

# Metabolizm węglowodanów - przemiany odpowiadające za generowanie energii w ATP

Glukoza-6-fosforan  
 Glukoza-1-fosforan szlak pentozowy  
 Glikoliza 6-fosfopirogronian  
 Glikogen  
 Fruktozo-6-fosforan  
 Pirogronian  
 Pirogronian

W warunkach beztlenowych w mięśniach powstaje mleczan i alanina.  
 W wątrobie mleczan przekształcany jest w cukier w procesie glukoneogenezy

## Fosforoliza glikogenu:

- Pi
- Glikogen glukoza-1-fosforan + glikogen fosforylaza glikogenowa
- mutaza- przekształca glukoza-1-fosforan w glukoza-6-fosforan, produktem przejściowym jest glukoza-1,6-bisfosforan

Glikogen jest polisacharydem rozwidlonym

## Na hydrolizę łańcucha działają:

- fosforylaza ( uwolnionych 8 cząsteczek glukoza-1-fosforanu)
- transferaza (przenosi 3 reszty z miejsca rozwidlenia)
- $\alpha$ -1,6-glukozydaza (uwolniona 1 cząsteczka glukozy)

Glikoliza –tor przemian katabolicznych monosacharydów W OUN w warunkach tlenowych powstaje:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 W mięśniach szkieletowych w warunkach beztlenowych powstaje mleczan w warunkach tlenowych powstaje:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 W erytrocytach w warunkach beztlenowych powstaje mleczan

glikoliza 2ATP  
 1cz glukozy fruktozo-1,6-bisfosforan 2cz aldehydu 3- fosfoglicerynowego

Zainwestowana energia rozszczepienie 6-węglowego cukru do 2cz 3-węglowego  
 później odzyskana  
 2cz pirogronianu  
 faza uzyskiwania energii  
 2 NADH  
 4 ATP

Fosforylacja substratowa zachodzi gdy nie ma fosforylacji oksydacyjnej, bo nie ma tlenu  
 Glikoliza zachodzi w cytoplazmie  
 Podczas aktywacji glukozy – strata energii  
 W wątrobie – glukokinaza (ma dużą wartość  $K_m$ )  
 W mięśniach – heksokinaza (mała wartość  $K_m$ )

W warunkach beztlenowych brak możliwości regeneracji NAD, dlatego zachodzi utlenianie pirogronianu, powstaje mleczan i etanol

Wynik netto glikolizy: 2cz ATP i 2cz NADH(w warunkach beztlenowych)  
 2cz pirogronianu

W warunkach beztlenowych: Pirogronian mleczan  $\text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{NAD}^+$   
 dehydrogenaza mleczanowa  
 glukoza  
 $2\text{ADP} + 2\text{NAD}^+ \rightarrow \text{NAD}^+$   
 glikoliza  
 $2\text{ATP} + 2\text{NADH} + \text{H}^+$   
 2cz pirogronianu regeneracja

Produkcja mleczanu jest ślepym zaułkiem metabolizmu.  
 Dalsze losy mogą zajść po jego przekształceniu w pirogronian.  
 Powód: regeneracja  $\text{NAD}^+$

Komórki tworzące mleczan przekazują część obciążenia metabolizmu na wątrobę.

Cykl Corich – przekształcenie mleczanu w glukozę w wątrobie

Wątroba Mięśnie

Glukoza glukoza

6-P K 2-P glikoliza glukoneo- R

geneza Pirogronian E pirogronian

W Mleczan mleczan

Glikoliza w erytrocytach to krótkie obejście głównego szlaku.

Wytwarzany jest intermediat – 2,3-bisfosfoglicerynian

Oksydacyjna dekarboksylacja pirogronianu do acetylo-CoA:

- Glukoza
- Pirogronian
- Kompleks dehydrogenazy pirogronianowej
- Acetylo-CoA
- CO<sub>2</sub> lipidy

Porównanie regeneracji cytoplazmatycznych NAD w różnych tkankach:

- beztlenowa glikoliza w pracujących mięśniach i erytrocytach  
NADH+H<sup>+</sup> pirogronian  
NAD mleczan
- mostek glicerolo fosforanowy (glikoliza tlenowa w mięśniach i mózgu)
- mostek jabłczanowo-asparaginianowy (glikoliza tlenowa w wątrobie i sercu) Bilans energetyczny całkowitego spalania glukozy do CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O:  
w mięśniach szkieletowych = 36ATP  
w sercu = 38ATP

Fosfofruktokinaza – enzym kluczowy w kontroli glikolizy

Efekt Pasteura – inhibicja (ok. 7x) glikolizy przez oddychanie tlenowe, wynika głównie z inhibicji fosfofruktokinazy przez cytrynian, ATP, H<sup>+</sup>

Silnym allosterycznym aktywatorem fosfofruktokinazy wątrobowej jest fruktozo-2,6-bisfosforan, działa przez zwiększenie powinowactwa enzymu do fruktozo-6-fosforanu i osłabienie hamującego efektu ATP

Alternatywne drogi katabolizmu glukozy – szlak pentozofosforanowy w tk. tłuszczowych, erytrocytach, korze nadnerczy, gruczołach mlecznych. Produkty: NADPH+H<sup>+</sup> (do biosyntezy kwasów tłuszczowych i sterydów, utrzymuje glutation w stanie zredukowanym oraz regularność błon komórkowych) i rybozo-5-fosforan (składnik RNA, DNA, FAD, ATP, koenzymu acetylo-CoA)

Jest też szlakiem przemian pentoz do fruktozo-6-fosforanu i aldehydu 3-fosfoglicerynowego

Translokaza i transadenolaza odpowiadają za wiązanie cyklu fosfopentozowego z glikolizą