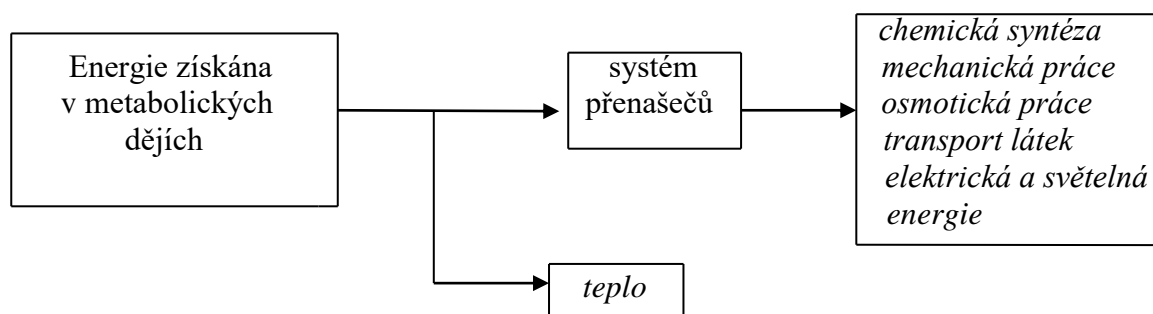


Metabolismus

Pod pojmem metabolismus rozumíme soubor biochemických dějů probíhajících v živém organismu. Tyto procesy mají *dynamický* (plynulý) vztah k okolnímu prostředí (příjem látek, přeměna látek a vylučování). Metabolismus můžeme rozdělit na *m. energetický* a *m. látkový*. Oba se navzájem doplňují a jsou mezi sebou provázané.

Energetický metabolismus.

Primárním zdrojem energie pro život na Zemi je sluneční energie. Tu dovedou využívat přímo jen rostliny, obsahující v buňce chlorofyl. Z jednoduchých anorganických látek (CO₂, H₂O, NH₃) syntetizují složitější molekuly (cukry a složitější sacharidy, tuky, bílkoviny), do nichž se získaná sluneční energie ukládá. Rozkladem těchto sloučenin se u živočichů tato energie uvolňuje a je využívána ke krytí energetických ztrát organismu (konání mechanické práce, přeměna na jiné druhy energie, ostatní fyzikálně-chemické děje v organismu apod.). Schematicky lze tyto děje znázornit takto:



Z hlediska energetického zabarvení rozlišujeme děje

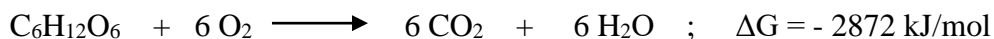
- exergonické (exoergní), při nichž se energie ze systému uvolňuje, uvažovaný reakční systém energii ztrácí;
- endergonické (endoergní), při nichž systém energii přijímá, uvažovaný reakční systém energii získává.

Fyzikální veličina, která charakterizuje uvažovanou energii, se označuje písmenem G a nazývá se *volná* neboli *Gibbsova energie*. Rozdíl hodnot této energie čili ΔG (čti změna Gibbsovy energie) mezi počátečním a koncovým stavem měnícího se systému, udává směr i velikost změny. Tedy $\Delta G = G_2 - G_1$:

Je-li $G_2 > G_1$, je $\Delta G > 0$ a systém energii z okolí získal, přijal. Jedná se o děj endergonický

Je-li $G_2 < G_1$, je $\Delta G < 0$ a systém energii do okolí odevzdal, uvolnil. Jedná se o děj exergonický.

např. oxidace glukózy (odbourávání glukózy až na CO₂ a vodu) je děj exergonický, neboť $\Delta G < 0$



Opačný proces čili fotosyntéza je děj endergonický.

Při látkových přeměnách se energie uvolňuje nebo spotřebovává. Energetické změny se projevují změnami *tepelného obsahu* (tepla), jako *vazebná energie* (tj. vznikem nebo zánikem chemických vazeb), přeměnou na *světelnou energii*, *elektrickou energii* apod. Přenos energie v rámci celého organismu se uskutečňuje prostřednictvím sloučeniny, obsahující tzv. *makroergní vazby*, tj. vazby kyslík – fosfor (vzniká mezi jednotlivými fosfáty* z 2 nebo 3 molekul kys. trihydrogenfosforečné). Označují se —O~P—. Jedná se o sloučeninu ATP (adenosintrifosfát), který má dvě makroergní vazby. Energie každé z nich je rovná 30,5 kJ/mol. Štěpením ATP vzniká ADP (adenosindifosfát), zbytek kyseliny fosforečné P (fosfát) a uvolní se energie jedné makroergní vazby



Z hlediska povahy chemických dějů podílejících se na energetických změnách mají zásadní význam děje oxido-redukční. Ty se charakterizují přijímáním a uvolňováním (výměnou) elektronů, v organických reakcích často *přijímáním a uvolňováním vodíkových atomů* (hydrogenace, dehydrogenace). Tyto procesy probíhají v živých soustavách jako aerobní (s kyslíkem) nebo anaerobní (bez kyslíku) za přítomnosti různých enzymových systémů jako např. NADH/NAD⁺, NADPH/NADP⁺, FADH₂/FAD a energetických systémů (např. ADP/ATP) apod. Přehled nejběžnějších enzymových systémů je uveden dále:

NADH – nikotinamidadenin dinukleotid (redukována forma),

NAD⁺ - nikotinamidadenin dinukleotid (oxidovaná forma),

NADPH – nikotinamidadenin dinukleotid fosfát (redukována forma),

NADP⁺ – nikotinamidadenin dinukleotid fosfát (oxidovaná forma),

FADH₂ – flavinadenin dinukleotid (redukována forma),

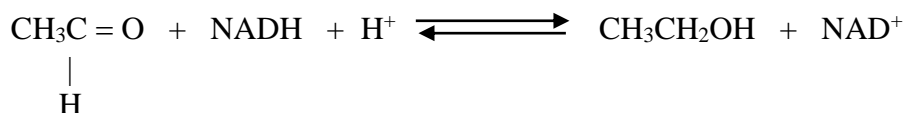
FAD – flavinadenin dinukleotid (oxidovaná forma),

FMN – flavinmononukleotid (oxidovaná forma)

FMNH₂ – flavinmononukleotid (redukována forma)

ADP – adenosin difosfát, ATP – adenosin trifosfát.

Reakce spojené s odbouráváním (rozkladem) složitějších látek, tj. děje katabolické, mají charakter oxidační, reakce biosyntetické (anabolické) mají charakter redukční. Např. přeměna acetaldehydu na etanol (syntetická reakce) je *anaerobní redukce*. Opačná reakce je *anaerobní oxidace*.



*Poznámka: Slovo **fosfát** znamená zbytek kyseliny trihydrogenfosforečné H₃PO₄ (PO₃H₂⁻ nebo PO₂H⁻) a běžně se značí ve vzorci zkratkou **P**.

Makroergické vazby, systém ADP/ATP.

Energie uvolněna při rozkladu látek, se mění částečně na teplo a část je akumulována v chemických (makroergních, označ. ~) vazbách v přenašečích energie, které přenášejí tuto energii do vhodných reakčních míst. Zde se při štěpení makroergních vazeb energie uvolňuje. Mezi známější sloučeniny obsahující makroergní vazby patří např.:

ATP adenin–ribosa –**P**–O~**P**–O~**P** (adenosin trifosfát) $\Delta G = - 30,5 \text{ kJ/mol}$

ADP adenin–ribosa –**P**–O~**P** (adenosin difosfát) $\Delta G = - 30,5 \text{ kJ/mol}$

Fosfoenolpyruvát ⁻OOC– $\underset{\text{O} \sim \text{P}}{\text{C}} = \text{CH}_2$ (je součástí glykolýzy) $\Delta G = - 61,9 \text{ kJ/mol}$

anorganický difosfát **P**–O~**P** $\Delta G = - 35,5 \text{ kJ/mol}$

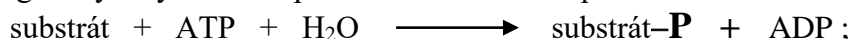
glukosa-6-fosfát –CH₂O–**P** (vazba O–P není makroergní) $\Delta G = - 15,9 \text{ kJ/mol}$

acetyl~CoA $\text{CH}_3\underset{\text{O}}{\text{C}} \sim \text{SCoA}$ $\Delta G = - 31,5 \text{ kJ/mol}$

kde **P** je –PO₃H₂ (fosfát, zbytek kys. trihydrogenfosforečné), ~ je makroergní vazba a ΔG je energie makroergní vazby.

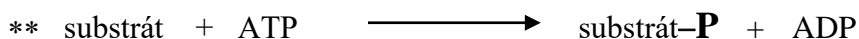
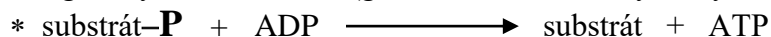
Nejdůležitější a zároveň nejznámější makroergní látkou je ATP. Je hlavním přenašečem a dodavatelem chemické energie endergonických reakcí při látkovém metabolismu ve všech typech organismů. ATP vzniká při hydrolytickém štěpení některých makroergních sloučenin, ale hlavně v koncovém oxidačním (dýchacím) řetězci. Je součástí (koenzymem) enzymů,

kteří katalyzují přenos fosfátových skupin (fosfotransferázy). Jeho přednost oproti jiným energetickým systémům spočívá ve snadné schopnosti vázat a uvolňovat energii.



Výše uvedená reakce, při které se fosfát váže na substrát se nazývá *fosforylace*. Přenáší se poslední fosfát z molekuly ATP a vzniklý fosforylovaný substrát je energeticky bohatý.

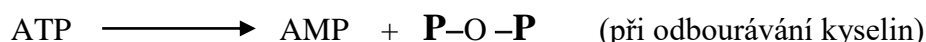
Systém ATP/ADP v důsledku hodnoty své makroergní vazby snadno reaguje se substráty s vysokým obsahem energie * (fosfoenolpyruvát, fosfokeratin apod.) a také se substráty s nízkým energetickým obsahem ** (glukosa, karbové kyseliny a další).



Při výše uvedených reakcích je využita pouze jedna makroergická vazba. Při nízké koncentraci ATP se uplatňuje i druhá makroergní vazba (jen zřídka).



nebo



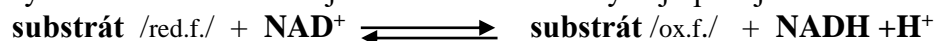
Systém ADP/ATP působí jako energetická „jímka“, kam přechází fosfát z makroergních fosfátů exergonickou reakcí, a zároveň jako distributor fosfátů pro všechny energeticky chudší systémy.

Velký, avšak dílčí význam v metabolismu určité látky, mají jako makroergní sloučeniny jiné trifosfáty nukleosidů – GTP (guanosintrifosfát) – je významný v citrátovém cyklu a při syntéze bílkovin, UTP (uridintrifosfát) – je nutný pro syntézu glykosidické vazby sacharidů a CTP (citidintrifosfát) je nezbytný pro vznik složených lipidů..

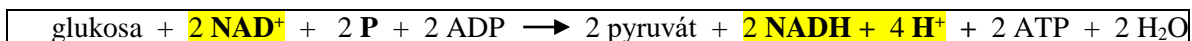
Funkce některých redoxních enzymových systémů.

Jak již bylo uvedeno výše, značný podíl v metabolických dějích připadá na reakce redoxní. Součástí enzymů katalyzujících tyto reakce (oxido-reduktázy) jsou různé nukleotidy, které plní funkci koenzymů. K nejvýznamnějším patří **NAD**, **NADP**, **FAD** a **FMN**. „Redoxní páry“ čili enzymové systémy těchto částic jsou (oxidovaná forma / redukována forma): $\text{NAD}^+/\text{NADH} + \text{H}^+$, $\text{NADP}^+/\text{NADPH} + \text{H}^+$, FAD/FADH_2 , FMN/FMNH_2 .

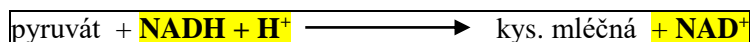
1. $\text{NAD}^+/\text{NADH} + \text{H}^+$ - je oxido-redukční systém podílející se na přenosu elektronů při procesech odbourávání (oxidace substrátu). Jako oxidační činidlo NAD^+ odnímá vodík od substrátu a sám se redukuje na $\text{NADH} + \text{H}^+$. Zpětná reakce je redukce substrátu. V anaerobních podmínkách $\text{NADH} + \text{H}^+$ vodíky substrátu dodává a sám se oxiduje na NAD^+ , který následně znovu oxiduje substrát a tak se celý děj opakuje.



Např.: *oxidace* glukosy na pyruvát (anaerobní proces zvaný glykolýza):



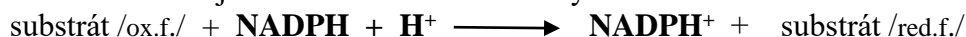
a dále rovněž anaerobní *redukce* pyruvátu na kyselinu mléčnou :



Redukční schopnosti $\text{NADH} + \text{H}^+$ se uplatňují také při syntéze triglyceridů (tuků).

V aerobních podmínkách se $\text{NADH} + \text{H}^+$ za přítomnosti ADP „spaluje“ (oxiduje kyslíkem) na NAD^+ , 3 ATP a vodu (viz. Lehningerova rovnice).

2. $\text{NADP}^+/\text{NADPH}$ – je redoxní systém uplatňující se při biosyntézách látek (redukce substrátu) např. biosyntéza karbové kyseliny nebo fotosyntéza. Redukovaná forma $\text{NADPH} + \text{H}^+$ se oxiduje na NADPH^+ . Obecně tedy



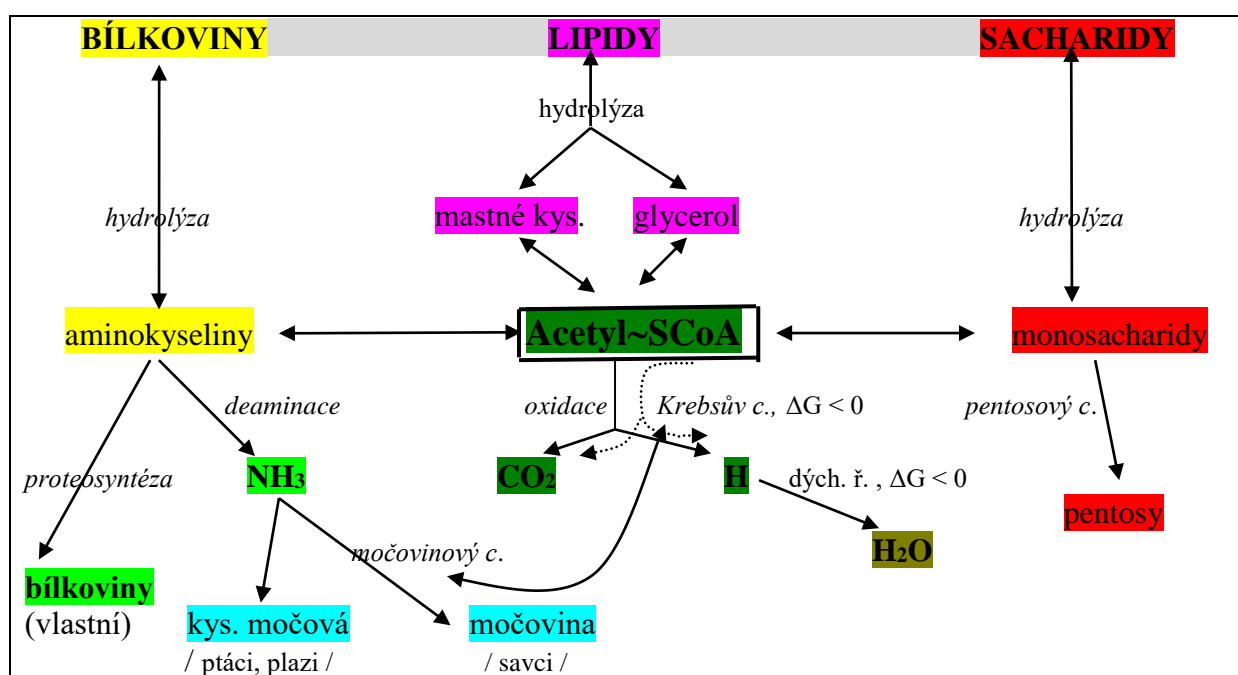
Odbourávání (katabolismus) látek.

Odbourávání složitějších látek (velkých molekul) je založen na postupném štěpení těchto látek na menší a kratší fragmenty a následný rozklad a přeměna vzniklých jednoduchých molekul. Všechny změny se konají za přesně vymezených podmínek (pH prostředí, teploty, tlaku) a katalytického účinku enzymů příp. hormonů, které tyto přeměny řídí. Odbourávání má zpravidla 3 stupně. Např. při odbourávání základních složek potravin proběhne:

- 1/ hydrolýza makromolekul (např. polysacharidů, bílkovin, lipidů),
- 2/ štěpení vzniklých produktů hydrolýzy (tj. mono- či disacharidů, aminokyselin, mastných kyselin a glycerolu),
- 3/ další přeměny vzniklých meziproduktů (např. v citrátovém cyklu).

Pro značnou složitost biochemických přeměn se v dalším textu omezíme pouze na výše uvedené sloučeniny a to ve zjednodušeném přehledu reakčních přeměn.

Vzájemnou souvislost přeměn při *odbourávání sacharidů, bílkovin a lipidů* ukazuje následující schéma:



Hydrolýzu řídí enzymy zv. hydrolázy – amyláza, proteazy, lipáza, redoxní děje enzymaticky řídí oxidoreduktázy, např. $\text{NAD}^+/\text{NADH}, \text{H}^+$, $\text{NADP}^+/\text{NADPH}, \text{H}^+$, FAD/FADH_2 apod.

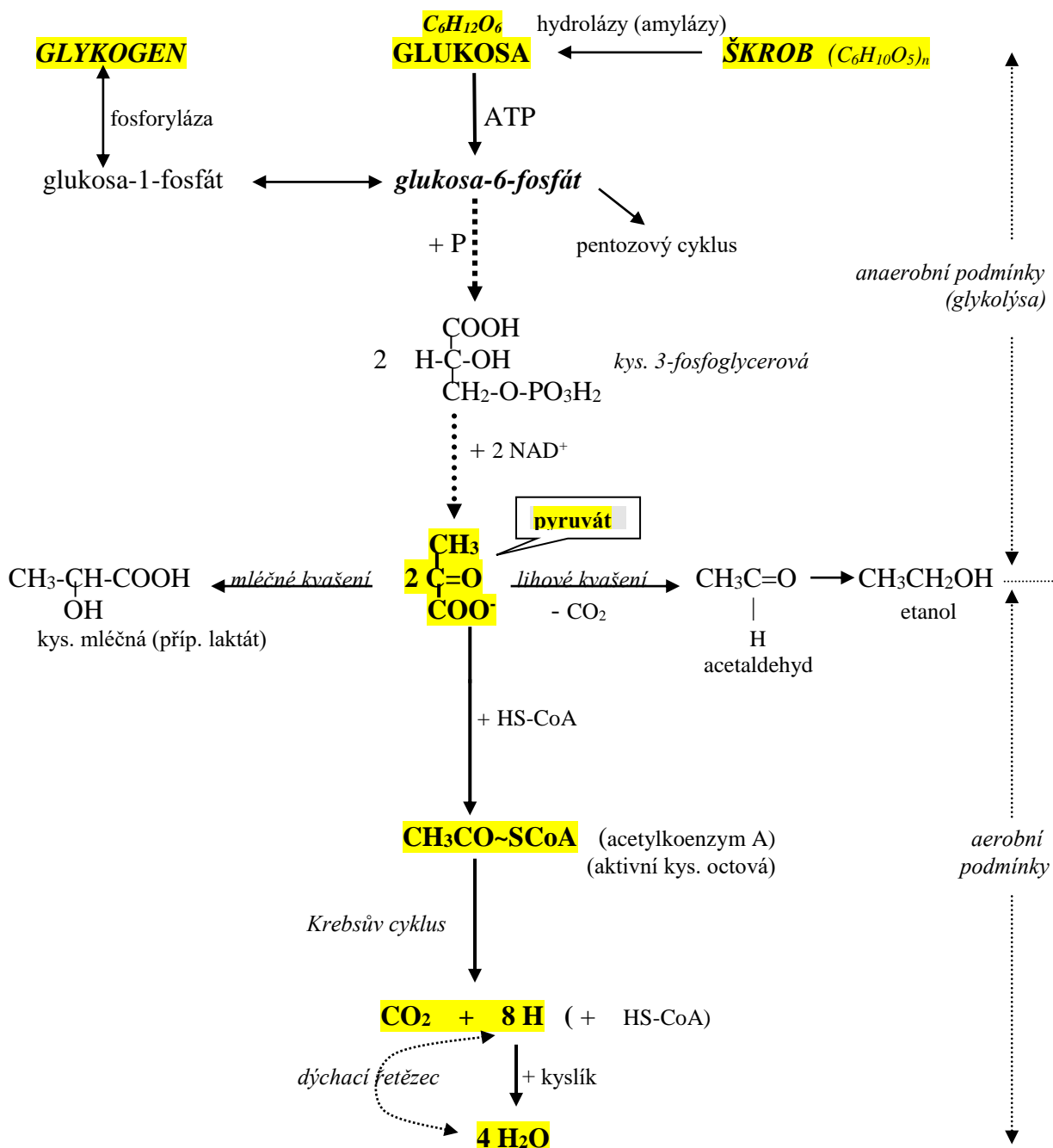
Metabolismus sacharidů.

Odbourávání (katabolismus) sacharidů.

Je to soubor hydrolytických a oxidoredukčních reakcí probíhajících buď bez přítomnosti kyslíku – *anaerobní* podmínky – proces zvaný *glykolýza*, nebo za přítomnosti kyslíku – *aerobní* podmínky). Za anaerobních podmínek se glukóza štěpí na pyruvát a dále CO_2 a etanol (tzv. *lihové kvašení*) nebo na kyselinu mléčnou (tzv. *kvašení mléčné*). V přítomnosti kyslíku se kys. pyrohroznová (pyruvát) dále přeměňuje na acetylkoenzym A (dále acetyl-CoA). Jeho další oxidací v Krebsově cyklu a následně v dýchacím řetězci vzniká CO_2 , voda a uvolňuje se energie. Ta z části kryje energetické ztráty organismu (asi 60%) a zbytek se ukládá v makroergních vazbách tvorbou ATP. Zvláštní formou glykolýzy je *pentozový cyklus*.

Nejdříve uvedeme zjednodušené schéma štěpení sacharidů a pak rozebereme jednotlivé fáze tohoto štěpení.

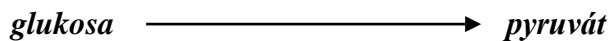
Polysacharidy (škrob) jako složky potravy se nejdříve hydrolyticky štěpí na dextriny, dále na disacharidy a monosacharidy. Škrob se štěpí enzymem amylázou na maltózu a ta dále maltázou na dvě molekuly glukózy. Glykogen se štěpí fosforolýzou na glukosa-1-fosfát zv. Coriho ester, který účinkem izomeráz se mění na glukoso-6-fosfát. Tato látka je jakýmsi „rozcestím“. Jedna cesta (anaboličká) vede zpět ke glykogenu (při jeho tvorbě z glukósy, resp. škrobu), druhá, kataboličká, k pyruvátu (pokračování glykolýzy).



Poznámka: Uvedené kyseliny se ve skutečnosti vyskytují ve formě svých solí. Proto se často uvádí např. místo kys. 3-fosfoglycerová – 3-fosfoglycerát, místo kys. mléčná – laktát (mléčnan) nebo místo kys. pyrohroznová (acidum pyruvicum) – pyruvát atd.

Jednotlivé fáze rozkladu sacharidů jsou dále znázorněny schématicky a mají následující průběh:

Anaerobní odbourávání sacharidů (glukoza → pyruvát) - glykolýza

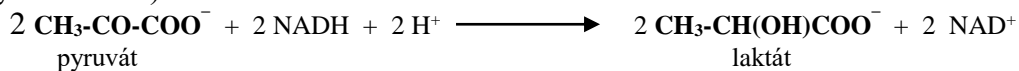


Uvedené procesy probíhají bez přístupu kyslíku. Celkový průběh udává níže uvedená rovnice (oxidace NAD^+ , který se redukuje na $\text{NADH} + \text{H}^+$)



Vznikající meziprodukty jsou zároveň substráty následné reakce. Získanou energii představují 2 ATP. Pyruvát se metabolizuje anaerobně dále lihovým nebo mléčným kvašením.

a/ mléčné kvašení – glykogen ve svalecth se enzymaticky štěpí na glukóza-1-fosfát, dále na glukóza-6-fosfát a následnými reakcemi až na pyruvát. Ten je dehydrogenací redukován na laktát (kys. mléčnou).

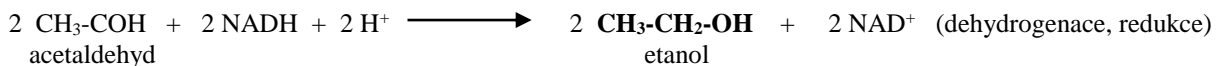
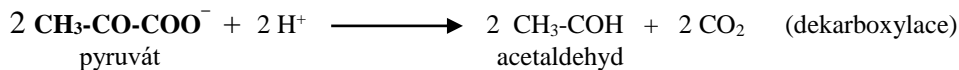


Kyselina mléčná (přesněji její sůl – laktát) se tvoří při aktivní činnosti ve svalecth. Z malé části je přeměněn zpět na pyruvát. Větší část kys. mléčné přechází do jater, kde je využita zpět pro tvorbu glukósy a dále glykogenu.

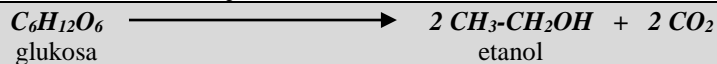
Celkově lze napsat rovnici mléčného kvašení



b/ lihové kvašení – pyruvát, vzniklý postupnými přeměnami glukózy, dekarboxylací poskytuje acetaldehyd. Ten se další dehydrogenací redukuje na etanol.



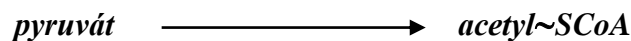
Zjednodušená rovnice lihového kvašení je



Celková energetická bilance anaerobní glykolýzy je rovná energetické bilanci procesu glukóza – pyruvát, tj. 2 ATP, neboť tepelný efekt lihového a mléčného kvašení je nulový a energeticky bohaté systémy NADH, H^+ se spotřebují při přeměně pyruvátu na kyselinu mléčnou, příp. na etanol.

Aerobní odbourávání sacharidů (pyruvát → acetylkoenzym A → citrátový cyklus → dýchací řetězec)

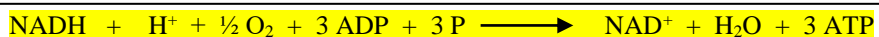
1. Přeměna pyruvátu na acetylkoenzym A



Jedná se o aerobní dekarboxylaci (oxidaci) pyruvátu. Za přítomnosti elementárního kyslíku a odpovídajících enzymů vzniká složitým způsobem acetyl-CoA. Tento pochod znázorňuje přehledně celková rovnice



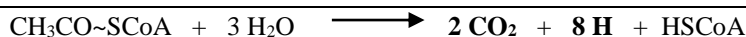
Současně se energeticky bohatý redukováný systém NADH, H^+ oxiduje kyslíkem a uvolněná energie se váže do ATP. Tento děj lze zapsat rovnicí zv. Lehningerova rovnice



Celkem se při této přeměně uvolní $2 \times 3 = 6$ molů ATP.

2. Citrátový cyklus (Krebsův cyklus, citrátový cyklus, cyklus kyseliny citronové).

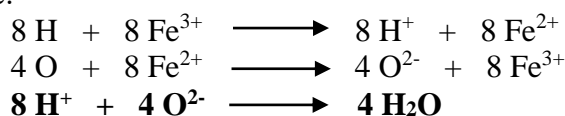
Acetyl-CoA vznikající různými pochody (β -oxidací, oxidací pyruvátu nebo oxidací aminokyselin), se řadou po sobě následujících reakcí přeměňuje („spaluje“) na CO_2 a vodík. Ten se dále v dýchacím řetězci oxiduje na vodu a uvolňuje se značné množství energie. První část této oxidace se označuje jako citrátový cyklus. Probíhá enzymaticky v mitochondriích a acetyl-CoA se štěpí na 2 molekuly CO_2 . Schématicky lze tento děj zapsat rovnicí:



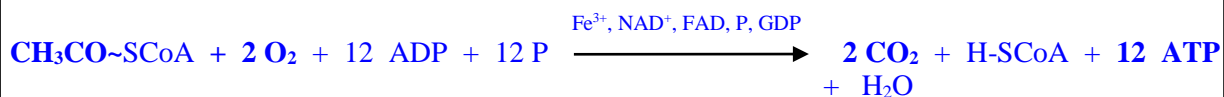
V citrátovém cyklu se uplatňují vedle redoxního systému $\text{NAD}^+/\text{NADH} + \text{H}^+$ i jiné redoxní systémy – $\text{NADP}^+/\text{NADPH}, \text{H}^+$, FAD/FADH_2 a energetický systém GTP/GDP . Redukované formy redoxsystémů se dále oxidují v dýchacím řetězci, který uvolněnou energií zásobuje citrátový cyklus. Uvolněná energie citrátového cyklu činí asi 12 % z celkového množství získané energie v citrátovém cyklu a dýchacím řetězci.

3. Dýchací řetězec.

Dýchací řetězec představuje soubor po sobě následujících oxidoredukčních dějů, při kterých se vodík, uvolněný v citrátovém cyklu, oxiduje kyslíkem na vodu. Reakce probíhají za přítomnosti oxidoreduktáz a cytochromů (pozn. – cytochromy jsou proteiny, které mají jako koenzymy kovové porfyrany typu hemu) v mitochondriích. Důležitou roli má chemicky vázané železo (v cytochromech). Působením uvedených enzymů se vodík oxiduje na vodíkový kation a kyslík na kyslíkatý anion. Spolu se slučují na vodu. Vliv iontů železa ukazují zjednodušeně následující rovnice:



Sumárně lze průběh citrátového cyklu a dýchacího řetězce zaznamenat rovnicí



Celková energetická bilance odbourávání cukrů.

Pro jeden mol glukosy lze počítat počet uvolněných molů ATP:

a/ anaerobní glykolýza..... 2 ATP + 2 NADH + 2 H⁺ = celkem **8 ATP**

(= 6 ATP)...vzniká oxidací (viz Lehningerova r.)

b/ oxidace 2 molekul pyruvátu..... 2 (NADH + H⁺) = celkem 2 x 3 = **6 ATP**

c/ citrátový cyklus a dýchací řetězec..... 2 x 12 ATP = **24 ATP.**

Výsledný počet molů ATP, který se uvolní „spálením“ 1 molu glukosy je 38 molů ATP. To představuje asi 1159 kJ a rovná se asi 40 % z celkové energie glukosy (2826 kJ/mol). Zbývajících 60 % se spotřebuje na krytí tepelných ztrát organismu.

Výše uvedená energetická bilance ukazuje na to, že *hlavním procesem pro získávání buněčné energie je citrátový cyklus spolu s dýchacím řetězcem.*

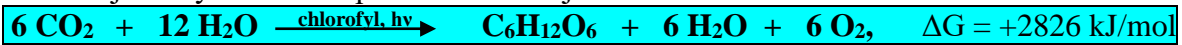
Pentosový cyklus

Tento cyklus navazuje na glykolýzu. Glukosa se za přítomnosti ATP mění na glukosa-6-fosfát a ten dále řadou následných reakcí, po odštěpení CO_2 , na ribosa-1-fosfát. Z této látky vznikají dále příslušné nukleosidy a nukleotidy. Důležitým produktem je energeticky bohaté redukční činidlo ($\text{NADPH} + \text{H}^+$), který poskytuje vodík a elektrony k biosyntézám četných dalších látek, např. mastných kyselin. Přeměnu glukoso-6-fosfátu zjednodušeně znázorňuje rovnice:



Biosyntéza (anabolismus) sacharidů

Základním dějem, při kterém vznikají cukry v přírodě je **fotosyntéza** (u autotrofních organismů). Z CO₂ a vody za přítomnosti chlorofylu a sluneční energie vzniká monosacharid glukosa a uvolňuje se kyslík. Tento proces znázorňuje rovnice



Fotosyntéza má dvě části - **světelnou** a **temnostní**.

Světelná část: voda se za přítomnosti chlorofylu, sluneční energie, NADP⁺, ADP a fosfátu **oxiduje** na volný kyslík. Je to endergonická reakce zvaná **fotolýza vody**. Potřebnou energii dodávají světelná kvanta (**hv**).



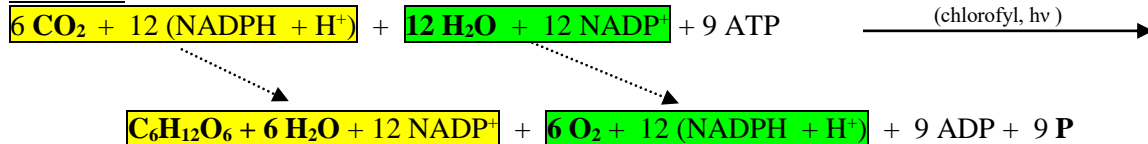
Vznikající kyslík se uvolňuje do ovzduší a je nezbytný pro existenci (dýchání) živočišných organismů.

Temnostní část: oxid uhličitý se enzymaticky **redukuje** na glycerylaldehyd-3 fosfát a dále až na glukosa-6-fosfát (hexoza), který je výchozím substrátem pro vznik zásobních polysacharidů. Tento sled reakcí je cyklický a označuje se jako Calvinův cyklus.

Zjednodušeně můžeme redukcí CO₂ zapsat následující rovnicí:

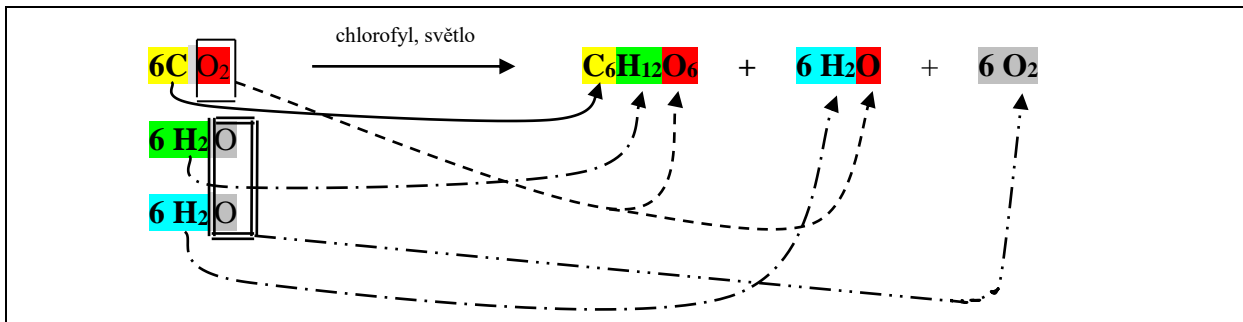


Celkově:



12 molů (NADPH + H⁺) vznikajících při fotolýze vody dále redukuje 6 molů CO₂ na molekulu glukosu.

Poznámka: kyslík v glukose pochází z oxidu uhličitého, nikoli z vody. Vodík potřebný pro tvorbu glukosu pochází z redoxního systému NADPH + H⁺, který se vytvořil z vody ve světelné fázi. Část redoxního systému NADPH + H⁺ se slučuje s kyslíkem z CO₂ na vodu a uvolněný kyslík pochází pouze z vody. Proto v rovnici fotosyntézy (viz výše) na levé straně rovnice píšeme správně 12 molekul vody, nikoliv 6 molekul vody.



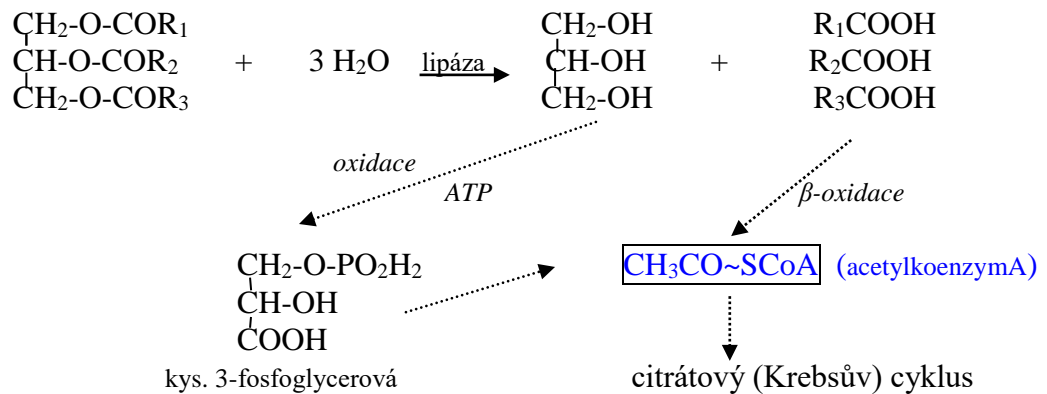
Mono-, di- i polysacharidy mohou být syntetizovány také **v živočišných organismech** (heterotrofní organismy) opačnými pochody k glykolýze. Využívají k tomu tří- až čtyřuhlíkové organické molekuly, necukerné složky – produkty metabolismu – **pyruvát, laktát, glycerol, příp. AcCoA** a další. Vzniká nejdříve glukosa, která se ukládá formou glykogenu v játrech. Tato syntéza se nazývá **glukogenese** nebo **glukoneogenese** a probíhá hlavně v játrech, částečně v ledvinách. Takto se doplňuje hladina glukosu v období hladovění organismu.

Metabolismus lipidů.

Pro zjednodušení budeme zde probírat pouze jednoduché lipidy neboli tuky.

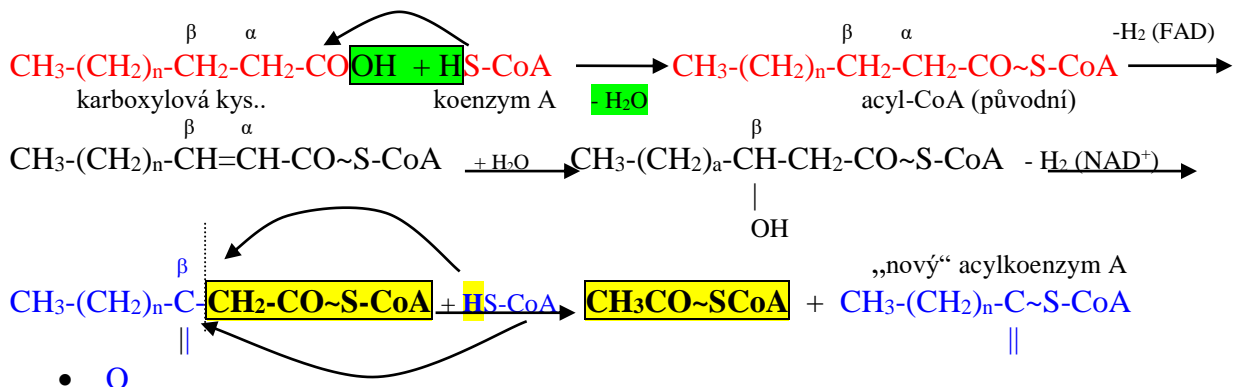
Odbourávání (katabolismus) tuků.

Jednoduché lipidy jsou estery vyšších mastných kyselin (zejména palmitové, stearové a olejové) s glycerolem. Účinkem lipáz se hydrolyzují na jednotlivé složky, tj. glycerol a směs karboxylových kyselin podle rovnice

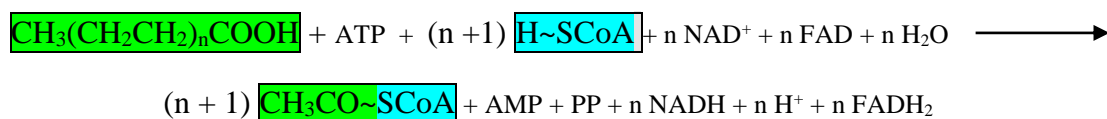


Glycerol se postupně přemění na kys. 3-fosfoglycerovou, dále glykolýzou na pyruvát a za přítomnosti kyslíku vytvoří složitým systémem acetyl-CoA, který je následně metabolizován oxidací v Krebsově cyklu a dýchacím řetězci na CO_2 , H_2O a energii.

Mastné kyseliny jsou dále štěpeny tzv. β -oxidací, nebo je jich použito pro biosyntézu lipidů. Při β -oxidaci mastná kyselina za přítomnosti ATP, NAD^+ , FAD a vody vytvoří s koenzymem A acyl-CoA, z jehož molekuly se postupně odštěpuje acetyl-CoA, tj. dva uhlíkové atomy tak dlouho, až se celý uhlíkatý řetězec mastné kyseliny spotřebuje. Označení β -oxidace souvisí s místem odštěpení acetylů a zároveň místem oxidace – β -uhlík. Vzniklý acetyl-CoA se dále metabolizuje v Krebsově cyklu



Vzniklý nový acyl-CoA se dále metabolizuje opakovanou oxidací β -uhlíku tak dlouho, až je celý původní acyl-CoA rozštěpen na molekuly acetyl-CoA. Celkově lze tento složitý pochod zapsat rovnicí:

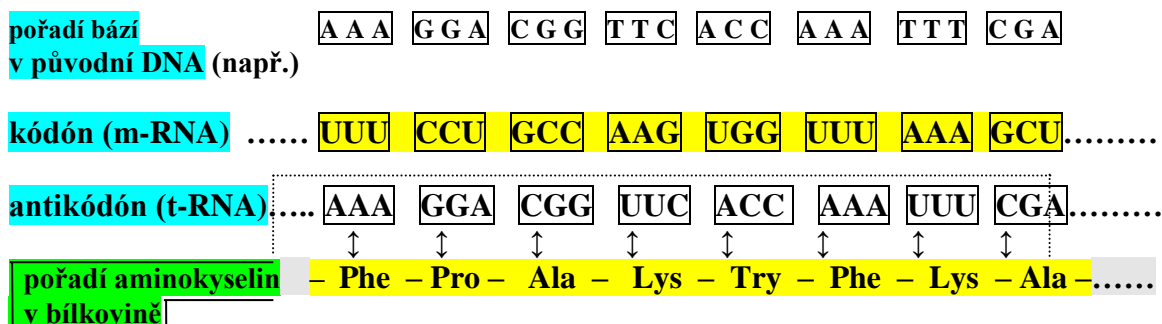


Počet vzniklých molekul acetyl-CoA je poloviční než počet uhlíků v molekule mastné kyseliny.

Pak každé aminokyselině odpovídá doplňková trojice (triplet) bází v m-RNA. Např. UGG→Try, UUU → Phe, AAA→Lys, GCU→Ala atd.

Iniciaci proteosyntézy mohou vyvolat dva různé triplety – AUG nebo UGG /v tabulce označeno */. Výstavbu bílkovin ukončuje vždy jeden z tzv. „stop kodonů“. Jsou tři – UGA, UAA a UAG.

Schématicky lze vzájemné vztahy mezi pořadím bází v původní DNA, dále v m-RNA (po transkripci) a v odpovídajícím polypeptidickém řetězci bílkoviny lze znázornit takto:



Tabulka: Překladový kód informační RNA

První zásada	Druhá zásada	Třetí zásada			
		U	C	A	G
U	U	Phe	Phe	Leu	Leu
	C	Ser	Ser	Ser	Ser
	A	Tyr	Tyr	„stop“	„stop“
	G	Cys	Cys	„stop“	Trp
C	U	Leu	Leu	Leu	Leu
	C	Pro	Pro	Pro	Pro
	A	His	His	Gln	Gln
	G	Arg	Arg	Arg	Arg
A	U	Ile	Ile	Ile	Met*
	C	Thr	Thr	Thr	Thr
	A	Asn	Asn	Lys	Lys
	G	Ser	Ser	Arg	Arg
G	U	Val	Val	Val	Val*
	C	Ala	Ala	Ala	Ala
	A	Asp	Asp	Glu	Glu
	G	Gly	Gly	Gly	Gly

Zkratky aminokyselin:

Gly.... glycin, **Ala**.....alanin, **Ser**.....serin, **Cys**.....cystein, **Phe**....fenylalanin, **Tyr**.....tyrosin, **His**.....histidin, **Trp**.....tryptofan, **Thr**.....threonin, **Met**.....methionin, **Asp**.....kys. asparágová (sůl), **Asn**....asparagin (amid kys. asparágové), **Val**...valin, **Glu**.....kys. glutamová (sůl), **Gln**.....glutamin (amid kys. glutamové), **Pro**....prolin, **Arg**.....arginin, **Leu**.....leucin, **Ile**.....isoleucin, **Lys**.....lysin

Literatura:

Zdeněk Šípál a kol.: Biochemie, SPN Praha, 1992

A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia, 3.díl, nakladatelství Olomouc, 2000,

J. Kopriva: Chemie pro III. ročník gymnázii (1.díl), SPN Praha, 1977

V. Ettl: Organická technologie (díl I. a II.), SNTL, Praha 1955,

A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia, vydalo Nakladatelství Olomouc 2000,

K. Andrlík a kol.: Přehled chemie a chemické technologie, II. díl, Práce – vydavatelstvo ROH, Praha 1955,