

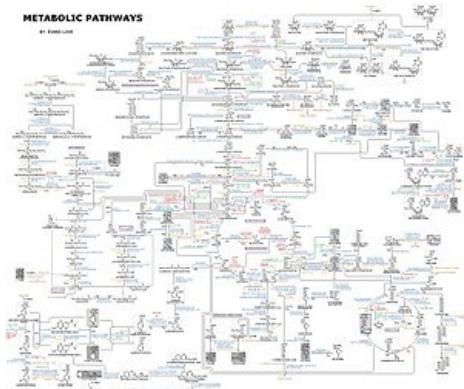
Metabolismus

Souhrn všech enzymově katalyzovaných reakcí v organismu, které přeměňují základní živiny, probíhají organizovaně, integrovaně, s přesnou lokalizací, transportem a jsou regulovány.

Procesy, jimiž živé soustavy získávají volnou energii.

Soubor **katabolických** (rozkladních, degradačních) a **anabolických** (skladních, syntetických) procesů. Objevují se zde i **amfibolické** cesty, které mají charakter jak anabolický, tak katabolický. Zvláštním typem jsou reakce **anaplerotické**, které doplňují meziprodukty do hlavních metabolických procesů.

K syntetickým procesům je potřeba energie, která se získá při zpracování živin z potravy (př. uložené zásoby vlastního těla); nejdůležitější energií je ta, kterou organismus získá oxidací živin. Organismus postupně unifikuje rozmanitost sloučenin potravy, až z každého druhu živiny zůstane jen několik málo látok, nebo jen jediná.



Souhrnné schéma metabolických pochodů

Základní funkce

Energetická a Látková

Zajišťuje energii a stavební materiál na výrobu složek organismu a tyto složky také vyrábí. Na jeho konci vznikají odpadní produkty, což jsou pozměněné látky pro snadné vyloučení z organismu.

1. fáze: Polysacharidy se v GIT štěpí na monosacharidy

2. fáze: Buňka převede všechny monosacharidy na D-glukózu → glykolýza → pyruvát → acetyl-CoA. Převodem na acetyl-CoA vzniká potřebná unifikace (MK i AMK → acetyl-CoA), ale zisk volné energie ΔG v podobě ATP není tak veliký, aby stačil potřebám těla (jen tvorba tepla) => vysoký energetický zisk nutný pro endergonní (endotermické) reakce a pro práci se dosáhne úplnou oxidací (spálením) zbytku kyseliny octové (acetylku) na CO_2 a H_2O , což jsou konečné produkty metabolismu.

3. fáze: Látky se spalují prostřednictvím acetylkoenzymu A v citrátovém cyklu:

- při dekarboxylaci vzniká CO_2
- při redoxních reakcích se tvoří redukované kofaktory NADH a $FADH_2$

Strategie metabolismu

- Udržování ustáleného stavu - tok intermediátů metabolickou dráhou je konstantní (štěpení - syntéza)
- Získávání energie (tvorba ATP) - oxidací energeticky bohatých molekul / živin → vznik NADH, $FADH_2$ → dýchací řetězec → oxidativní fosforylace
- Tvorba NADH a NADPH - Hlavní donory elektronů v redukční biosyntéze
- Zisk prekurzorů pro syntézu makromolekul
- Zisk speciálních molekul - neuromediátorů, hormonů a různých faktorů
- Oddělené biosyntetické a degradační dráhy - obě dráhy musí být po celý čas termodynamicky výhodné
- Rychlosť metabolických drah je ovlivněna spíše aktivitou klíčových enzymů

Zdroje volné energie pro tělo

- Oxidace NADH nebo $FADH_2$ vytvořených v citrátovém cyklu
 - Přenos H^+ pocházejícího z živin a elektronů + molekulární kyslík → voda (koncový metabolický produkt všech organických látok)
 - Přenos elektronů z redukovaných kofaktorů → koncový dýchací řetězec
 - Energie uvolněná v průběhu řetězce vázána do ATP (adenosintrifosfát) prostřednictvím aerobní fosforylace
- Metabolismus AMK se liší, jelikož se z nich uvolní dusík ve formě toxického amoniaku, který se zpracovává v močovinovém cyklu na konečný netoxický produkt, kterým je močovina. Většina AMK se přemění na acetyl-CoA, nebo poměrně složitými cestami na složky citrátového cyklu (ketogenní AMK na acetoacetát)
- Konečným produktem purinů (nukleové kyseliny z potravy, těla) je kyselina močová

Vlastnosti metabolických drah

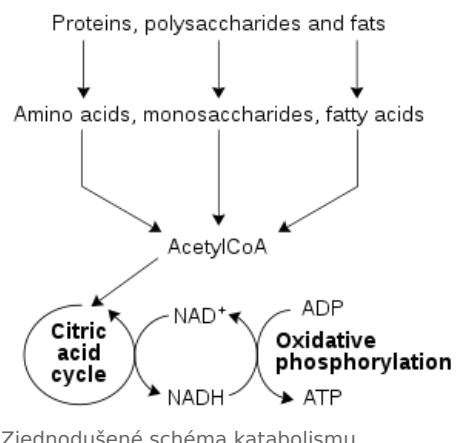
- Jsou nevratné
- Jsou regulované
- Probíhají na specifických místech = kompartmentace.
- Obsahují častý účinující stupeň

Katabolické reakce

1. Přeměna vysokomolekulárních látek z potravy na štěpy – štěpení látek uložených v těle
2. Unifikace těchto fragmentů na jednoduché základní produkty (hlavně acetyl-CoA)
3. Využití základních meziproduktů v citrátovém cyklu za vzniku CO_2 , NADH, FADH_2
4. Sled redox. reakcí; protony z hydrogennačních kofaktorů NADH a FADH_2 se přenesou na O_2 za vzniku H_2O a značného množství použitelné energie v podobě ATP → koncový dýchací řetězec

Anabolické reakce

1. Využití nízkomolekulárních struktur k tvorbě látek o vyšší molekulové hmotnosti
2. K syntéze je nutno dodat energii
3. Jako substrát se často využívá acetyl-CoA



Zjednodušené schéma katabolismu

Amfibolické reakce

Mají charakter jak anabolický, tak katabolický. Např. Krebsův cyklus – dochází k odbourávání acetylkoenzymu A a zároveň poskytuje vstupní produkty pro syntézu aminokyselin, hemu a jiných sloučenin

Anaplerotické reakce

Doplňují produkty do hlavních metabolických procesů. Např. syntéza oxalacetátu z purinu, meziprodukty citrátového cyklu

Základní způsoby regulace

Regulace množstvím enzymu

- Množství enzymu závisí na rychlosti jeho syntézy (proteosyntéza) nebo degradace
- Nastavení hladiny enzymů – indukce nebo represe

Katalytická aktivita enzymů

1. Reverzibilní **allosterická** kontrola
 - Allosterické enzymy mají více podjednotek
 - Aktivní a neaktivní forma enzymu se liší ve 3D struktuře
 - Navázání substrátu = aktivní forma
 - Navázání inhibitoru = neaktivní forma
 - Inhibitor = negativní efektor
 - Aktivátor = pozitivní efektor
 - Allosterickým regulátorem může být substrát reakce, metabolit, vzdálenější či konečný produkt řetězce.
 - První reakce v mnoha syntetických drahách je inhibována koncovým produktem dané dráhy.
2. Reverzibilní **kovalentní** modifikace
 - Modulace fosforylací nebo defosforylací*
 - Připojení (*kinázy*) nebo odpojení (*fosfatázy*) fosfátu.
 - Místa pro fosforylaci obsahují volnou —OH skupinu (důležité pro přijetí fosfátu).
 - Př. Serin, Tyrosin, Threonin
 - 50% fosforylací = aktivace
 - 50% fosforylací = deaktivace
 - Modulace adenylací*
 - Připojení AMP k molekule enzymu
 - Aktivace zymogenů*
 - NE**vratná
 - Typické pro enzymy trávení bílkovin.
 - Z neaktivního proenzymu vzniká aktivní enzym – odkrytí aktivního místa sestříhem.
 - Důležité jako ochrana produkujících buněk – působí až v lumen GIT
 - Proteolytické štěpení enteropeptidázami
 - Přeměna chymotripsinogenu na chymotrypsin
 - Aktivace systému hemocoagulace

Dostupnost substrátu

- Buněčná membrána:

Není stejně propustná pro všechny molekuly (např. Glc-6-P nemůže projít). Některé molekuly mají speciální transportní systémy vestavěné v membráně.

- Membrány organel uvnitř buňky:

Rozdílné typy mají rozdílnou propustnost. I zde se objevují speciální transportní systémy (př. při degradaci MK musí být MK transportována do mitochondrie prostřednictvím specifické transportní molekuly karnitinu)

Hormonální regulace

- Steroidní hormony způsobují expresi genu
- "První poslové" působí extracelulárně vazbou na membránový receptor. Odezvou je syntéza "druhého posla"

Další kontrolní mechanismy

- Oddělení metabolických drah
- Kompartmentace
- Orgánová specializace
- Inhibice enzymů

Termodynamika metabolických pochodů

- Je-li ΔG záporná, mají reakce spontánní průběh.
- $\Delta G < 0$ reakce je exergonická (zvýšení neuspořádanosti vesmíru) → Volná energie výchozí látky je větší než volná energie produktu.
- $\Delta G > 0$ reakce je endergonická (systému dodáme energii). Kdyby reakce Produkt → Výchozí látka proběhla, ΔG by byla větší než 0 a vesmír by se stal uspořádanějším. Proto tato reakce může proběhnout s jinou energeticky výhodnější reakcí.

Vysvětlivky

- NK = nukleové kyseliny (DNA, RNA)
- MK = mastné kyseliny
- AMK = aminokyseliny

Odkazy

Související články

- Metabolismus glykogenu
- Metabolismus aminokyselin
- Pentózový cyklus, metabolismus fruktózy, galaktózy a kyseliny glukuronové
- Metabolismus lipidů a lipoproteinů
- Hepatogenní diabetes a metabolismus sacharidů

Externí odkazy

- Metabolism (<https://en.wikipedia.org/wiki/Metabolism>)

Zdroj

- WSOL, Vladimír. *Termodynamika biochemických reakcí* [přednáška k předmětu Obecná biochemie, obor Farmacie, Farmaceutická fakulta UK]. Hradec Králové. 2011-03-08.
- WSOL, Vladimír. *Úvod do metabolismu* [přednáška k předmětu Obecná biochemie, obor Farmacie, Farmaceutická fakulta UK]. Hradec Králové. 2011-03-09.
- WSOL, Vladimír. *Regulace metabolických dějů* [přednáška k předmětu Obecná biochemie, obor Farmacie, Farmaceutická fakulta UK]. Hradec Králové. 2011-05-03.

Článek neobsahuje vše, co by měl.



Můžete se přidat k jeho autorům (<https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Metabolismus&action=history>) a jej.
O vhodných změnách se lze poradit v diskusi.