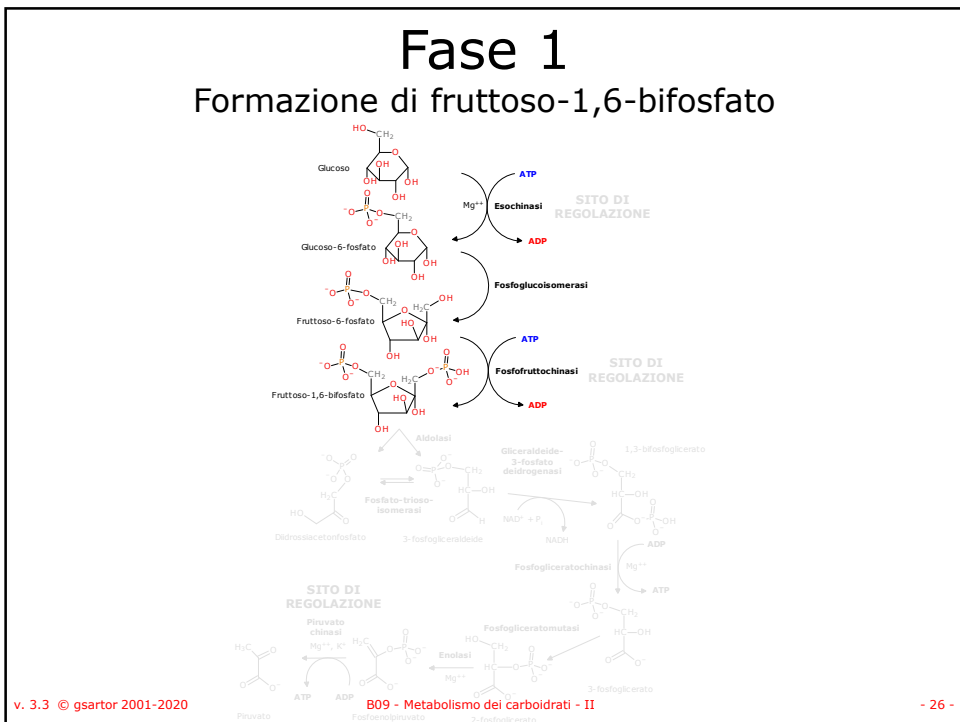


24

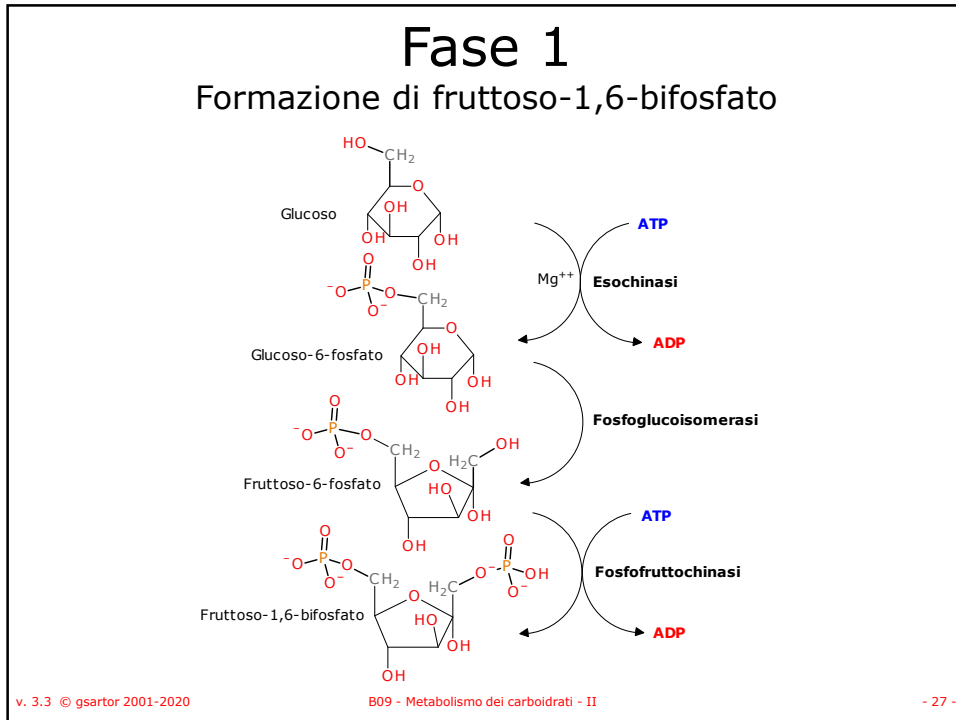
fase 1

v. 3.3 © gsartor 2001-2020 B09 - Metabolismo dei carboidrati - II - 25 -

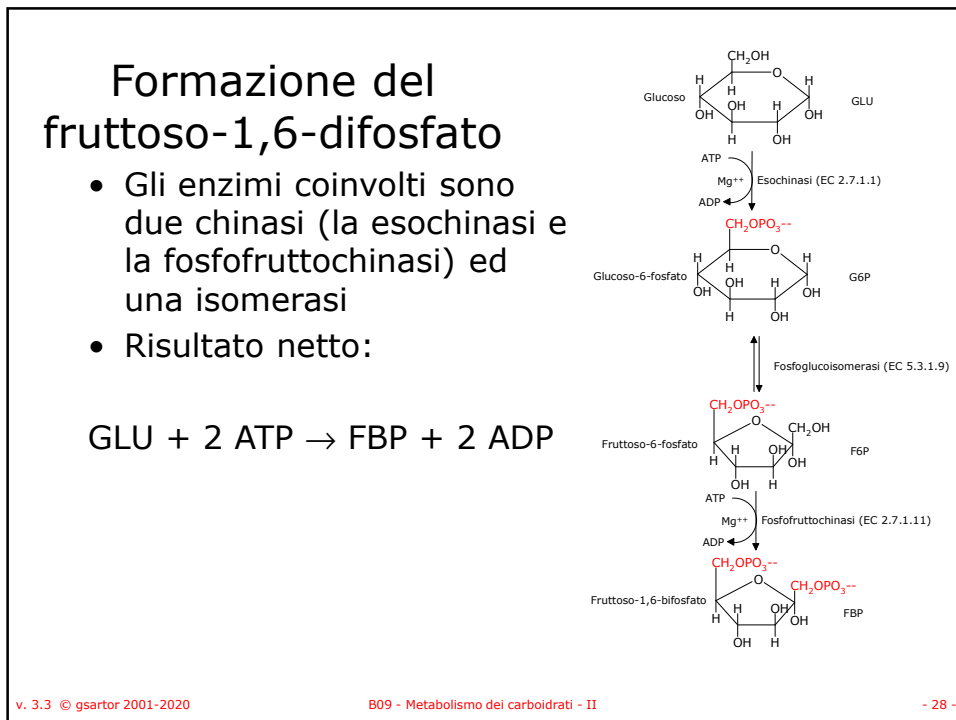
25



26



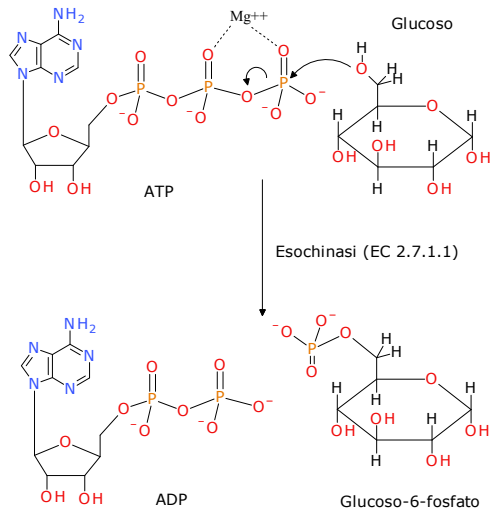
27



28

Esochinasi

- Fosforilazione del glucosio
- Consumo di ATP
- Fosforilazione spontanea a causa dell'idrolisi dell'ATP



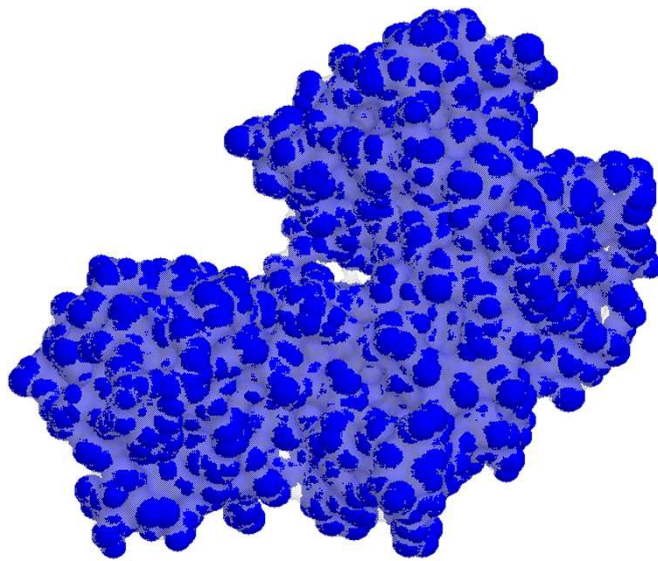
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 29 -

29

Esochinasi EC 2.7.1.1



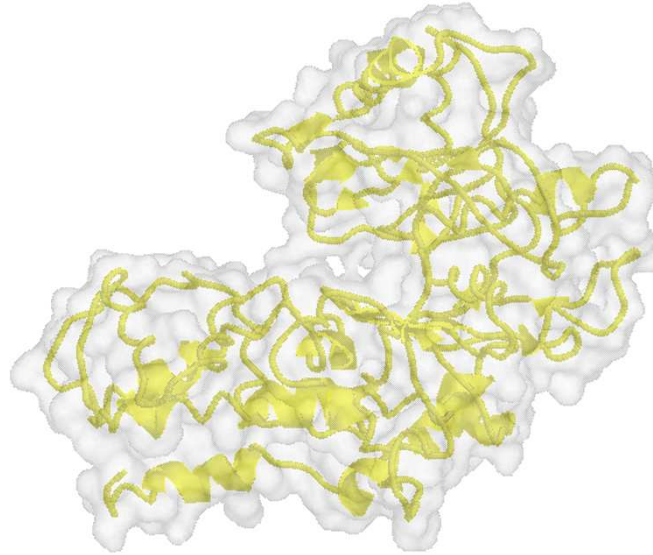
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 30 -

30

Esochinasi EC 2.7.1.1



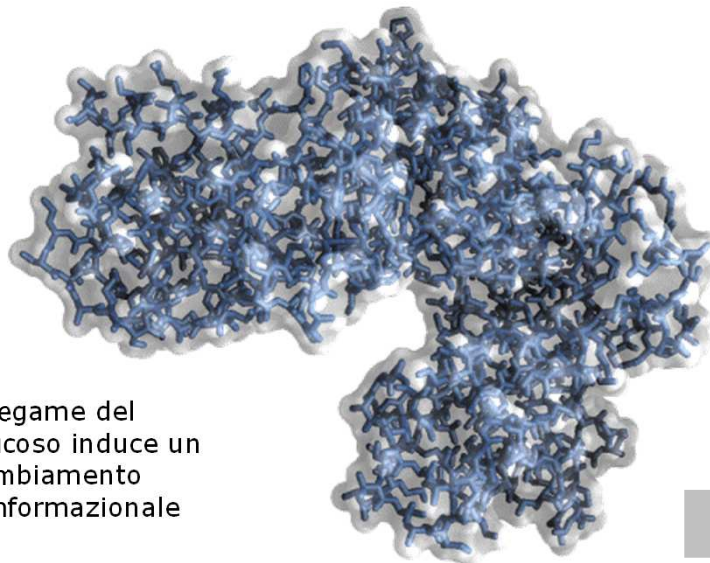
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 31 -

31

Esochinasi inattiva



- Il legame del glucosio induce un cambiamento conformazionale

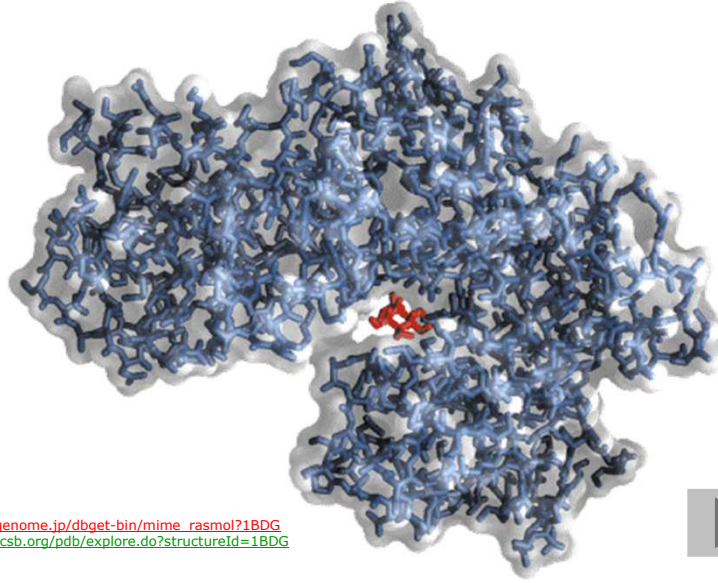
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 32 -

32

Esochinasasi attiva



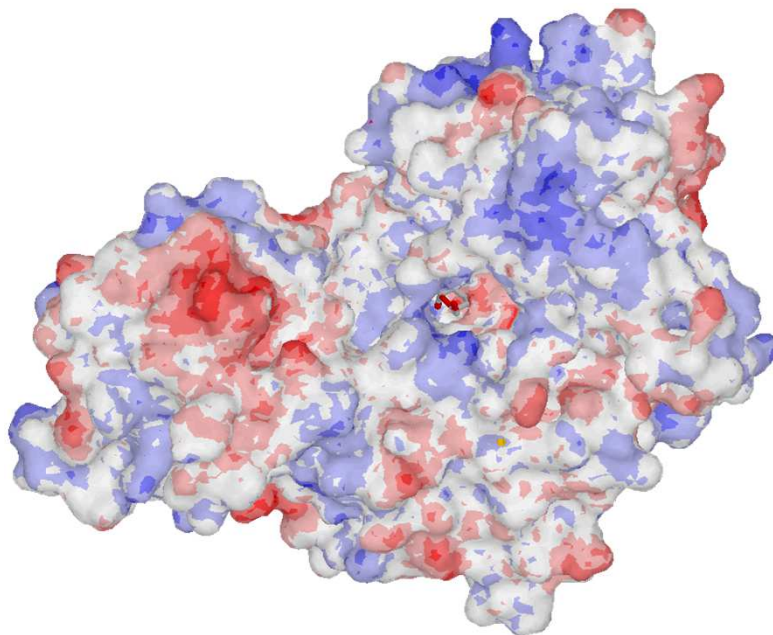
http://www.genome.jp/dbget-bin/mime_rasmol?1BDG
<http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1BDG>

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 33 -

33

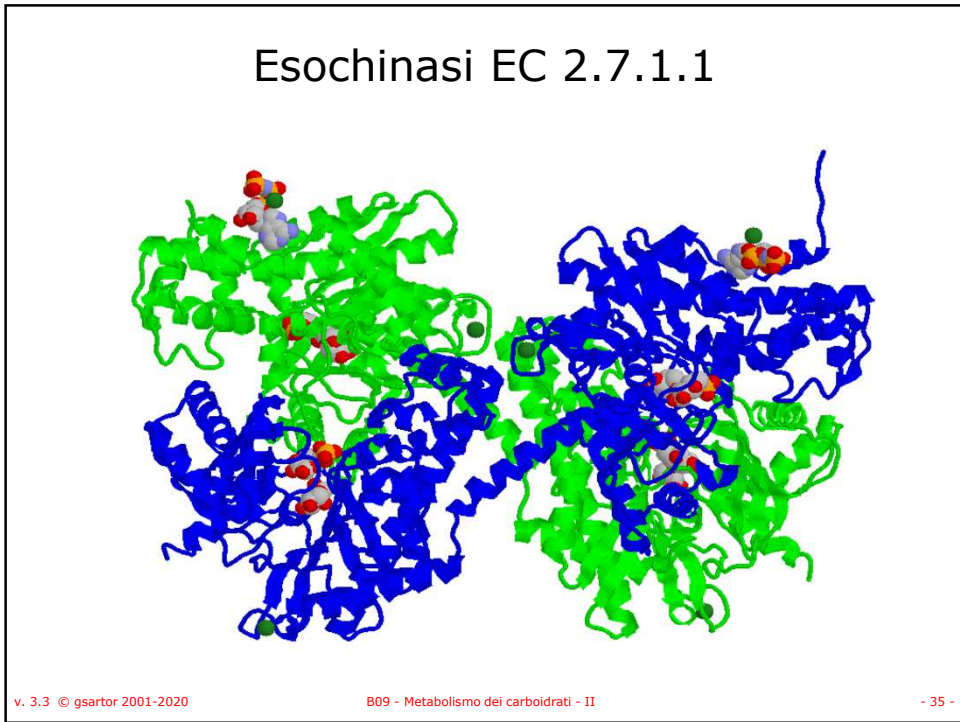


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

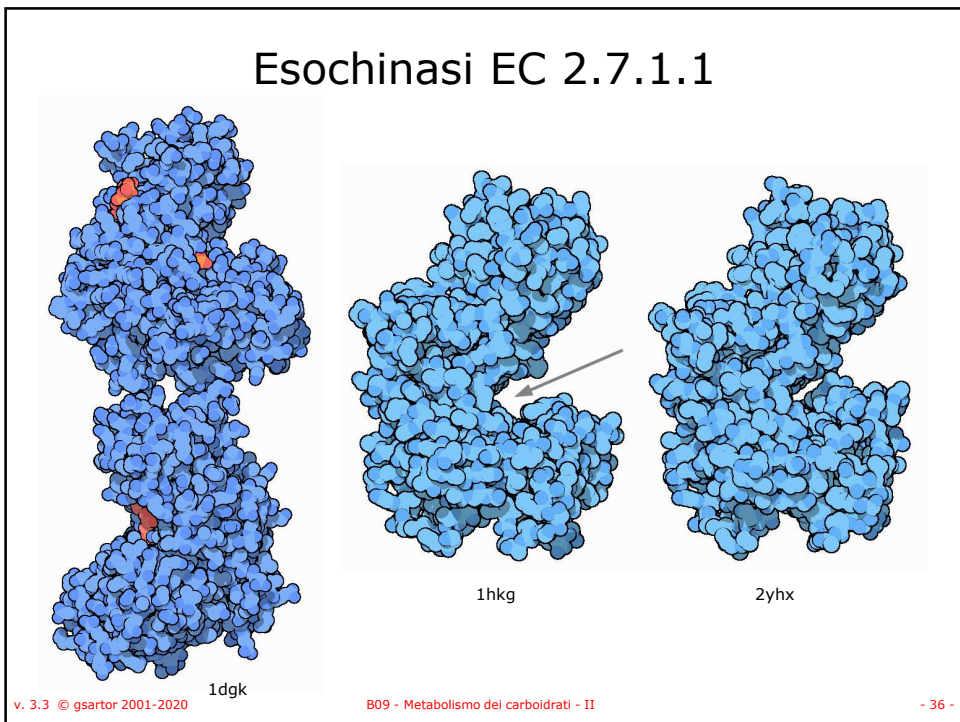
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 34 -

34



35



36

Esochinasi EC 2.7.1.1

- La fosforilazione confina il glucosio nella cellula
- La K_m per il glucosio è 0.1 mM; nella cellula il glucosio è 4 mM
- La glucochinasi ha una $K_m^{\text{glucosio}} = 10 \text{ mM}$, si attiva solo quando la cellula si arricchisce in glucosio
- La esochinasi è regolata allostericamente, viene inibita dal glucosio-6-fosfato ma non è il principale sito di regolazione della glicolisi

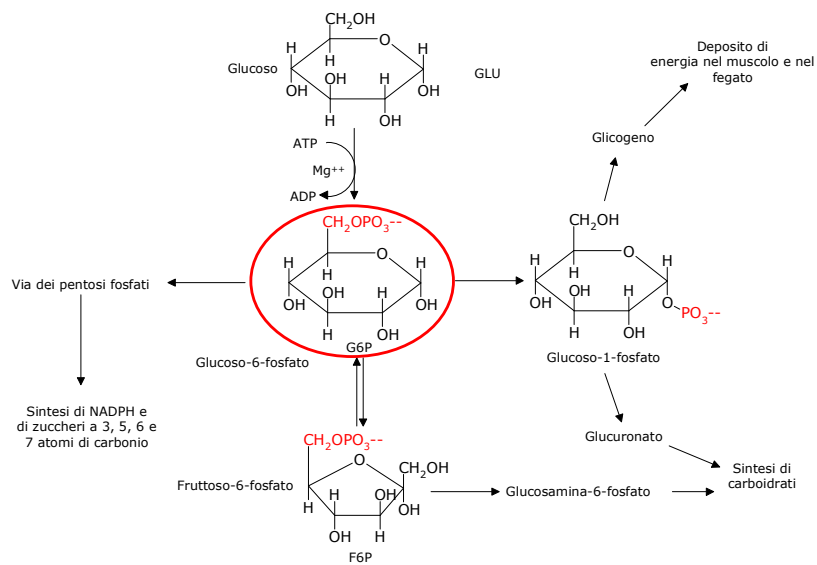
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 37 -

37

Formazione del fruttosio-6-difosfato

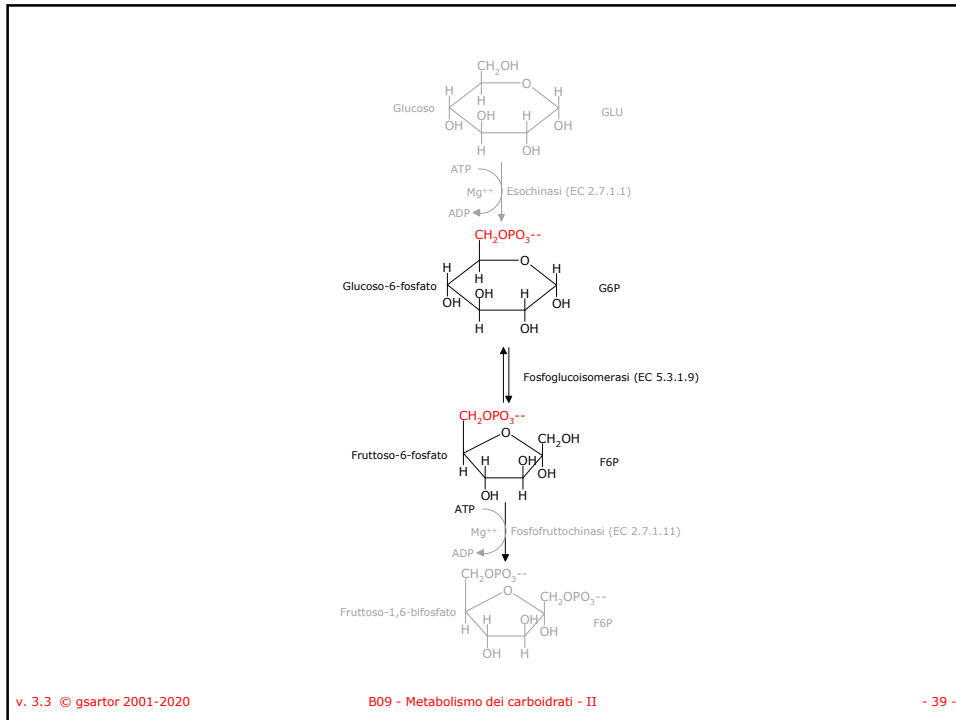


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

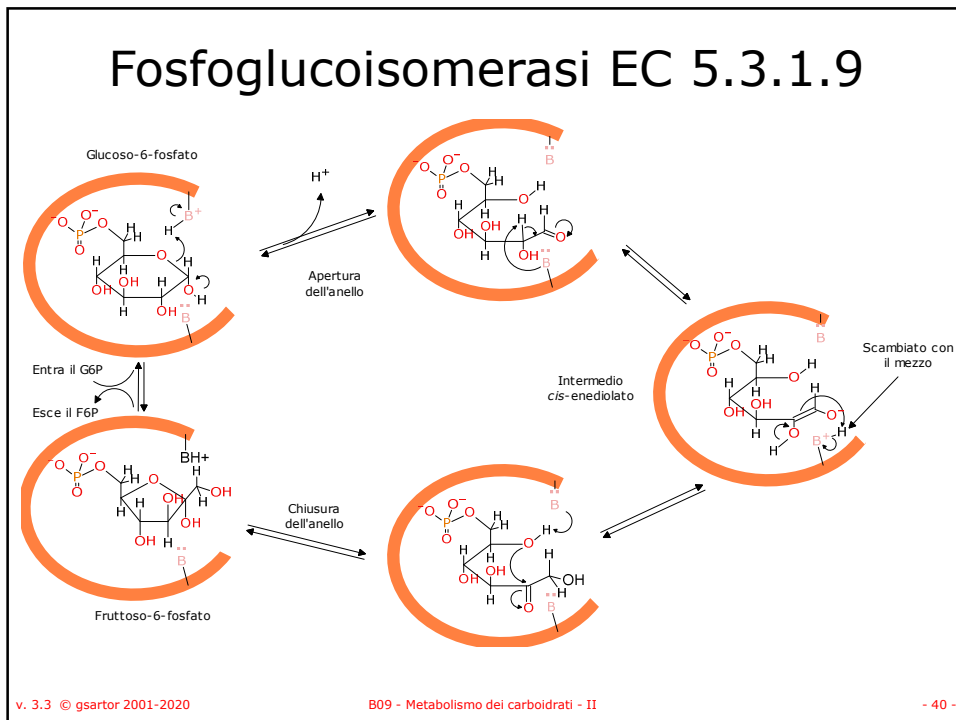
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 38 -

38

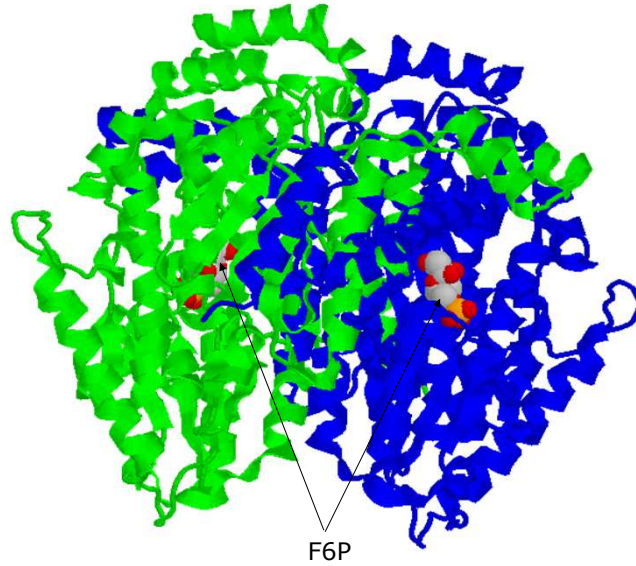


39



40

Fosfoglucoisomerasi EC 5.3.1.9



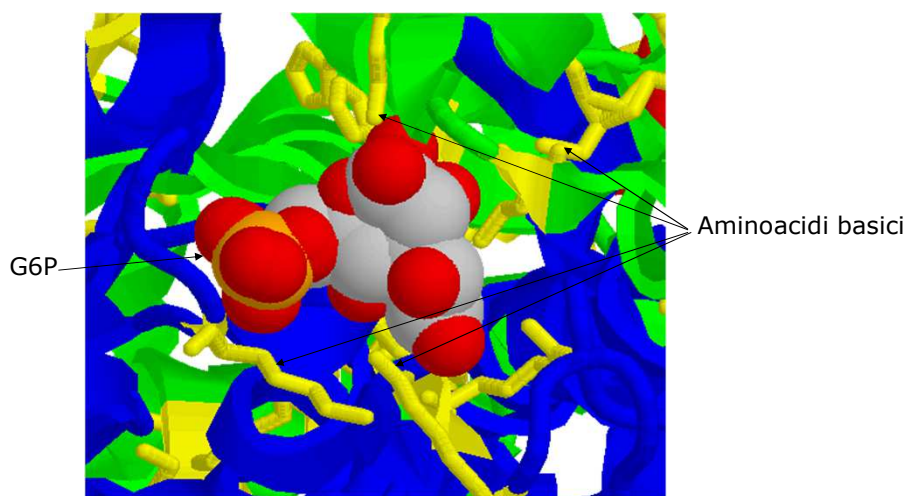
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 41 -

41

Fosfoglucoisomerasi EC 5.3.1.9



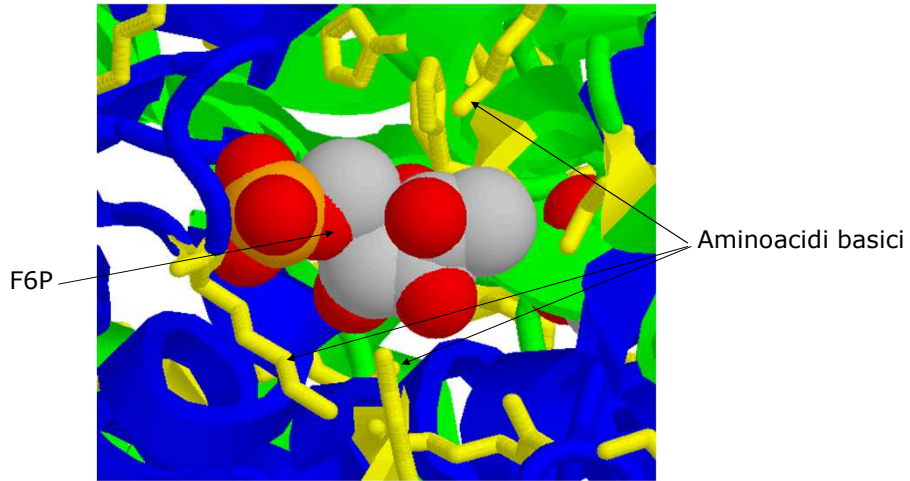
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 42 -

42

Fosfoglucoisomerasi EC 5.3.1.9



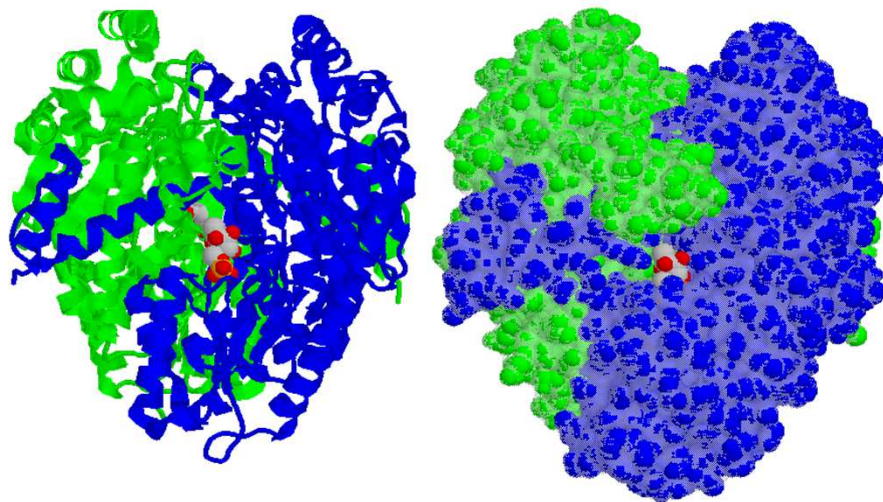
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 43 -

43

Fosfoglucoisomerasi EC 5.3.1.9



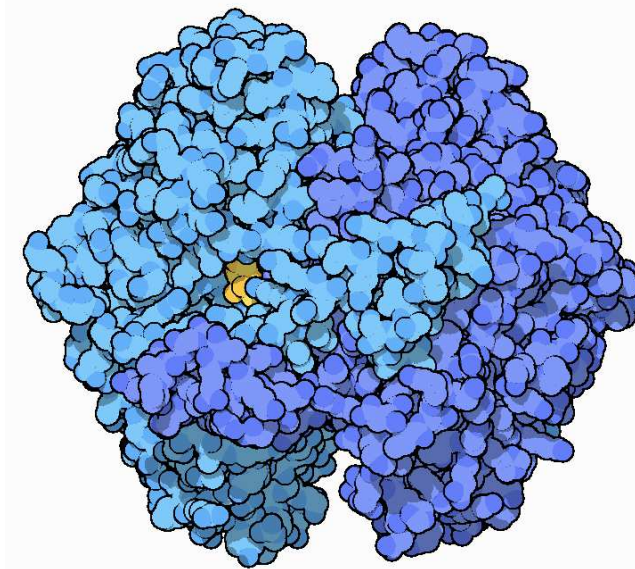
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 44 -

44

Fosfoglucoisomerasi EC 5.3.1.9



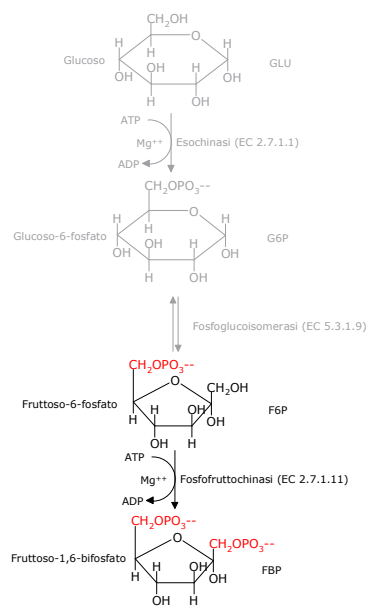
1hox

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 45 -

45



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 46 -

46

Fosfofruttochinasi EC 2.7.1.11

È la reazione che controlla la glicolisi

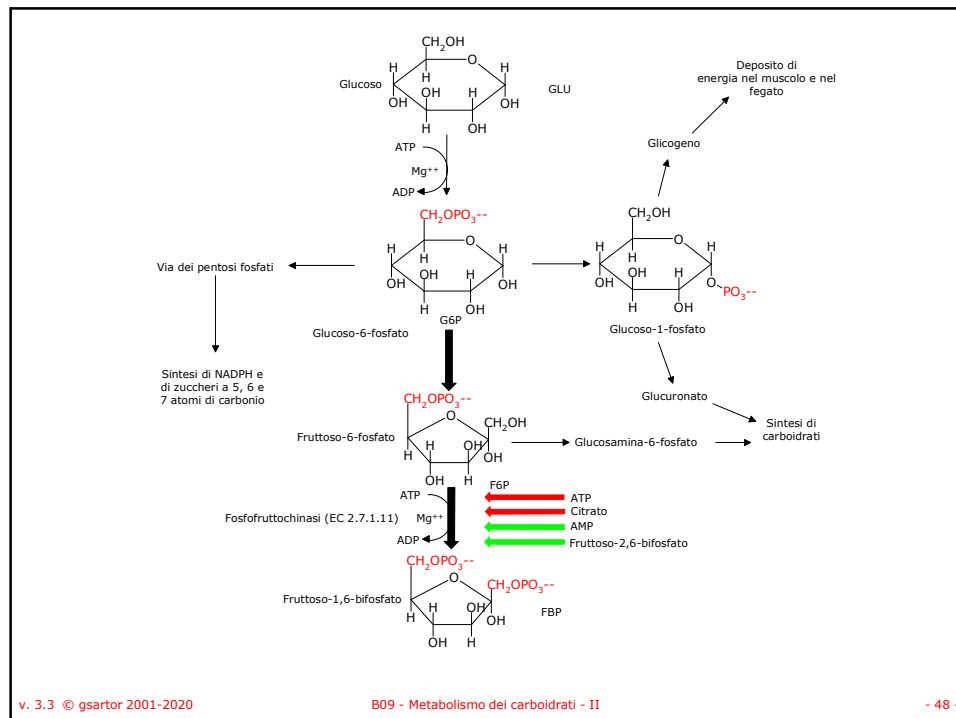
- È la seconda reazione di fosforilazione
- Valore di ΔG grande e negativo,
 - La PFK è altamente regolata
 - ATP inibisce, AMP elimina l'inibizione
 - Il citrato è un inibitore allosterico
 - Il fruttosio-2,6-bifosfato è un attivatore allosterico
 - L'attività della PFK aumenta quando lo stato energetico della cellula è basso.
 - L'attività della PFK diminuisce quando lo stato energetico della cellula è alto.
- Spinge la reazione verso la glicolisi e non verso il ciclo dei pentosi

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 47 -

47



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

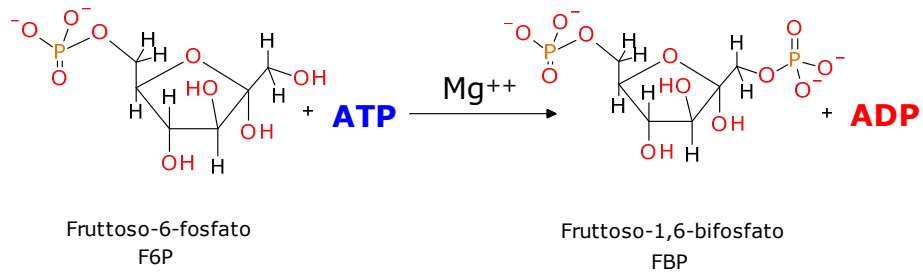
- 48 -

48

Fosfofruttochinasi EC 2.7.1.11

$$\Delta G^{\circ'} = -14.2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{\text{eritrociti}} = -18.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

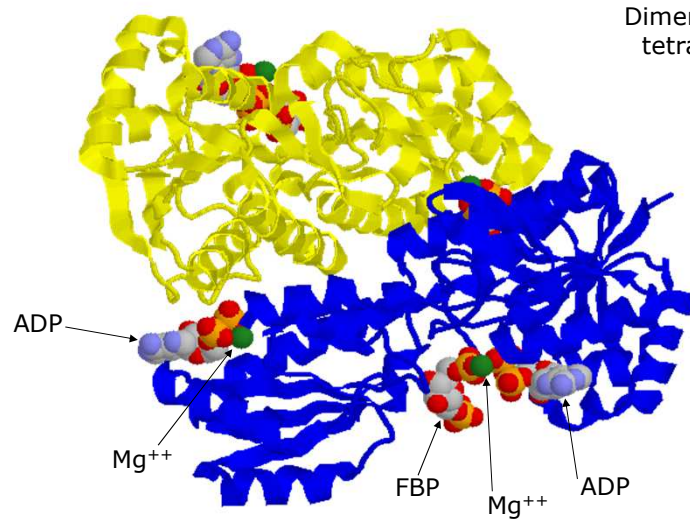
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 49 -

49

Fosfofruttochinasi EC 2.7.1.11

Dimero di un
tetramero



<http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1F>

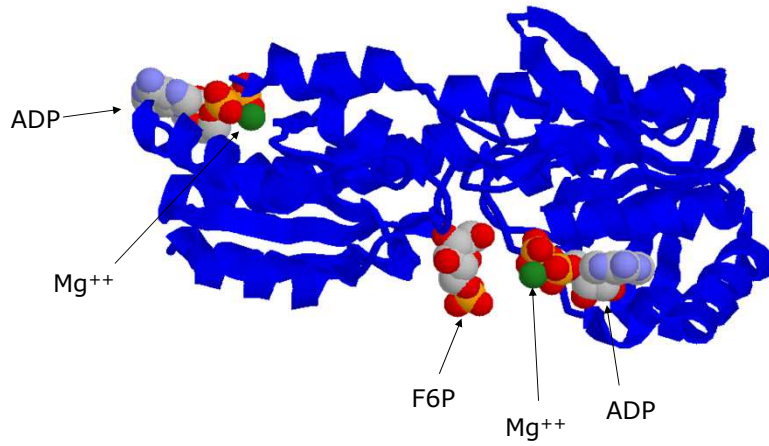
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 50 -

50

Fosfofruttochinasi EC 2.7.1.11



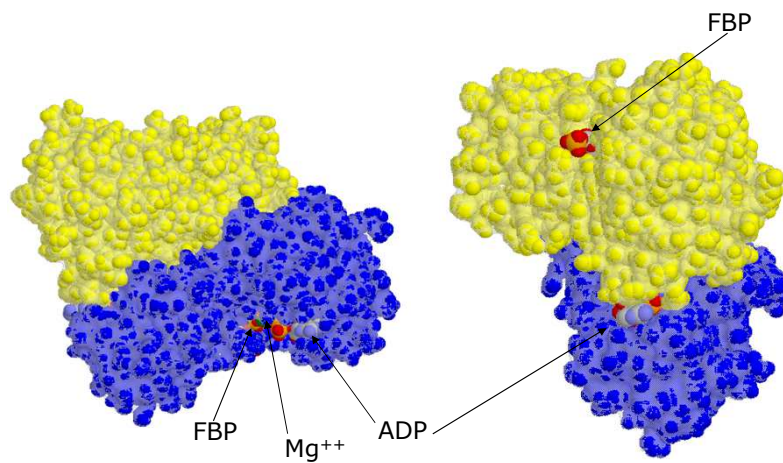
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 51 -

51

Fosfofruttochinasi EC 2.7.1.11



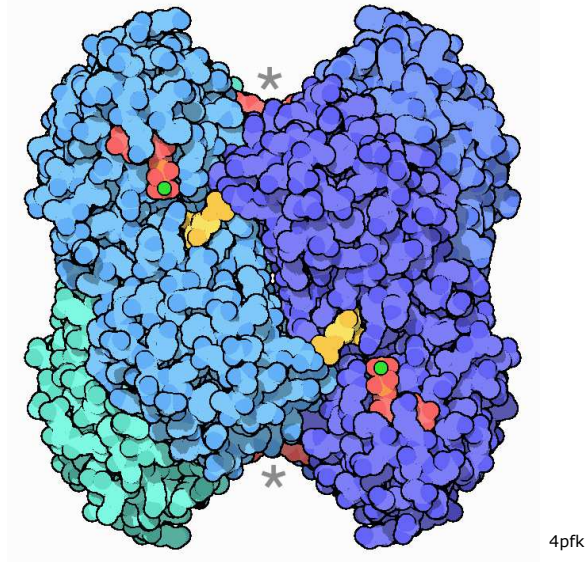
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 52 -

52

Fosfofruttochinasi EC 2.7.1.11



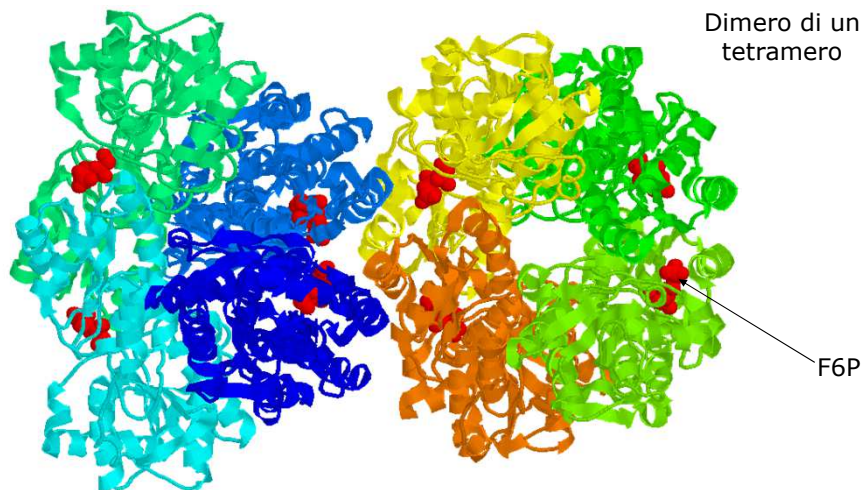
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 53 -

53

Fosfofruttochinasi EC 2.7.1.11



<http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1MTD>

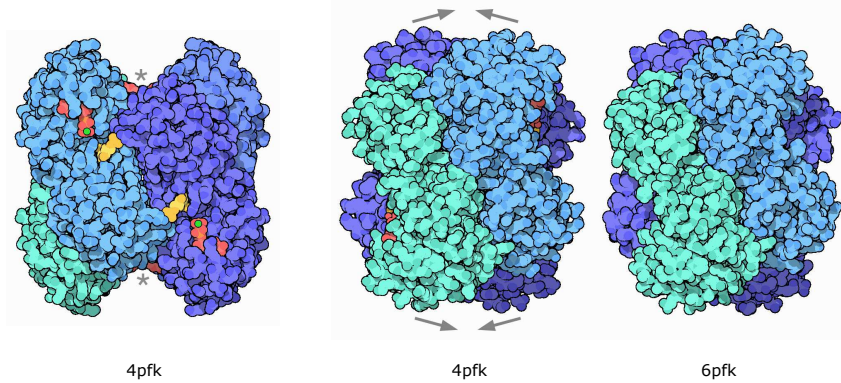
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 54 -

54

Fosfofruttochinasi EC 2.7.1.11



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

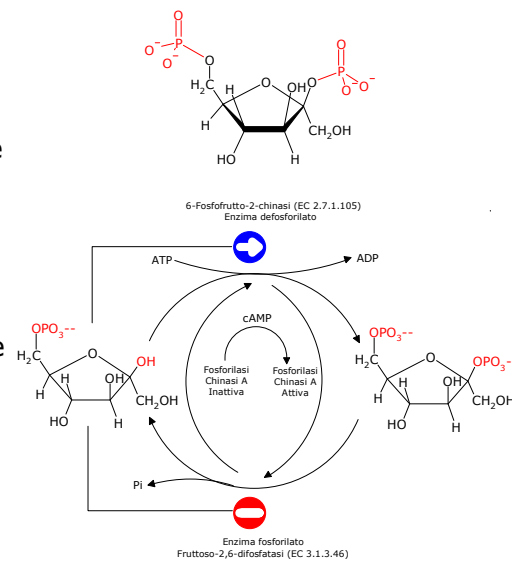
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 55 -

55

Enzima tandem

- La regolazione della PFK coinvolge un'altra molecola fosforilata: il fruttosio-2,6-bisfosfato, che funziona da attivatore allosterico della PFK.
- La sintesi di questa molecola è regolata da una proteina che, su singolo polipeptide, svolge due attività enzimatiche diverse a seconda se è o non è fosforilata: l'enzima tandem.
- L'enzima tandem è finemente regolato.



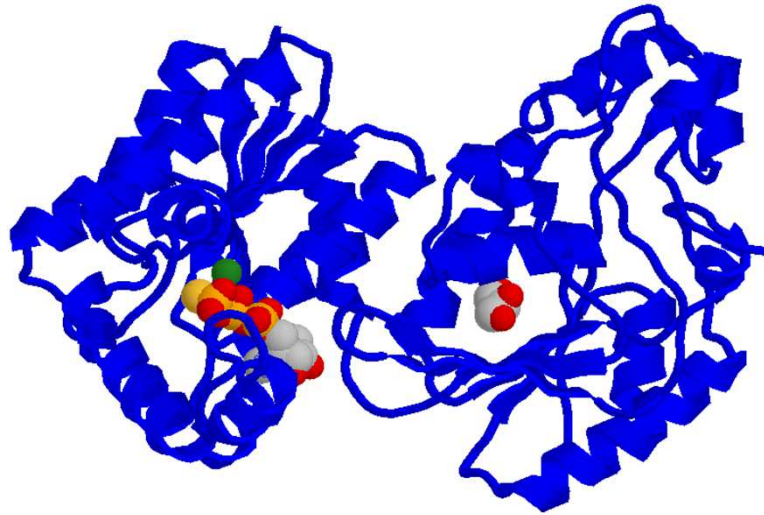
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 56 -

56

Enzima tandem



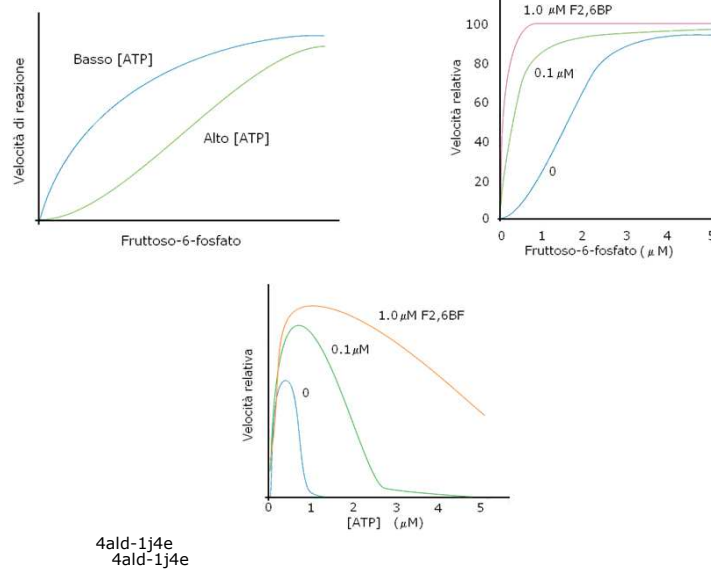
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 57 -

57

Regolazione PFK



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

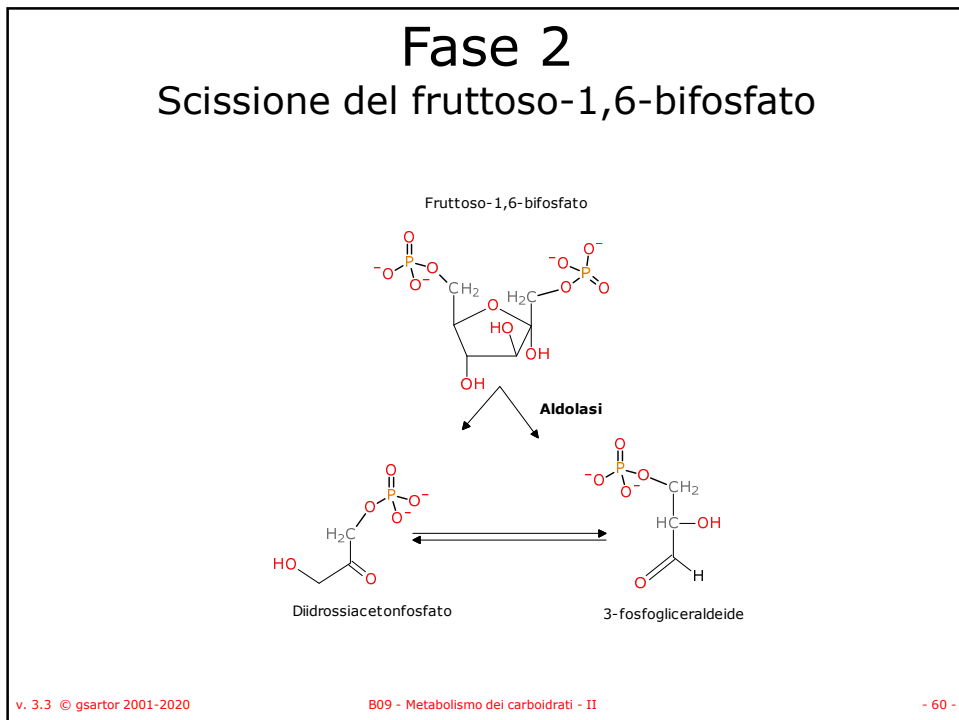
- 58 -

58

fase 2

v. 3.3 © gsartor 2001-2020 B09 - Metabolismo dei carboidrati - II - 59 -

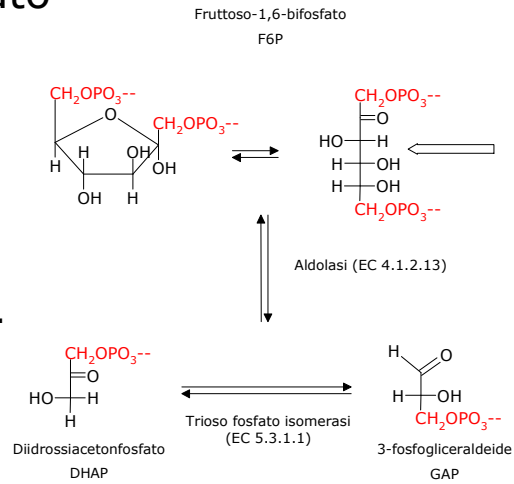
59



60

Scissione del fruttosio-1,6-difosfato

- La scissione del fruttosio-1,6-difosfato attraverso l'aldolasi porta alla formazione di due triosi, diidrossiacetonfosfato e 3-fosfogliceraleide.
- I due triosi sono tra loro in equilibrio attraverso la trioso fosfato isomerasi



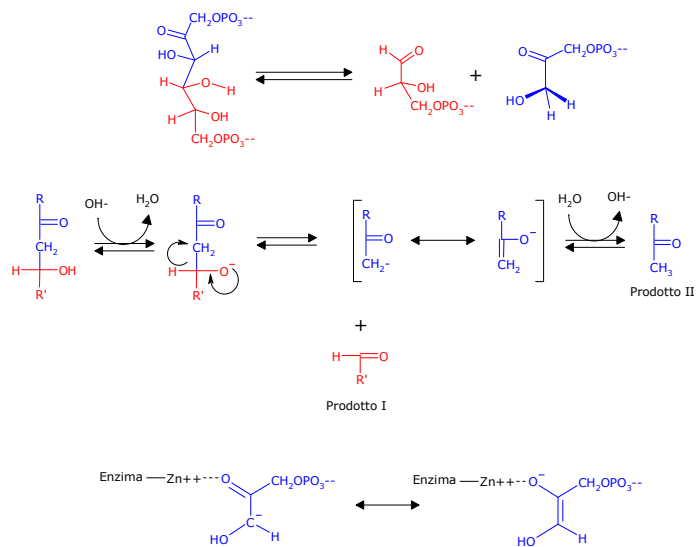
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 61 -

61

Aldolasi: meccanismo generale

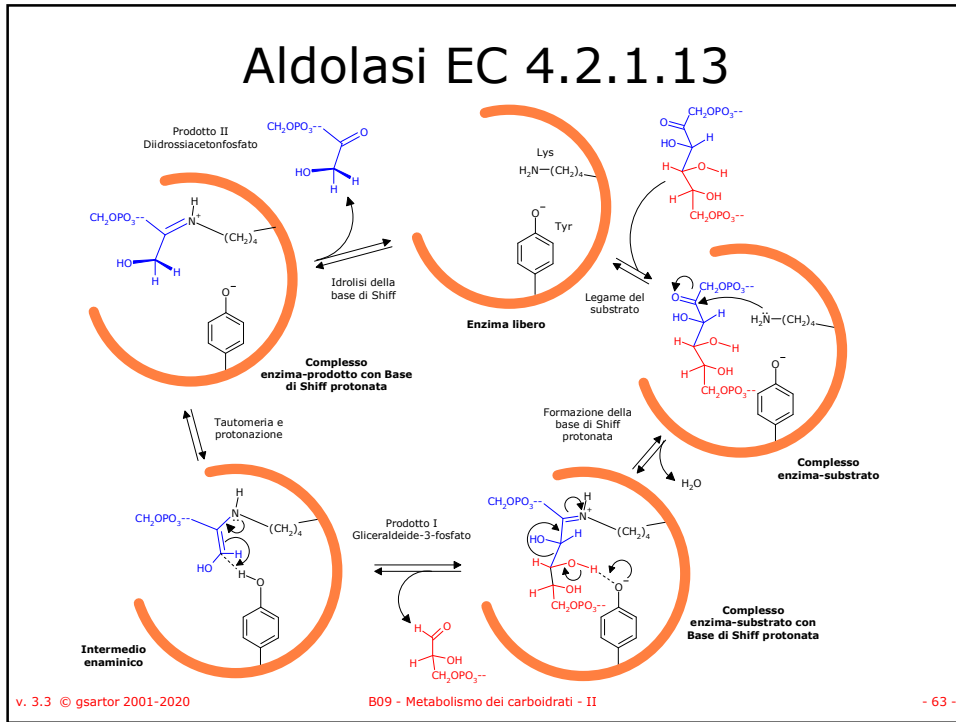


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

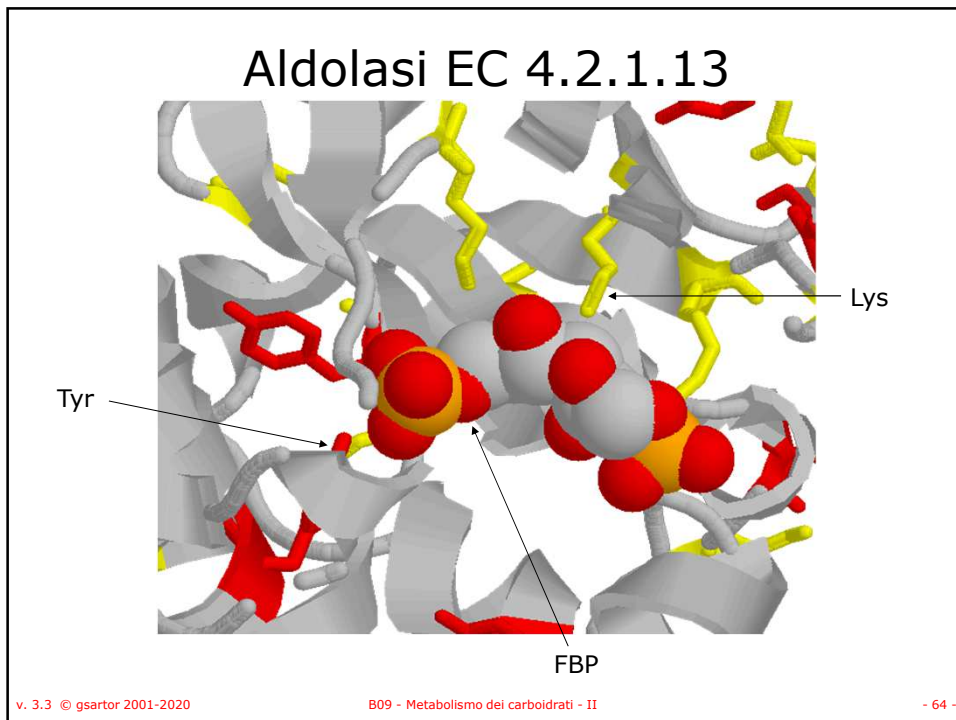
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 62 -

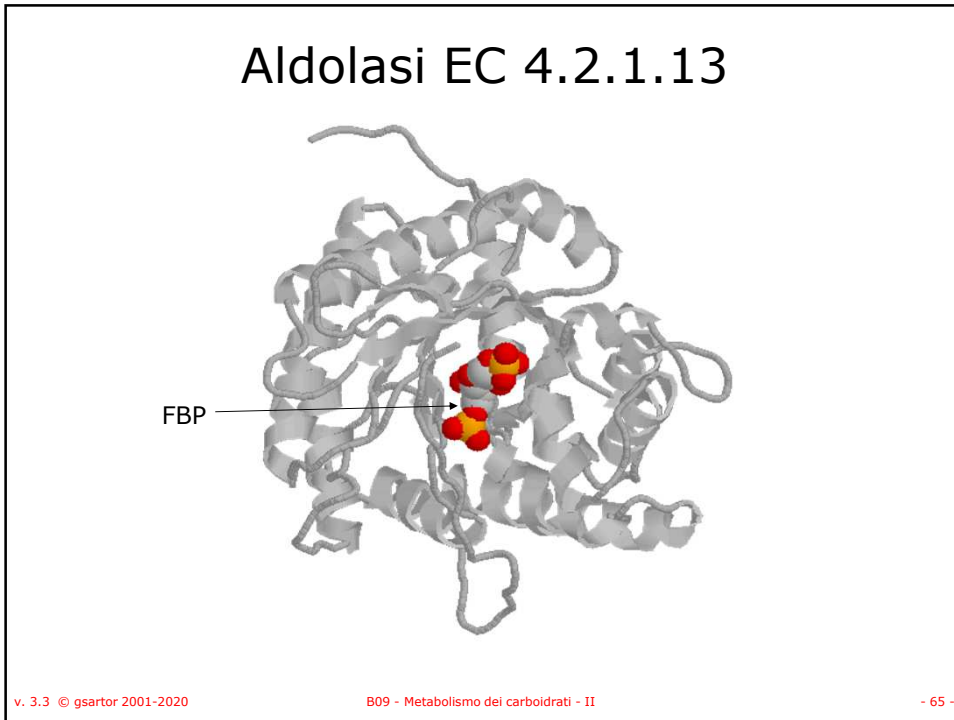
62



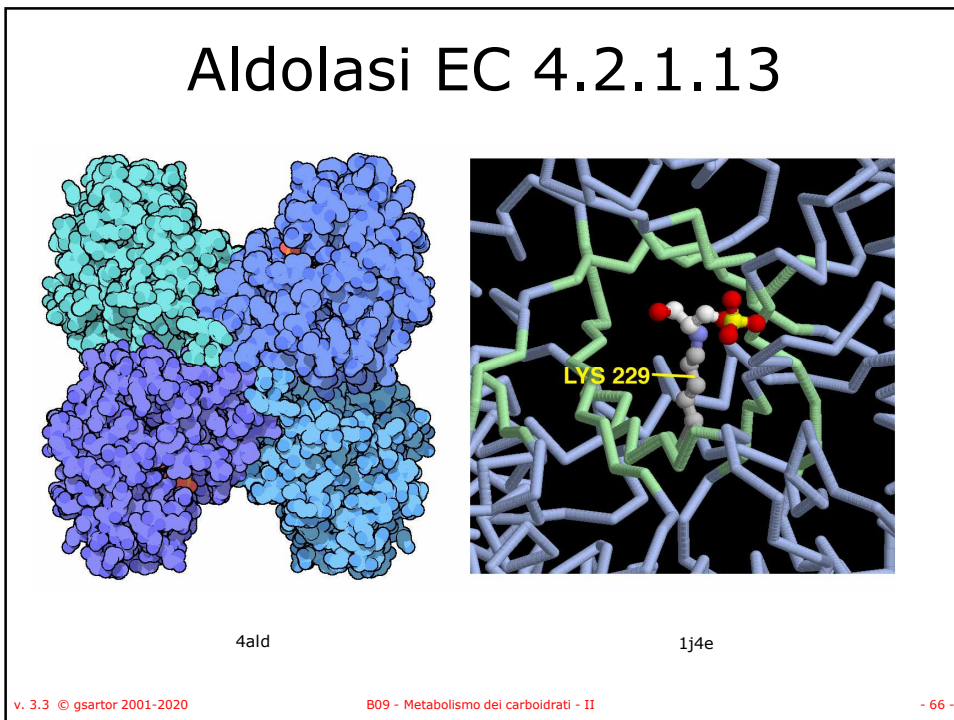
63



64



65



66

Trioso-fosfato isomerasi EC 5.3.1.1

Converte DHAP in GAP

- Il meccanismo coinvolge la formazione di enediolo
- Il sito attivo contiene un Glu che agisce come base

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

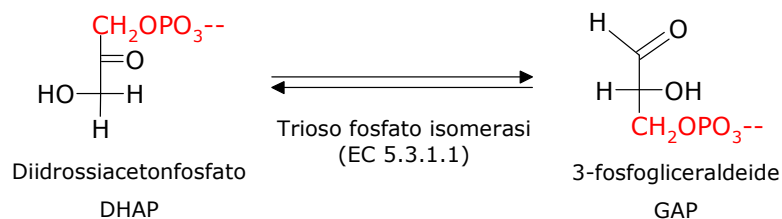
- 67 -

67

Trioso-fosfato isomerasi EC 5.3.1.1

- Catalizza l'equilibrio:

$$\Delta G^{\circ} = +7.56 \text{ kJ mol}^{-1}$$



- L'equilibrio è spostato verso sinistra ($\cong 96\%$ DHAP, $\cong 4\%$ GAP), nel procedere della glicolisi viene consumata solo GAP e l'equilibrio si sposta verso destra.

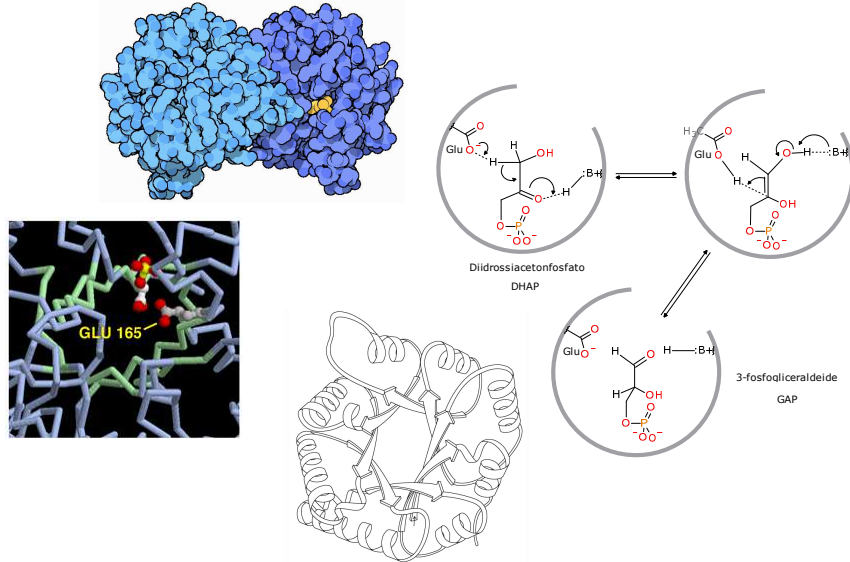
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 68 -

68

Trioso-fosfato isomerasi EC 5.3.1.1



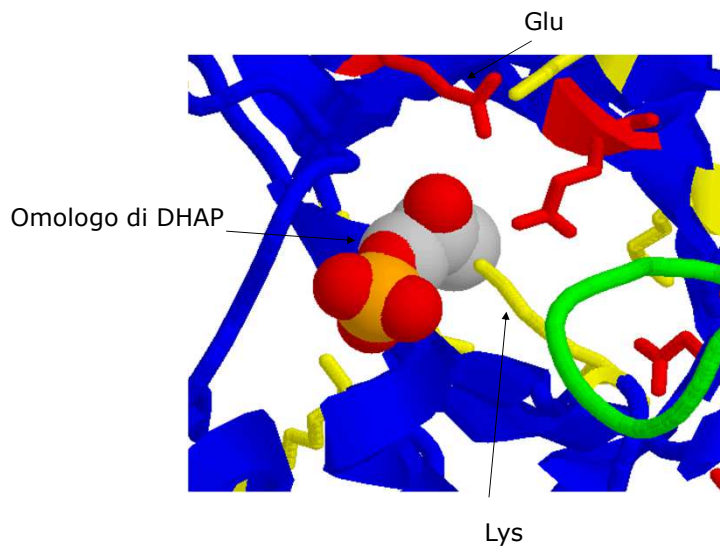
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 69 -

69

Trioso-fosfato isomerasi EC 5.3.1.1



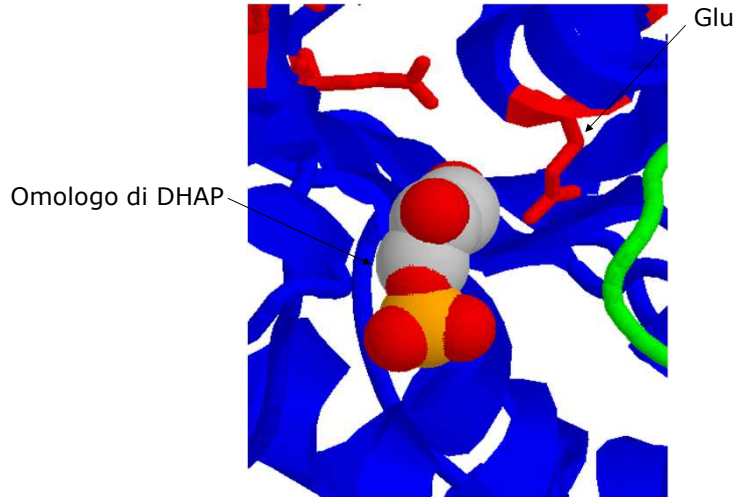
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 70 -

70

Trioso-fosfato isomerasi EC 5.3.1.1



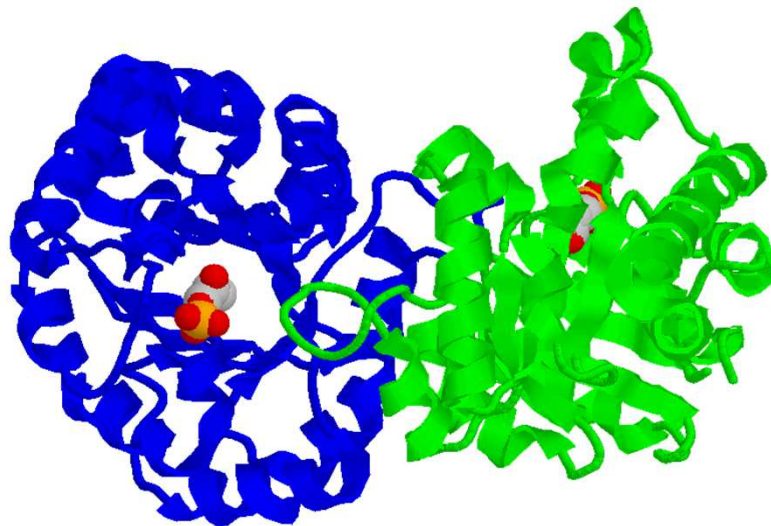
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 71 -

71

Trioso-fosfato isomerasi EC 5.3.1.1



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

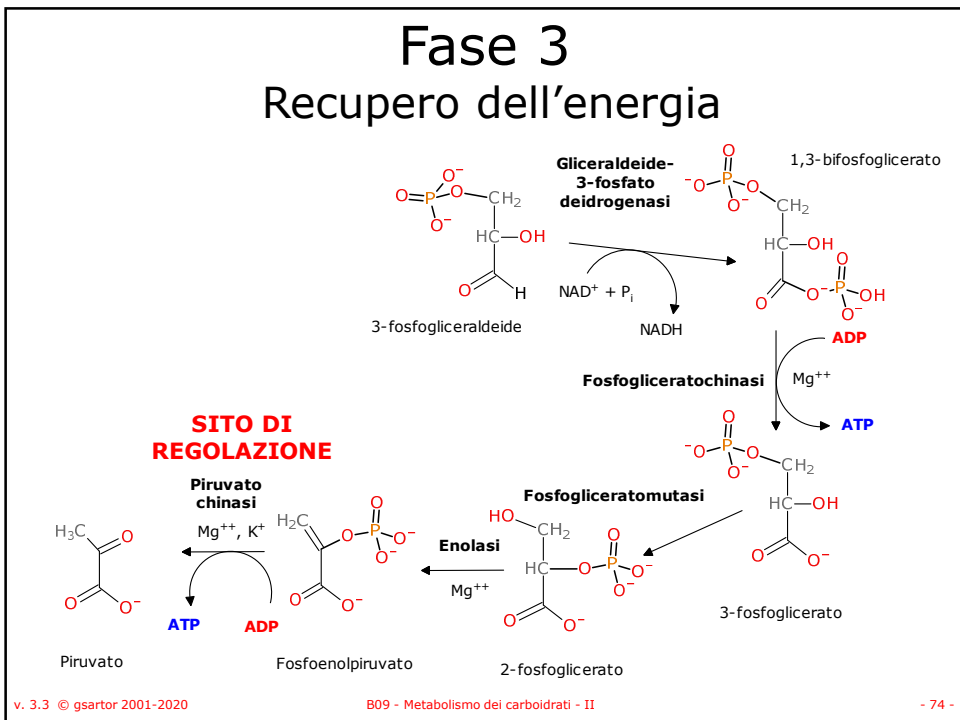
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 72 -

72



73



74

Recupero dell'energia

- La formazione di GAP permette il recupero dell'energia attraverso il suo metabolismo con formazione di una serie di intermedi fosforilati:
 - 1,3-bifosfoglicerato,
 - 3-fosfoglicerato,
 - 2-fosfoglicerato,
 - fosfoenolpiruvato ed infine
 - piruvato.
- Il destino del piruvato dipende dalla presenza di ossigeno e può essere diverso in cellule diverse (lievito, muscolo...)

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

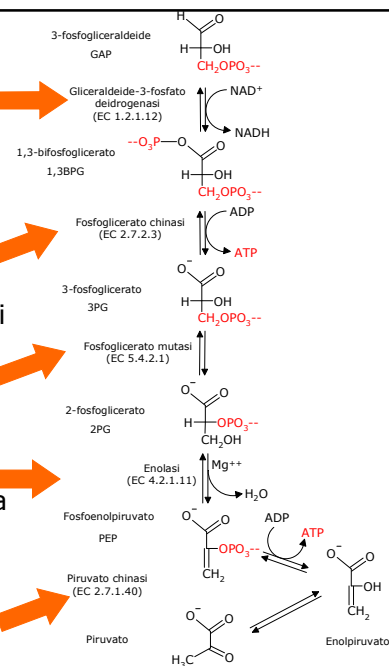
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 75 -

75

Recupero dell'energia

- La 3-fosfogliceraldeide prodotta viene ossidata e fosforilata 1,3-bifosfoglicerato da una deidrogenasi, con produzione di NADH
- il 1,3-bifosfoglicerato viene utilizzato per fosforilare l'ADP ad opera di una fosfogliceratochinasi e si forma 3-fosfoglicerato,
- che viene isomerizzato a 2-fosfoglicerato ad opera di una mutasi,
- il 2-fosfoglicerato perde una molecola d'acqua ad opera di una enolasi e si forma il fosfoenolpiruvato che
- viene trasformato in piruvato ad opera della piruvato chinasi con formazione di ATP.



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 76 -

76

Recupero dell'energia

- La 3-fosfoglicerato prodotta viene ossidata e fosforilata 1,3-bifosfoglicerato da una deidrogenasi, con produzione di NADH
- il 1,3-bifosfoglicerato viene utilizzato per fosforilare l'ADP ad opera di una fosfogliceratochinasi e si forma 3-fosfoglicerato,
- che viene isomerizzato a 2-fosfoglicerato ad opera di una mutasi,
- il 2-fosfoglicerato perde una molecola d'acqua ad opera di una enolasi e si forma il fosfoenolpiruvato che
- viene trasformato in piruvato ad opera della piruvato chinasi con formazione di ATP.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020 B09 - Metabolismo dei carboidrati - II - 77 -

77

Recupero dell'energia

- La 3-fosfoglicerato prodotta viene ossidata e fosforilata 1,3-bifosfoglicerato da una deidrogenasi, con produzione di NADH
- il 1,3-bifosfoglicerato viene utilizzato per fosforilare l'ADP ad opera di una fosfogliceratochinasi e si forma 3-fosfoglicerato,
- che viene isomerizzato a 2-fosfoglicerato ad opera di una mutasi,
- il 2-fosfoglicerato perde una molecola d'acqua ad opera di una enolasi e si forma il fosfoenolpiruvato che
- viene trasformato in piruvato ad opera della piruvato chinasi con formazione di ATP.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020 B09 - Metabolismo dei carboidrati - II - 78 -

78

Gliceraldeide-3-fosfato deidrogenasi EC 1.2.1.12

GAP è ossidata a 1,3BPG

- L'energia ottenuta dalla conversione di un'aldeide ad acido carbossilico è usata per la fosforilazione a 1,3BPG e per la riduzione del NAD⁺ a NADH

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

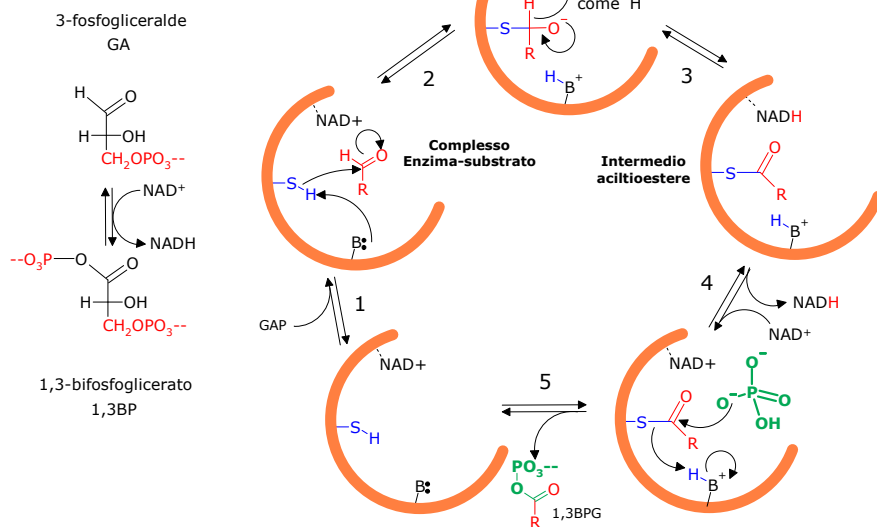
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 79 -

79

Gliceraldeide-3-fosfato deidrogenasi EC 1.2.1.12

$$\Delta G^{\circ} = +6.3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

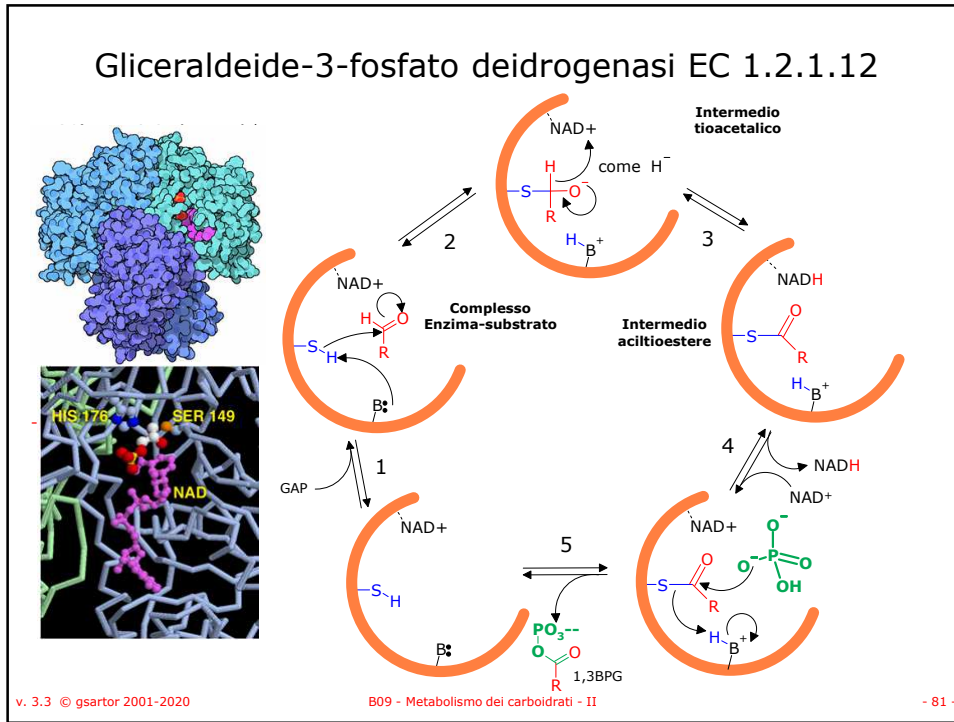


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

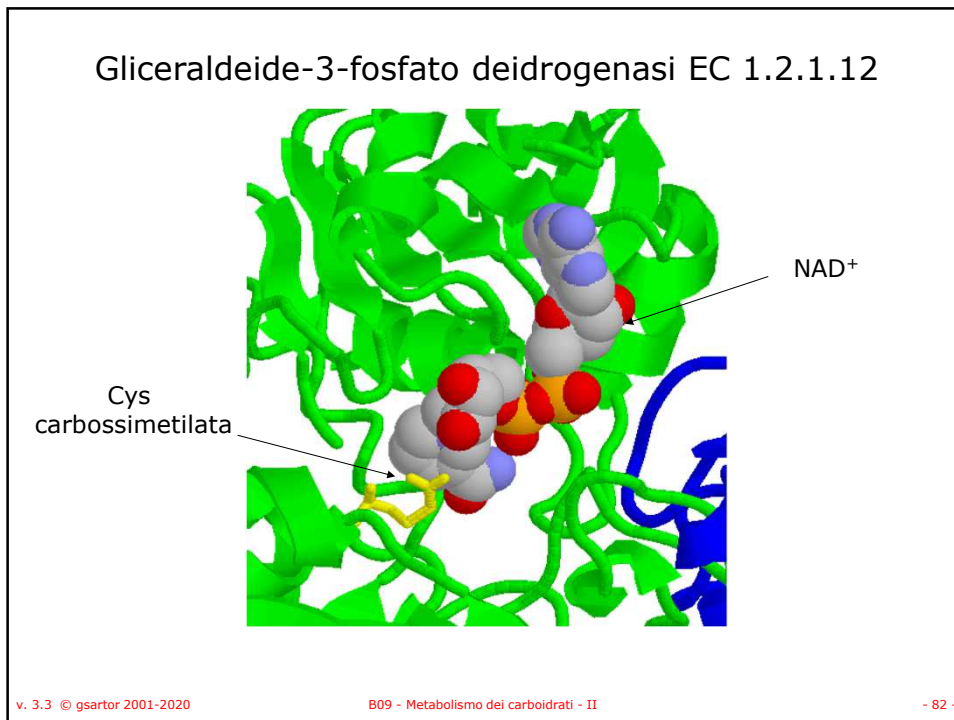
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 80 -

80

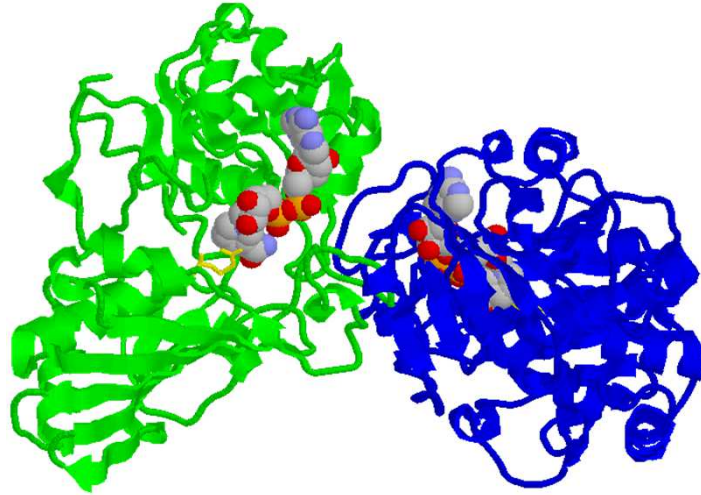


81



82

Gliceraldeide-3-fosfato deidrogenasi EC 1.2.1.12



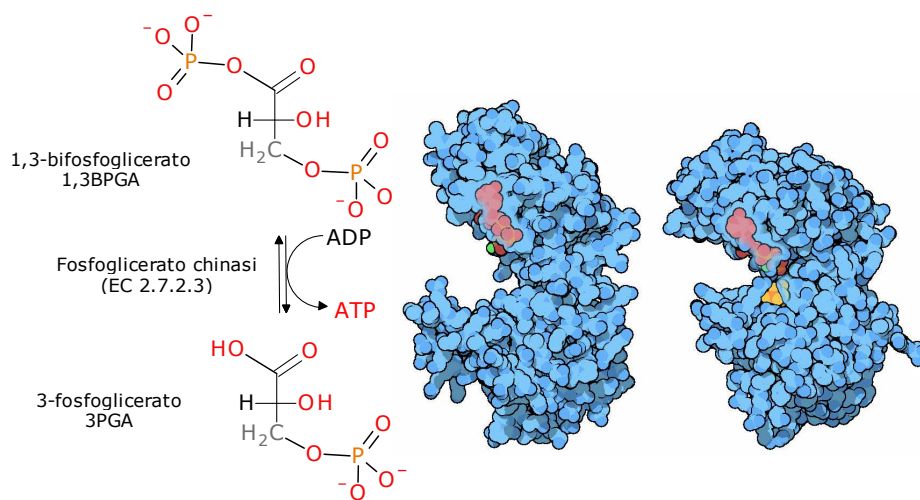
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 83 -

83

Fosfoglicerato chinasi EC 2.7.2.3



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 84 -

84

Fosfoglicerato mutasi EC 5.4.2.1

Il gruppo fosfato passa da C-3 a C-2

- Spostamento di fosfato per la formazione di PEP
- Si forma un intermedio fosfo-istidina
- È stato dimostrato che del 2,3BPG è richiesto per la fosforilazione di His.

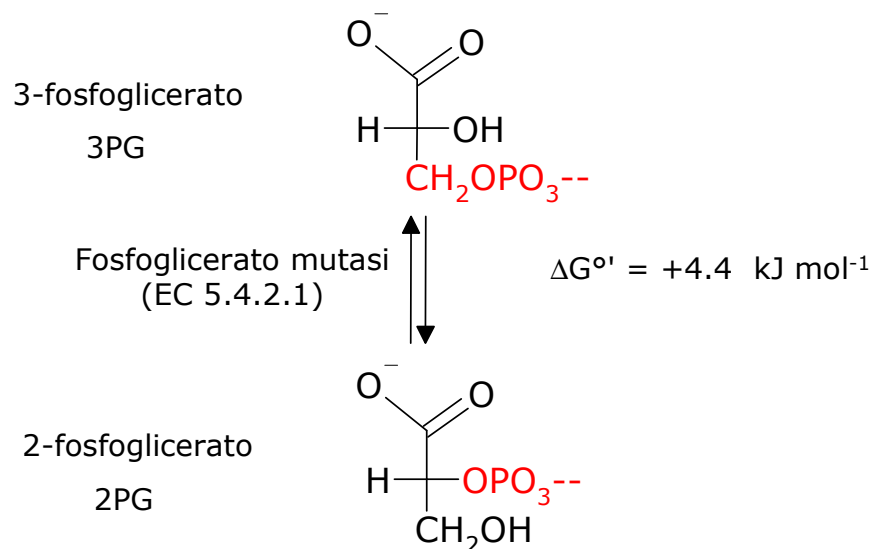
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 85 -

85

Fosfoglicerato mutasi EC 5.4.2.1

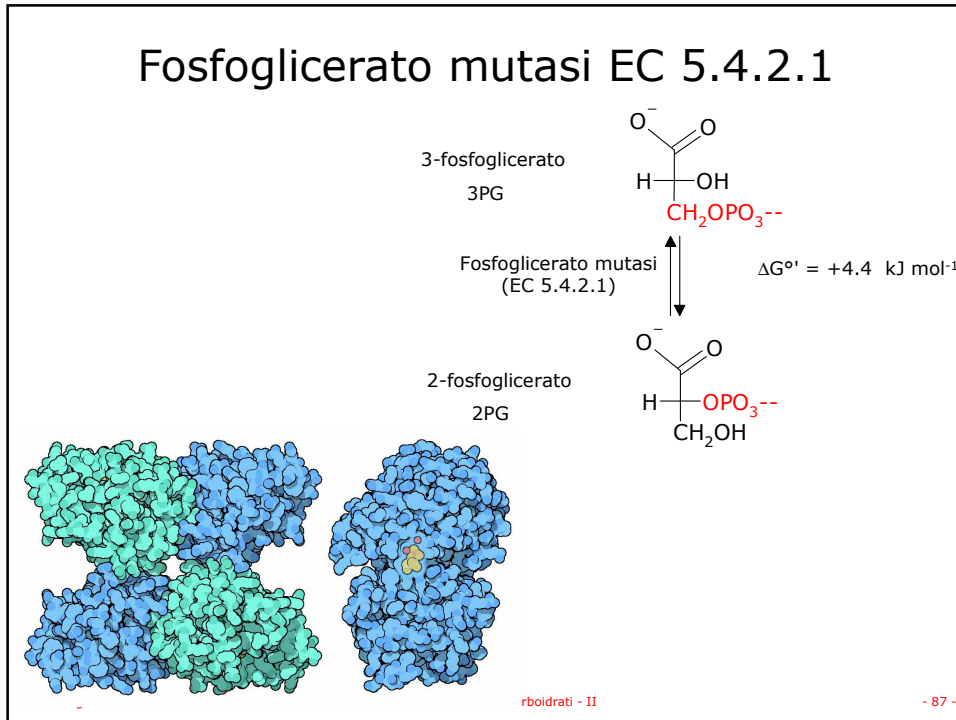


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

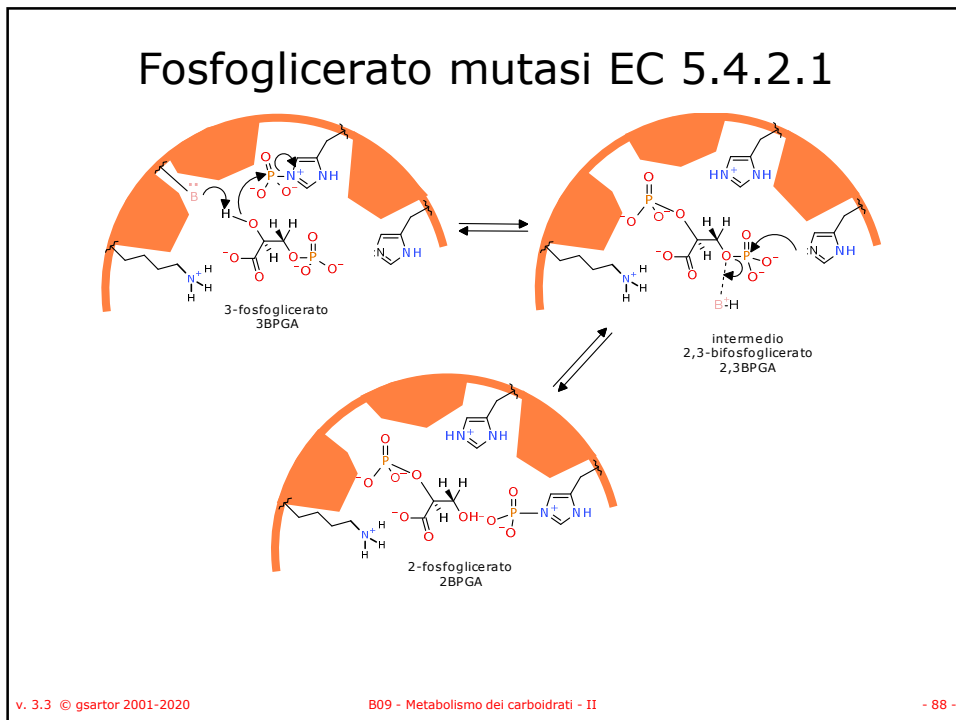
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 86 -

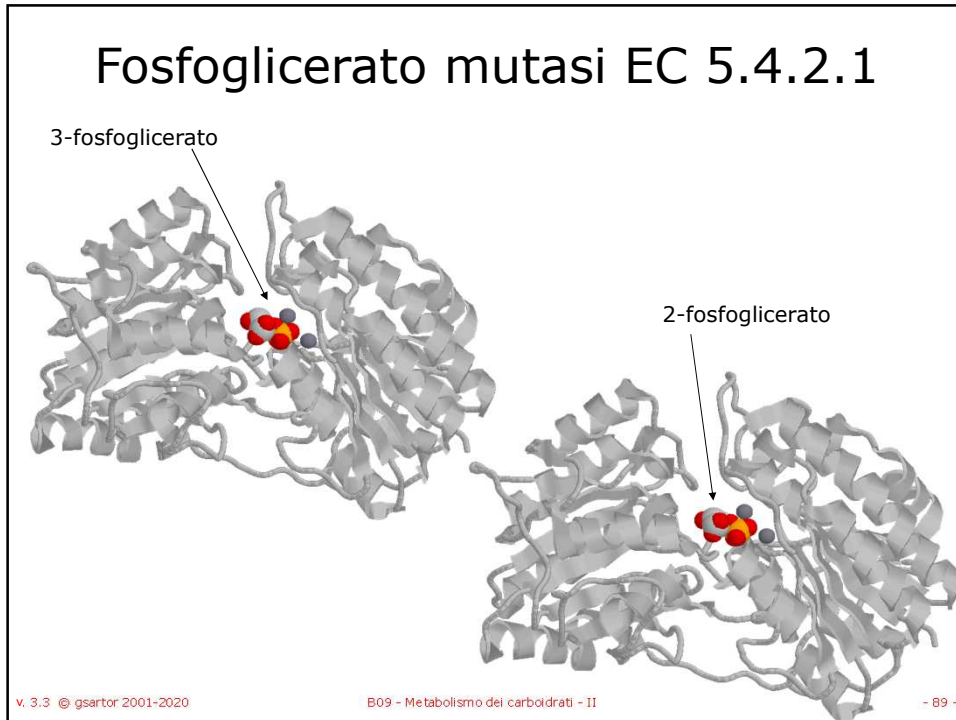
86



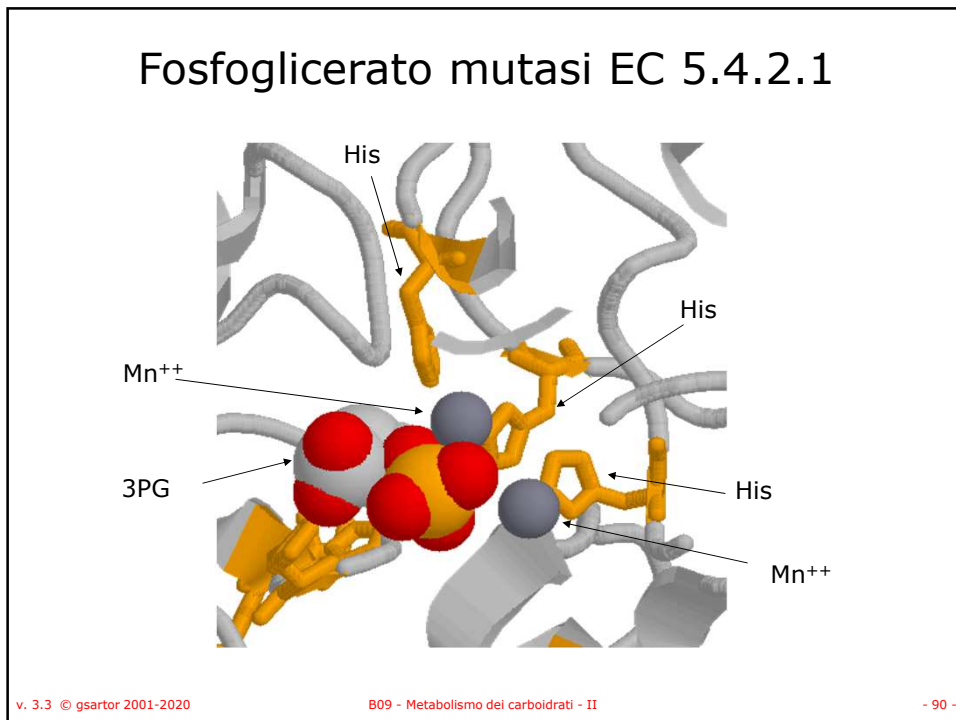
87



88

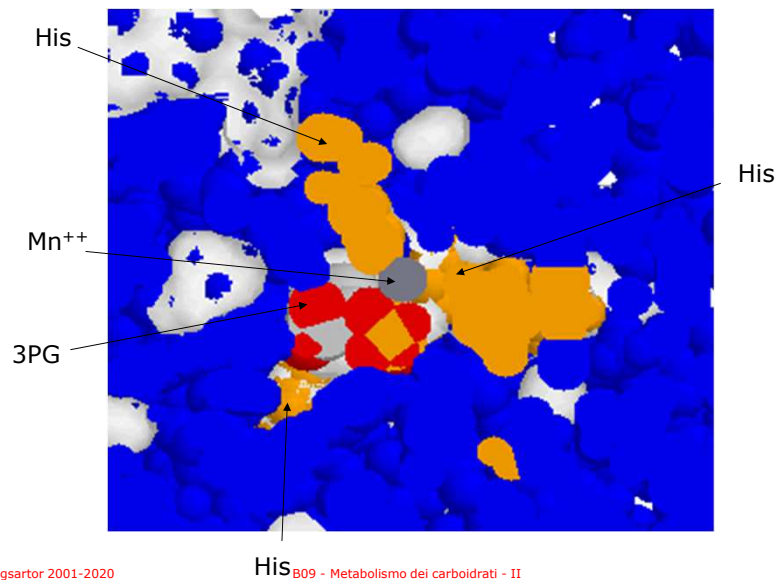


89



90

Fosfoglicerato mutasi EC 5.4.2.1



91

Enolasi EC 4.2.1.11

Da 2PG a PEP

- Il ΔG globale è 1.8 kJ/mol
- Il contenuto in energia di 2PG e PEP è simile.
- L'enolasi riarrangia la molecola in modo tale che possa fornire più energia nell'idrolisi.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

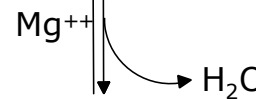
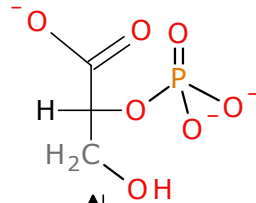
- 92 -

92

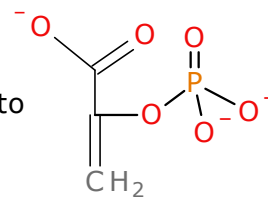
Enolasi EC 4.2.1.11

2-fosfoglicerato
2PGA

$$\Delta G^{\circ'} = +1.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$



Fosfoenolpiruvato
PEP



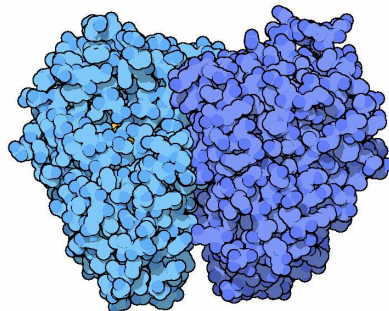
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 93 -

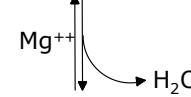
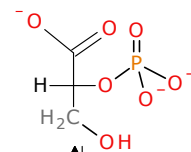
93

Enolasi EC 4.2.1.11

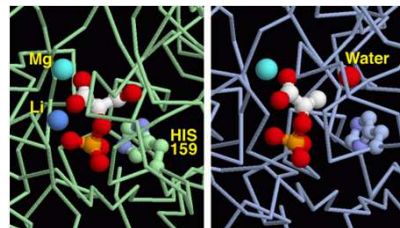
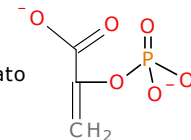


2-fosfoglicerato
2PGA

$$\Delta G^{\circ'} = +1.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$



Fosfoenolpiruvato
PEP

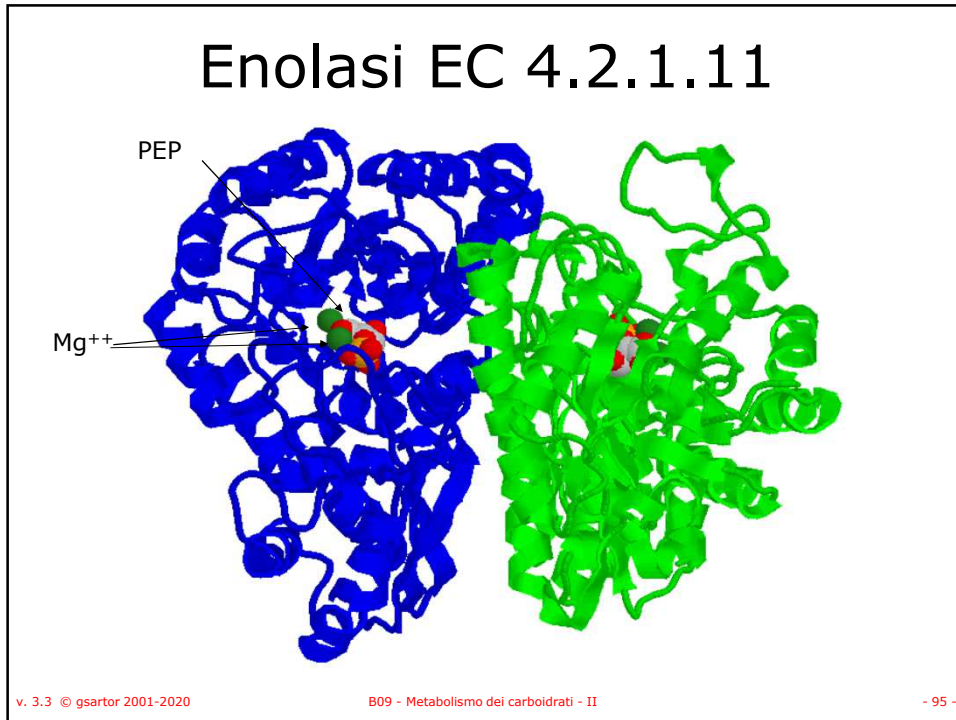


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

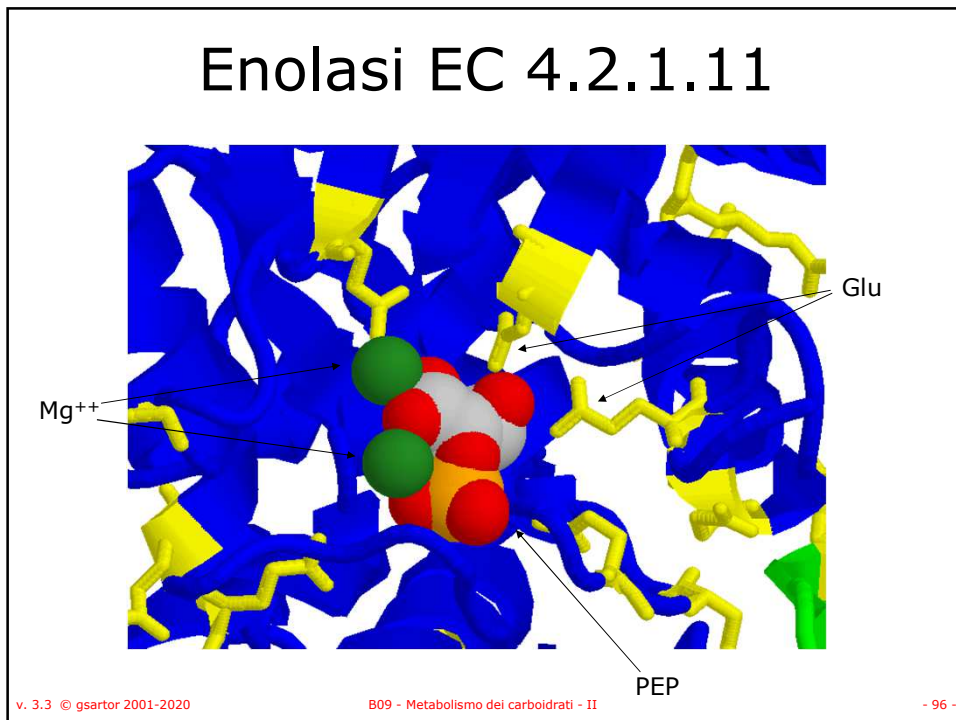
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 94 -

94



95



96

Piruvato Chinasi EC 2.7.1.40

Da PEP a piruvato viene prodotto ATP

- Valore di ΔG grande e negativo.
- Punto di regolazione
- Attivata allostericamente da AMP, F1,6BP
- Inibita allostericamente da ATP e acetil-CoA
- Tautomeria chetoenolica del piruvato.

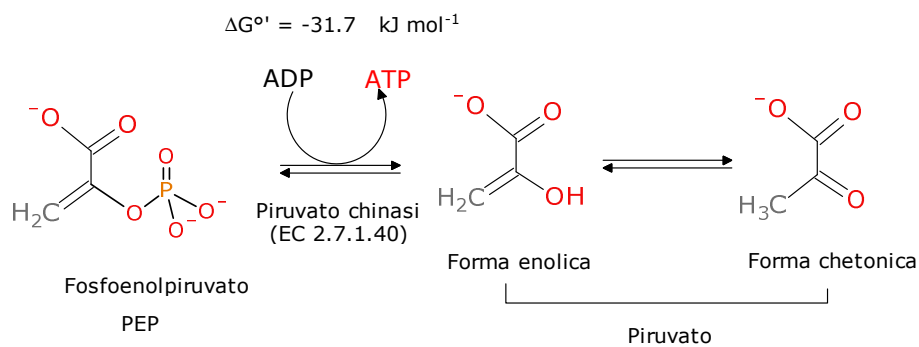
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 97 -

97

Piruvato Chinasi EC 2.7.1.40

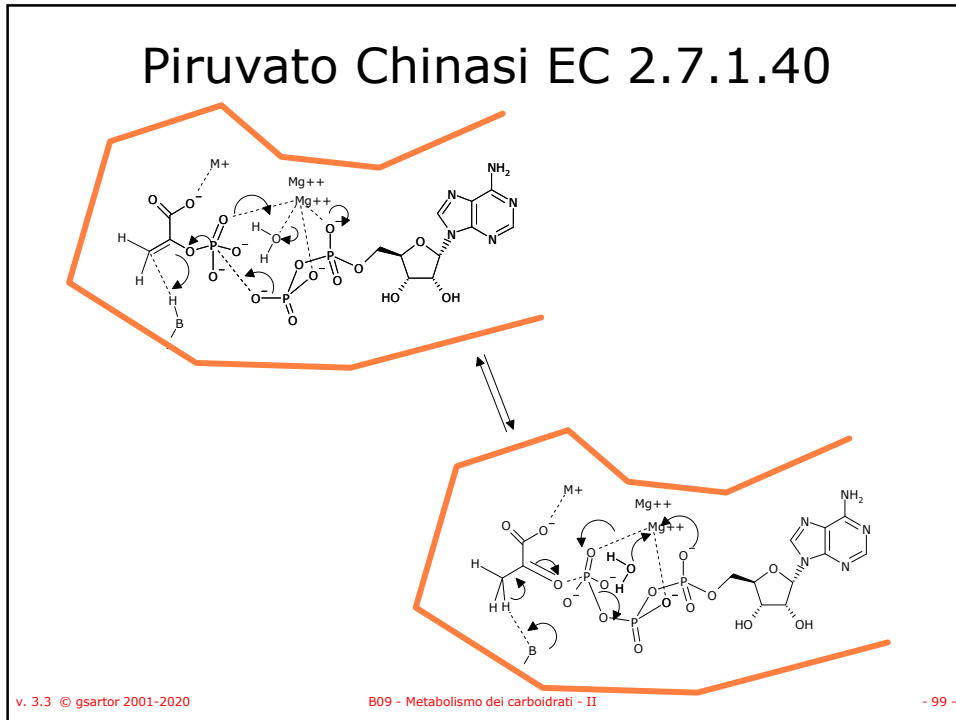


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

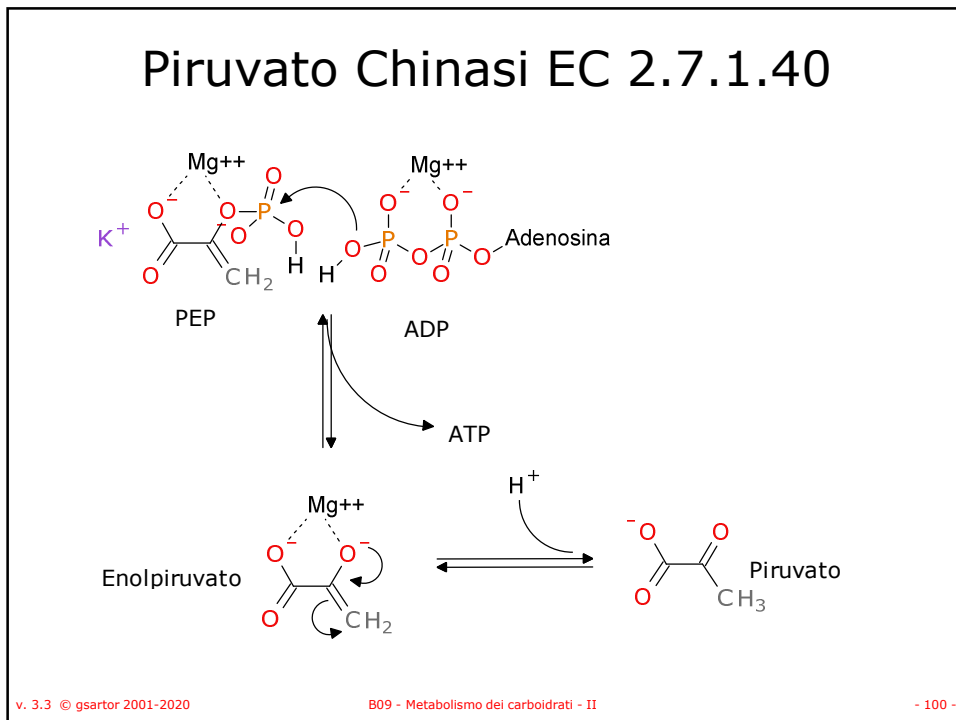
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 98 -

98

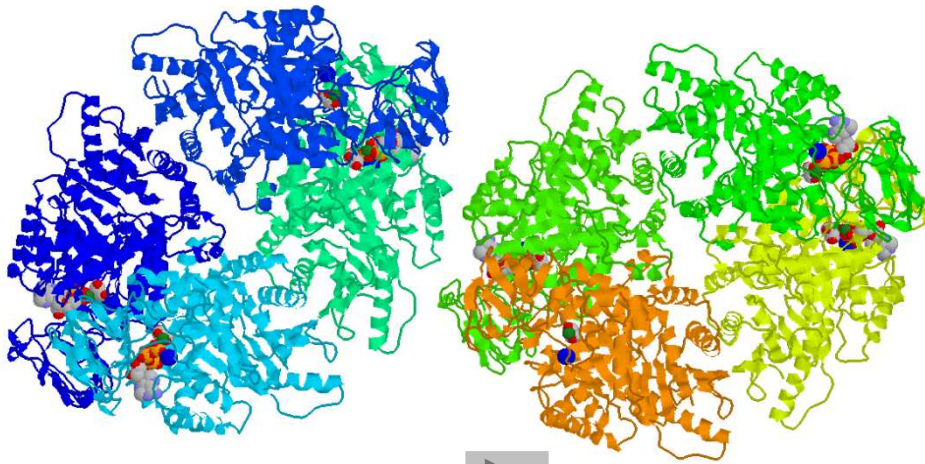


99



100

Piruvato Chinasi EC 2.7.1.40



<http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1PYK>

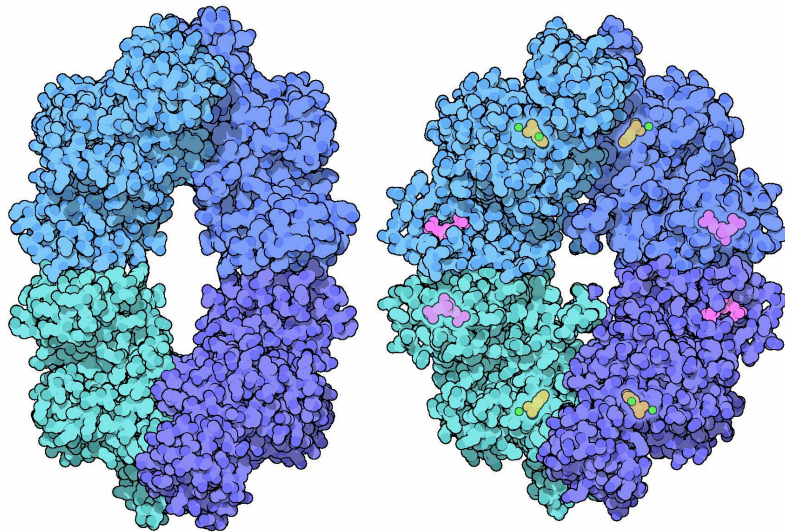
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 101 -

101

Piruvato Chinasi EC 2.7.1.40



1e0u

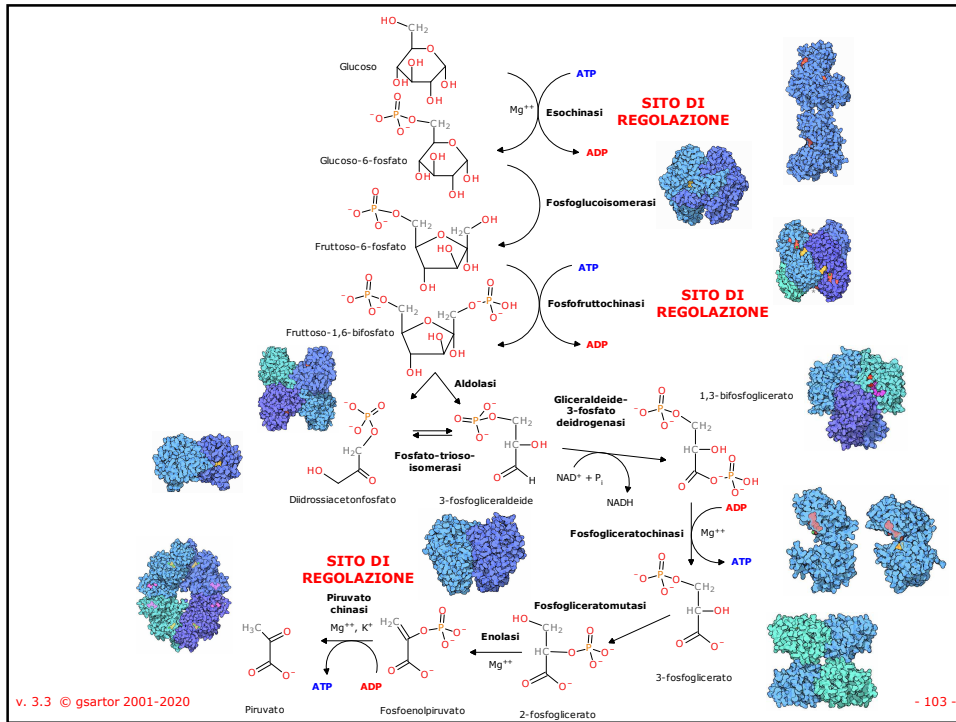
1a3w

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

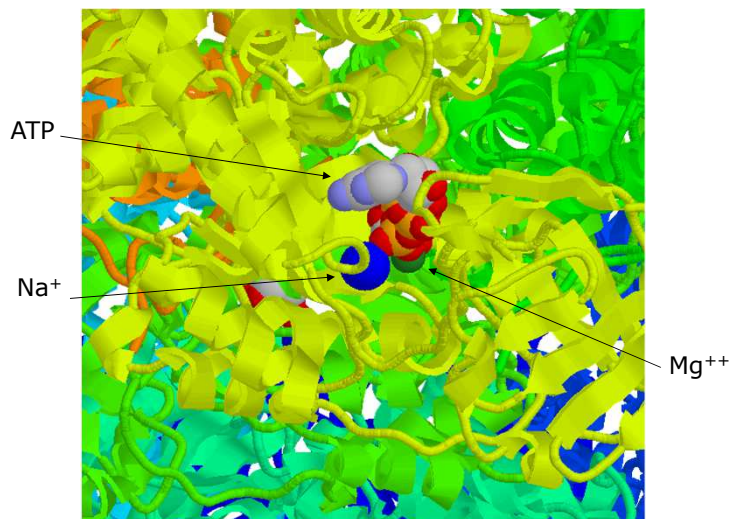
- 102 -

102



103

Piruvato Chinasi EC 2.7.1.40

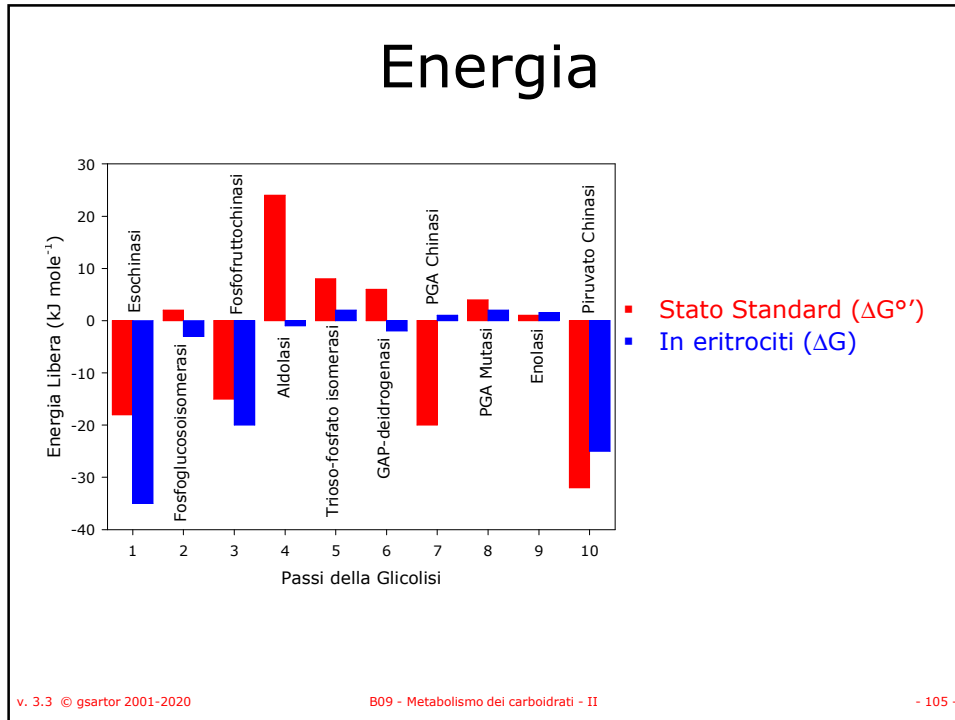


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

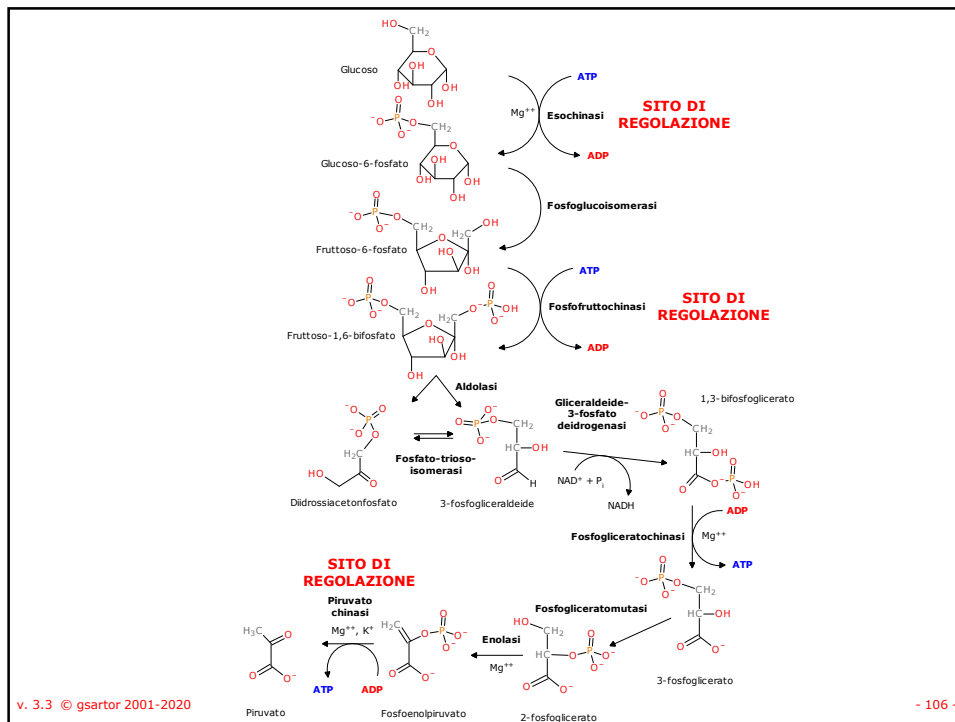
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 104 -

104



105



106

Destino del piruvato

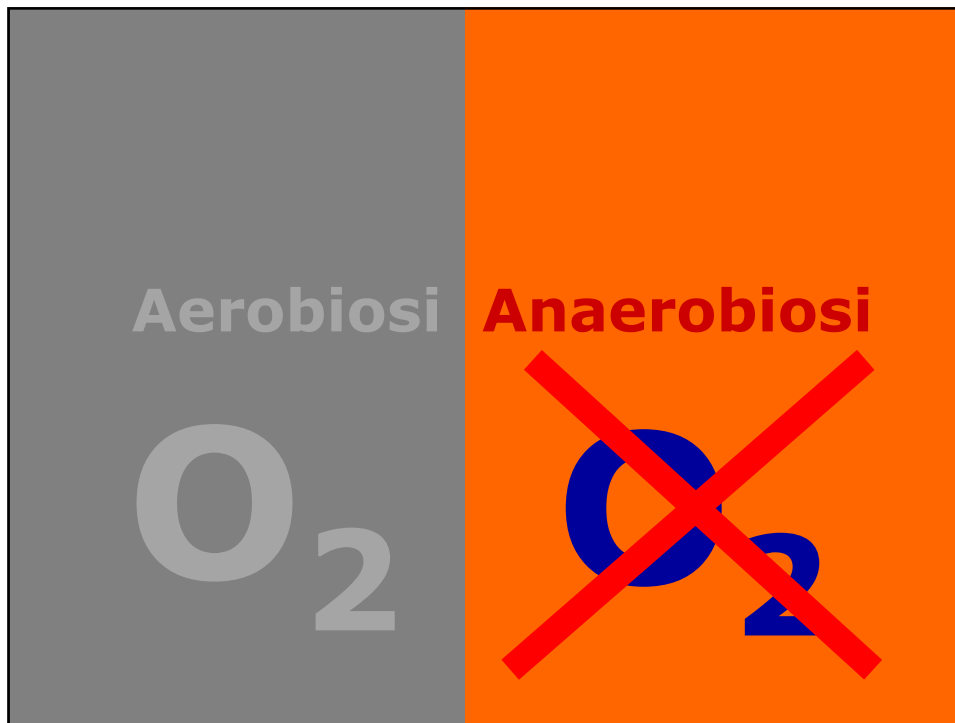
- In assenza di ossigeno
 - Riduzione a lattato
 - Prima riduzione a lattato poi decarbossilazione ad acetato
 - Prima decarbossilazione ad aldeide poi riduzione ad etanolo
- In presenza di ossigeno
 - Decarbossilazione,
 - Ciclo di Krebs,
 - Respirazione cellulare

Ripristino di NAD⁺ per continuare la glicolisi

107



108

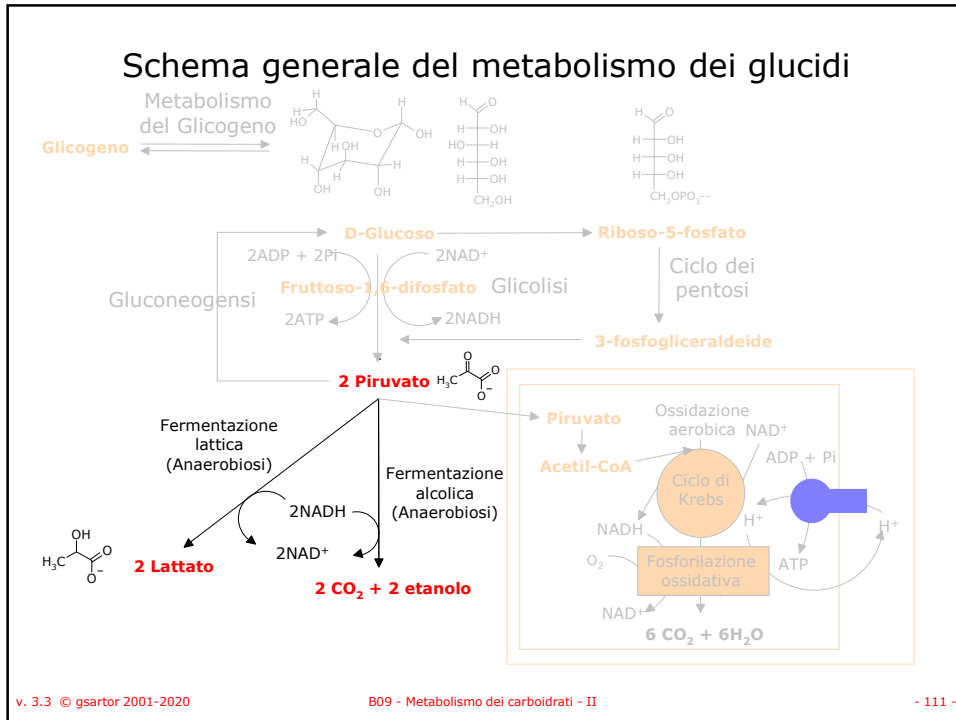


109

Destino del piruvato

- In assenza di ossigeno
 - Nel muscolo
 - Ridotto a Lattato
 - Nel lievito
 - Decarbossilato ad aldeide ridotta quindi ad etanolo
- } Ripristino di NAD⁺ per continuare la glicolisi

110



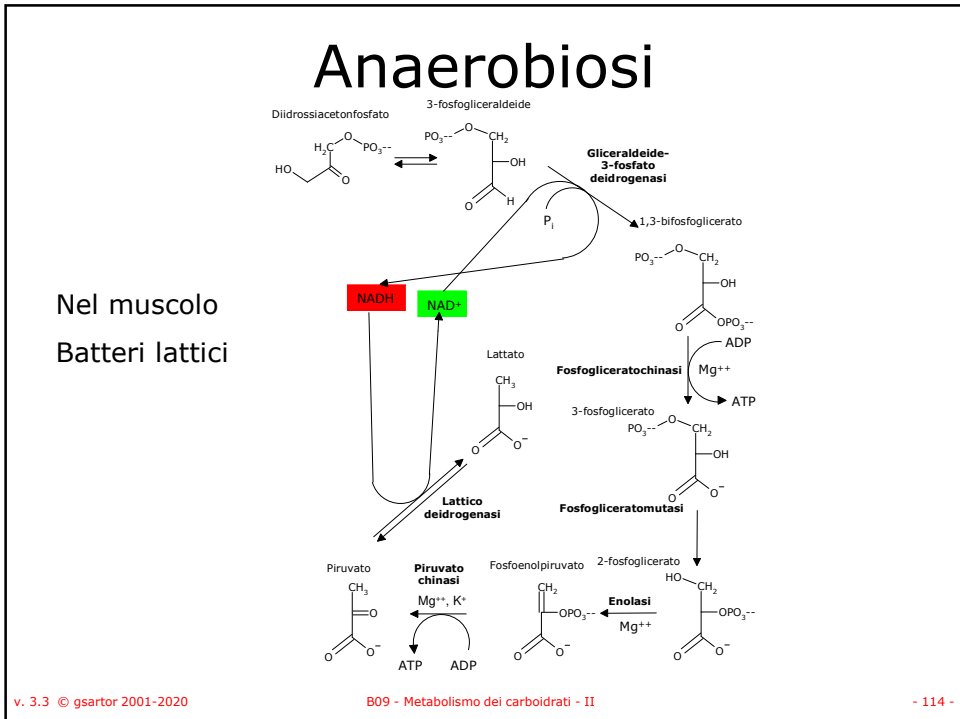
111



112

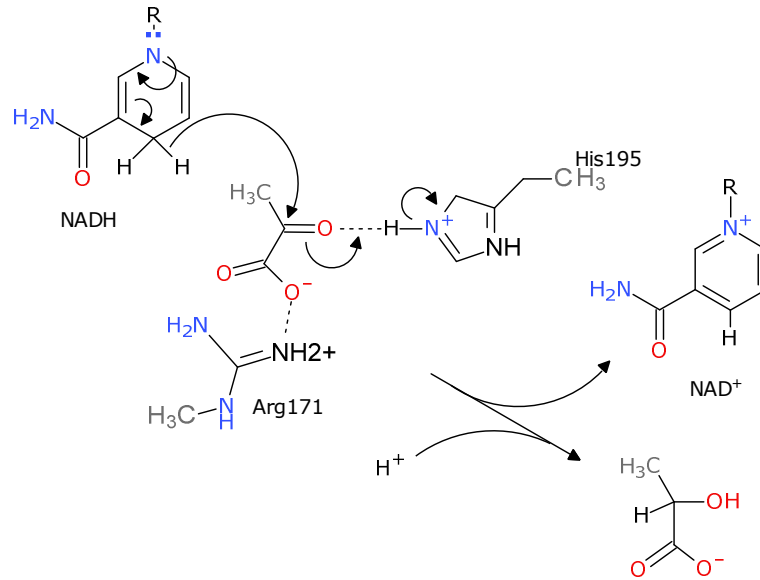


113



114

Lattico deidrogenasi EC 1.1.1.27



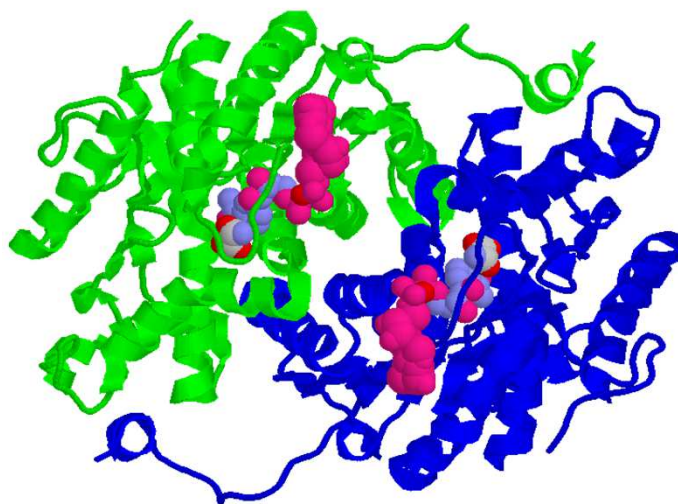
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 115 -

115

Lattico deidrogenasi EC 1.1.1.27



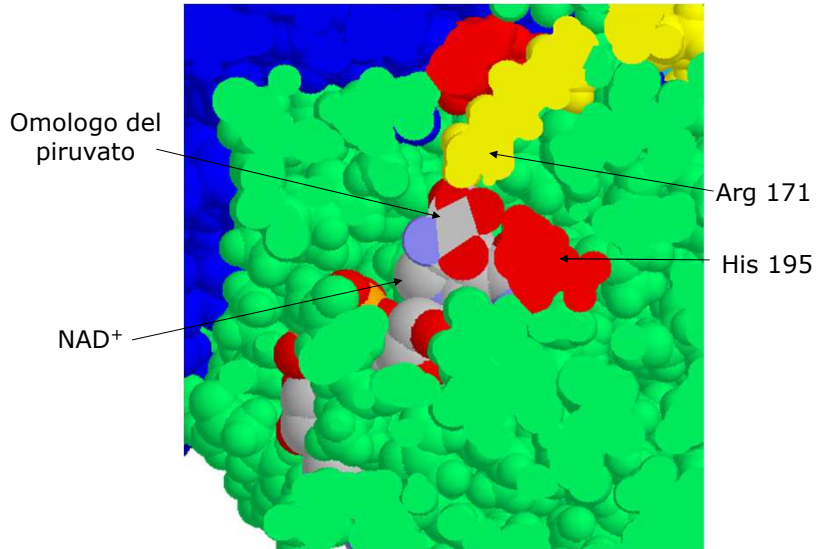
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 116 -

116

Lattico deidrogenasi EC 1.1.1.27



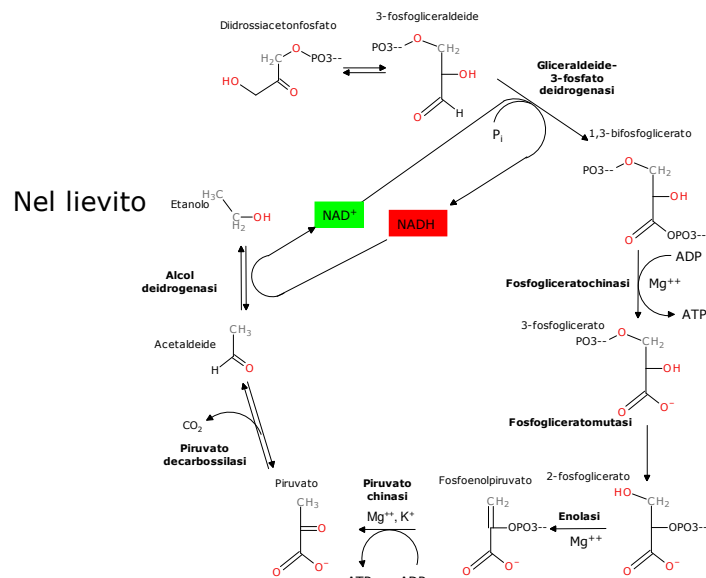
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 117 -

117

Anaerobiosi



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

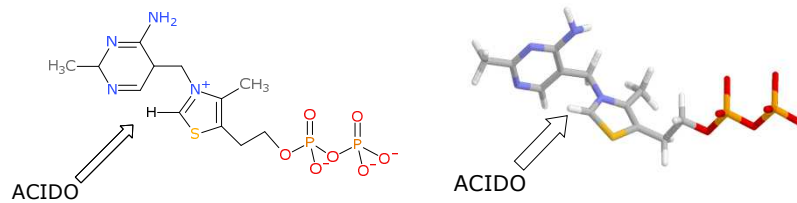
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 118 -

118

Piruvato decarbossilasi EC 4.1.1.1

- Catalizza la decarbossilazione del piruvato.
- Usa la tiamina pirofosfato come coenzima



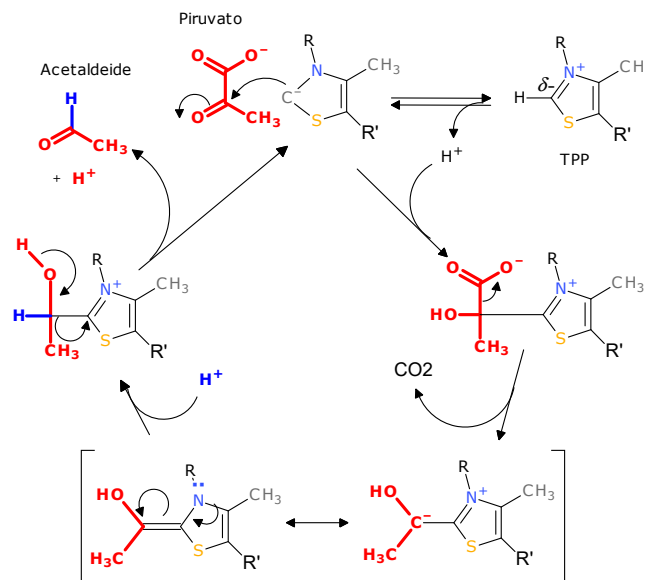
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 119 -

119

Piruvato decarbossilasi EC 4.1.1.1



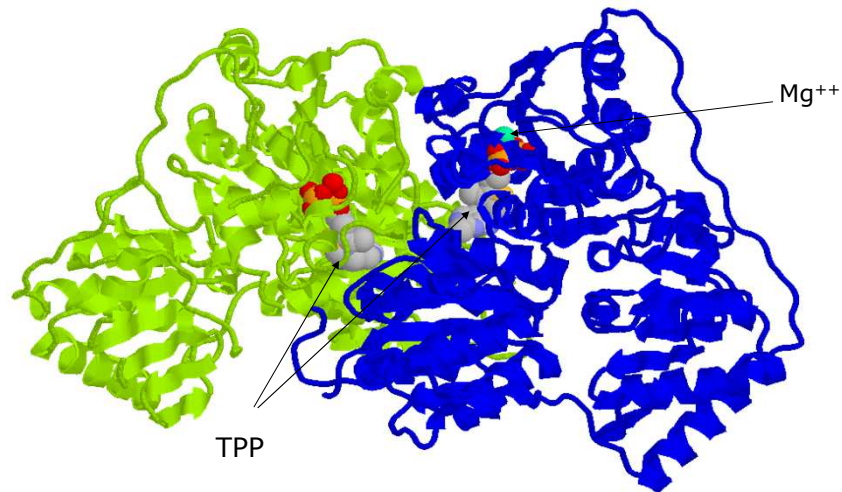
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 120 -

120

Piruvato decarbossilasi EC 4.1.1.1



v. 3.3 © gsartor 2001-2020

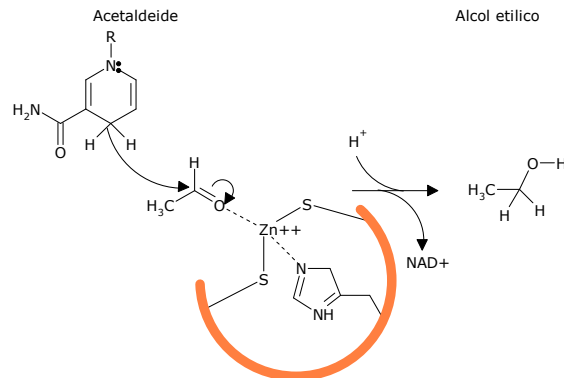
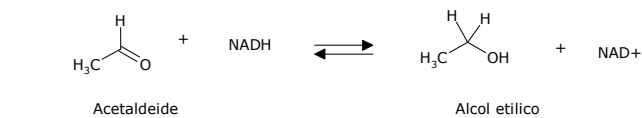
B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 121 -

121

Alcool deidrogenasi EC 1.1.1.1

- Catalizza la reazione di ossidoriduzione:



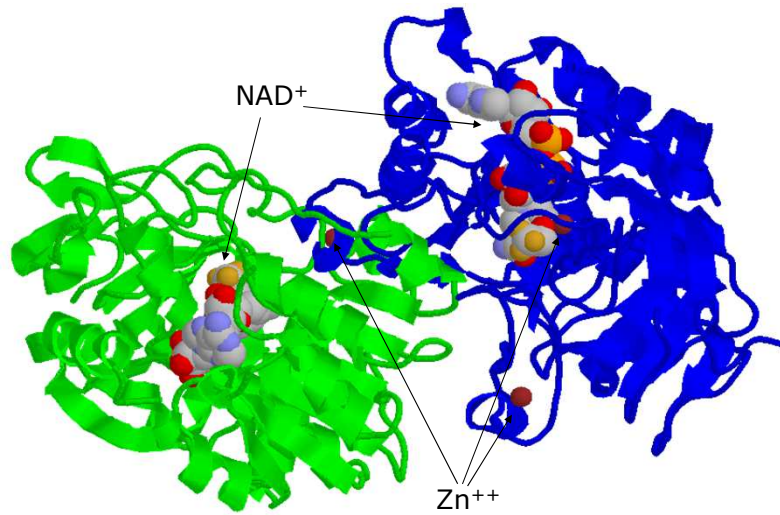
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 122 -

122

Alcool deidrogenasi EC 1.1.1.1



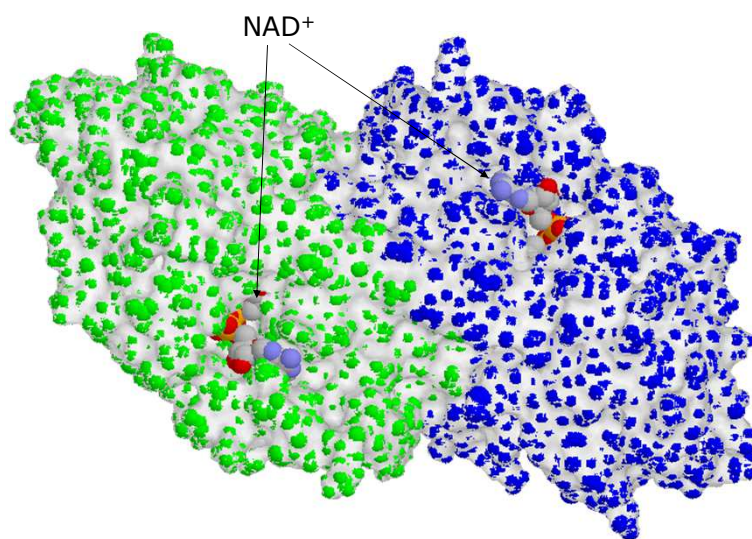
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 123 -

123

Alcool deidrogenasi EC 1.1.1.1



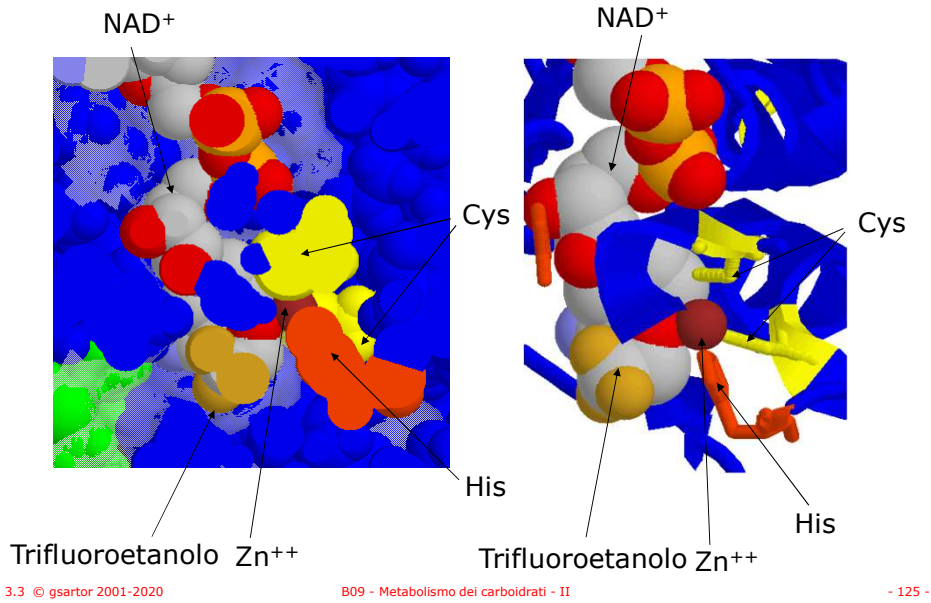
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 124 -

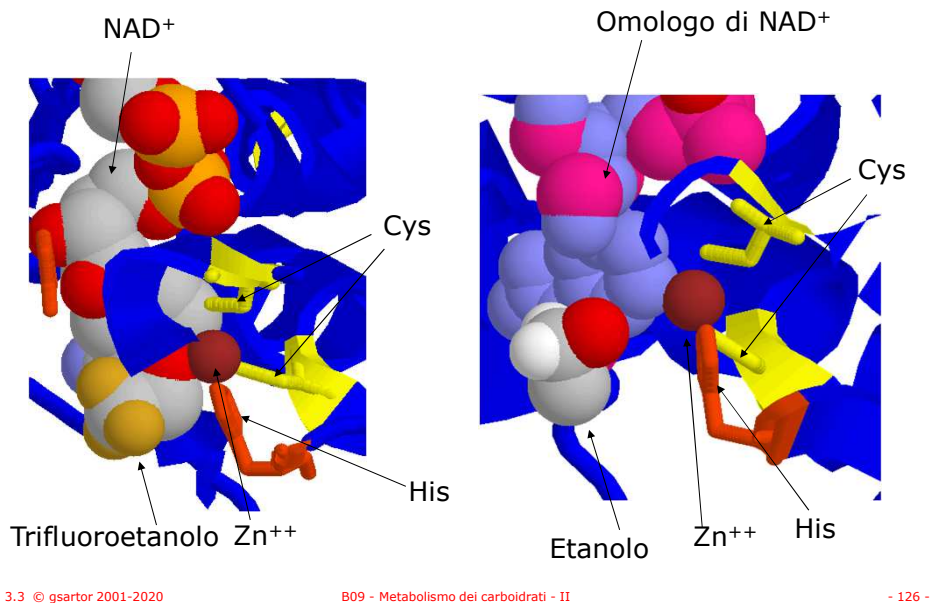
124

Alcool deidrogenasi EC 1.1.1.1



125

Alcool deidrogenasi EC 1.1.1.1



126

Energetica della Glicolisi

- I valori di ΔG° sono variabili (positivi e negativi)
 - ΔG nelle cellule ha valori vicini a zero
 - Solo tre reazioni su dieci hanno valori di ΔG negativo e grande.
- Le reazioni i cui valori di ΔG sono grandi e negativi sono punti di regolazione.

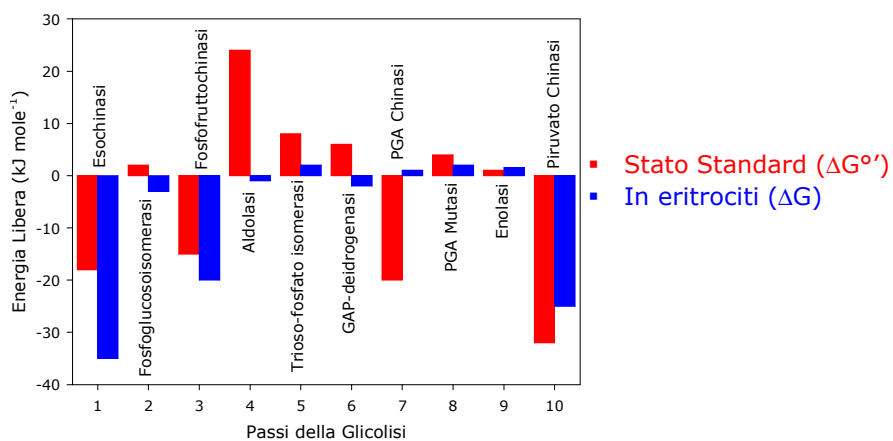
v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 127 -

127

Energia

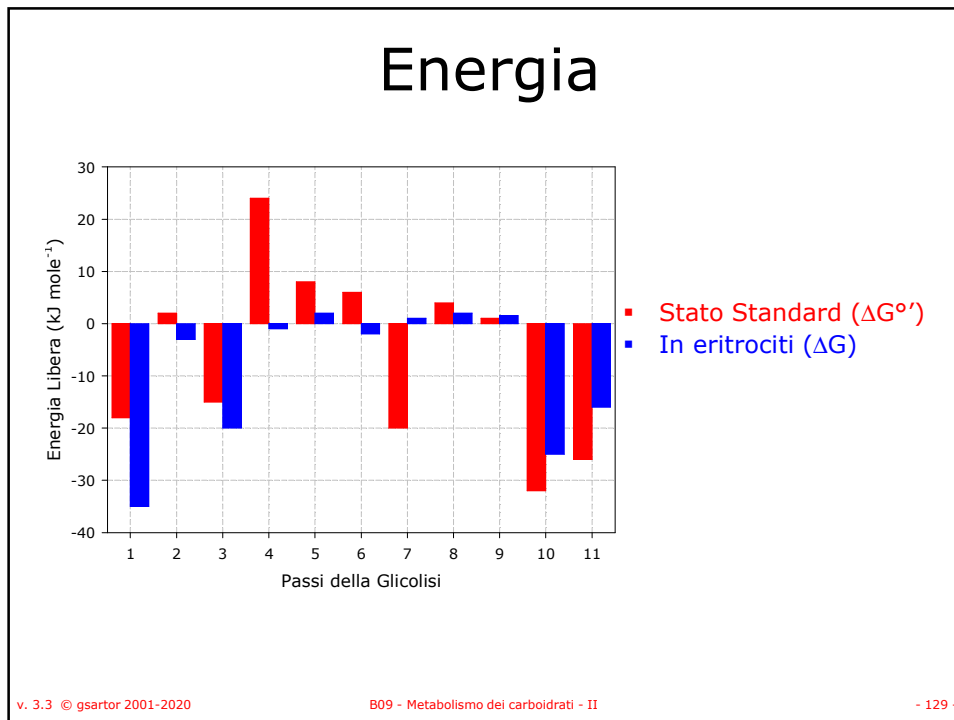


v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 128 -

128



129

Energia dalla glicolisi

$$\Delta G = -43.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$

$$\Delta G = -2850 \text{ kJ mol}^{-1}$$

- La scissione di glucosio a piruvato utilizza solo il 1.7% del contenuto energetico del glucosio.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020 B09 - Metabolismo dei carboidrati - II - 130 -

130

Gli enzimi glicolitici possono formare complessi multienzimatici

- Nella purificazione di proteine da cellule le interazioni non covalenti tra proteine viene persa
- È stato suggerito che gli enzimi glicolitici si assemblino in un complesso multienzimatico dove i substrati sono canalizzati da un enzima all'altro senza passare in soluzione.

v. 3.3 © gsartor 2001-2020

B09 - Metabolismo dei carboidrati - II

- 131 -

131

Crediti e autorizzazioni all'utilizzo

- Questo materiale è stato assemblato da informazioni raccolte dai seguenti testi di Biochimica:
 - CHAMPE Pamela , HARVEY Richard , FERRIER Denise R. LE BASI DELLA BIOCHIMICA [ISBN 978-8808-17030-9] - Zanichelli
 - NELSON David L. , COX Michael M. I PRINCIPI DI BIOCHIMICA DI LEHNINGER - Zanichelli
 - GARRETT Reginald H., GRISHAM Charles M. BIOCHIMICA con aspetti molecolari della Biologia cellulare - Zanichelli
 - VOET Donald , VOET Judith G , PRATT Charlotte W FONDAMENTI DI BIOCHIMICA [ISBN 978-8808-06879-8] - Zanichelli

- E dalla consultazione di svariate risorse in rete, tra le quali:

- Kegg: Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes <http://www.genome.ad.jp/kegg/>
- Brenda: <http://www.brenda.uni-koeln.de/>
- Protein Data Bank: <http://www.rcsb.org/pdb/>
- Rensselaer Polytechnic Institute: <http://www.rpi.edu/dept/bcbp/molbiochem/MBWeb/mb1/MB1index.html>

- Il materiale è stato inoltre rivisto e corretto dalla **Prof. Giancarla Orlandini** dell'Università di Parma alla quale va il mio sentito ringraziamento.

Questo ed altro materiale può essere reperito a partire da: <http://www.gsartor.org/pro>

- Il materiale di questa presentazione è di libero uso per didattica e ricerca e può essere usato senza limitazione, purché venga riconosciuto l'autore usando questa frase:

Materiale ottenuto dal Prof. Giorgio Sartor
Università di Bologna

Giorgio Sartor
Ufficiale: giorgio.sartor@unibo.it
Personale: giorgio.sartor@gmail.com

Aggiornato il 16/03/2020 10:55:36

132