

2 (3) METABOLISMUS BUNĚK – látková přeměna

- Buňku si lze představit jako otevřený systém, který si vyměňuje s okolím **energii, informace i látky**.
 - U **jednobuněčných** organismů vše zajišťuje **jediná buňka**.
 - U **mnohobuněčných** je metabolismus zajišťován **součinností buněk**.
- Metabolismus na úrovni buněk má za úkol především příjem, transport, odbourávání, vylučování, ukládání a využívání látek a energie.**

Rozdělení metabolických procesů:

Katabolické (rozkladné) látky se štěpí na základní sloučeniny, **energie se uvolňuje**. **Anabolické (slučovací)** při nich se **energie spotřebovává**, látky z katabolických reakcí slouží k syntéze nových, organismu vlastních látek. (např. z *aminokyselin* vznikají *bílkoviny*).

Rozdělení organismů podle charakteru metabolismu

1. Podle příjmu energie organismy dělíme na:

A) **Fototrofní** – (světloživné)

zdroj energie je světlo – **zelené rostliny** za světla, **sinice** a fotosyntetizující **bakterie**

B) **Chemotrofní** – (látkoživné)

zdrojem energie je **oxidace látek**

chemolithotrofní – oxidace anorganických látek - **sírné a železité bakterie**

chemoorganotrofní - oxidace organických látek - **živočichové, houby, nezelené rostliny, nezelené části zelených rostlin a zelené rostliny za tmy**

2. Podle získávání organických látek organismy dělíme na:

A) **Autotrofní**

organické látky syntetizují samy z **CO₂** – **zelené rostliny, sinice** atd. při **fotosyntéze** a následných reakcích. (*masožravé rostliny – rozkladem organismů získávají pouze dusík!*)

B) **Heterotrofní**

organické látky přijímají z látek **vytvořených jinými organismy** – **živočichové, houby, většina bakterií, nezelené části zelených rostlin**

Fotosyntéza

Vše živé buď přímo, nebo nepřímo závisí svou existencí na **fotoautotrofních** organismech, které jako jediné dokáží vázat **sluneční energii** ve formě **organických látek**, vznikajících při fotosyntéze z látek anorganických.



- **Fotosyntéza** je základní rovnicí **života** na Zemi.
- Podstatu fotosyntézy představuje **přeměna oxidu uhličitého na glukózu**.
- Fotosyntéza probíhá pouze v zelených částech rostlin – **listech, stoncích nebo stélkách řas**.



Fotosyntetické pigmenty (barviva)

- Fotosyntéza probíhá pouze v buňkách, které obsahují **plastidy** s asimilačními barvivy – **fotosynteticky aktivními pigmenty**.
- U rostlin jsou tato barviva uložena v **chloroplastech**, kde se celý proces fotosyntézy odehrává.

Rozdělení fotosynteticky aktivních pigmentů:

A) Chlorofyly

- Jsou základní **fotosyntetická** barviva.
 - Pohlucují **červenou** a **modrou** část barevného spektra - jeví se nám proto jako **zelené**.
 - **Chlorofyly** známe dva: **Chlorofyl a** (*modrozelený*) a **chlorofyl b** (*žlutozelený*)
- Chlorofyl a** se přímo účastní fotosyntézy a **pohlcuje energii fotonů**. Ostatní barviva slouží jako doplňková a vytváří tzv. „**pigmentovou past**“, která zachycuje a usměrňuje **fotony** na **chlorofyl a**.

B) Karotenoidy

- Pohlucují **zelenou** část barevného spektra a odráží oranžovou a červenou barvu.
- **Dělíme je na:**

oranžové karoteny (*betakaroten*) a **hnědé xantofyly** (*fukoxantin u hnědých řas*)

C) Fykobiliny

červenofialové fykoerytrin a **modrý fykocyanin** (u červených řas)

Fotosynteticky účinné světlo

- Rostliny k fotosyntéze využívají **sluneční záření o vlnové délce – 400 – 700 nm**.
- Označujeme ho jako tzv. **viditelné**, nebo **bílé světlo**.
- Bílé světlo se rozkládá na **barevné spektrum**.
- Barvy spektra vidíme při rozložení světla v hranolu (nebo např. v duze).
- Jednotlivé fotosyntetické pigmenty jsou „**naladěné**“ pro příjem světla o konkrétní vlnové délce (barvě) a proto je **pro rostlinu výhodná kombinace více pigmentů**.



Fáze fotosyntézy

Podle **závislosti reakcí fotosyntézy na osvětlení** dělíme procesy fotosyntézy na dvě na sebe navazující části:

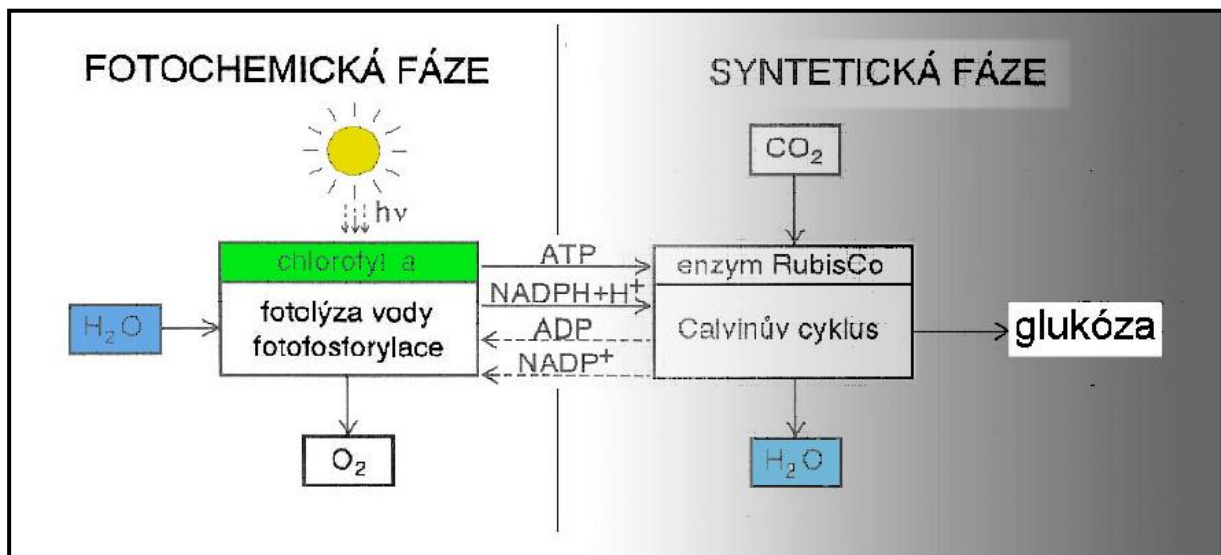
A) **Fáze světelná – fotochemická**

- Odehrává se na světle a je charakterizována **přeměnou světelné energie na energii chemických vazeb**
- Světelná fáze začíná **rozkladem (fotolýzou) vody** za vzniku H^+ a O_2
- **Energie fotonu** je pohlcena **chlorofylem a**, který uvolňuje tzv. **excitované elektrony**. Ty jsou transportované řadou přenašečů za vzniku chemické energie ve formě **ATP** a redukčního činidla koenzymu **$NADPH + H^+$** , přenašejíciho vodíků.
- **O_2** Jako vedlejší, **odpadní produkt** se uvolňuje do ovzduší

B) **Fáze temnotní – syntetická**

- **Nevyžaduje světlo**
- Je přímo závislá na **produktech světelné fáze – ATP a $NADPH + H^+$**

- Charakterizuje ji **přeměna látek**, při které se váže vzdušný CO_2 za pomoci enzymu **RubisCO** do molekul sacharidů - **glukózy**
- Tento děj probíhá jako tzv. **Calvinův cyklus**.
- Spotřebovaná energie ve formě „**vybité energetické konzervy**“ **ADP** a oxidovaná forma koenzymu **NADP+** se vrací zpět do světelné fáze fotosyntézy.
- Jako vedlejší produkt se uvolňuje **H₂O**.
- **Glukóza**, která vzniká při fotosyntéze je zapojena do celé řady anabolických i katabolických reakcí a stává se výchozí látkou pro vznik dalších organických látek (škrobu, celulózy, lipidů, organických kyselin atd.) nebo uvolňování energie ATP (dýchání).



Intenzita fotosyntézy

- Ovlivňují ji vnitřní i vnější faktory
- **Vnitřní faktory** – souvisí se samotnou rostlinou
 - celkový **fyzilogický stav** rostliny (*zdraví rostliny, stav kořenové soustavy, zásoba dostatečného množství důležitých látek a iontů v rostlinných buňkách atd..*)
 - množství **chloroplastů** v buňkách
 - stáří rostliny (intenzita fotosyntézy je nejvyšší u mladých rostlin)
- **Vnější faktory** - souvisí s okolním prostředím
 - **teplota** vzduchu (optimální teplota fotosyntézy pro rostliny mírného pásu je cca 25 – 30 °C)
 - **světlo** – dostatečné osvětlení povrchu rostlin
 - **množství CO₂** ve vzduchu (*Obvyklé podmínky, kdy je CO₂ ve vzduchu cca 0,03%, nejsou pro rostliny optimální, ve sklenicích se naopak zvyšuje objem CO₂ ve vzduchu až na 0,2%*)
 - dostatek **vody** a živin (ionty – Ca^{2+} , K^+ , NO_3^- , ...) v půdních kapilárách

Při teplotě - 1°C se u většiny rostlin fotosyntéza zcela zastavuje. U smrku a jiných „otuzilých rostlinách v chladnějších oblastech“ až při - 10 °C.

Význam fotosyntézy

- Spočívá především ve **schopnosti vázat sluneční energii do organických látek**. Člověk ji využívá jednak přímo prostřednictvím rostlin, které využívá ke své obživě, ale i zprostředkovaně požíváním živočišné stravy.
- Obrovský význam mají také **energetické suroviny**, které byly při procesech fotosyntézy vázány po miliony let do **uhlí, ropy a plynu**. Přináší však nemalé problémy, neboť jsou to suroviny **neobnovitelné** a tedy **vyčerpatelné**.

C3 a C4 rostliny

Podle příjmu a schopnosti využití CO₂ rostliny je rozdělujeme na tzv. **C₃ a C₄ rostliny**

C4 rostliny

- Za vyšších teplot lépe a hospodárněji využívají CO₂ (dokáží do procesu fotosyntézy zapojit i oxid uhličitý, který v noci při buněčném dýchání vážou do kyseliny jablečné. To je výhodné v horkých dnech, kdy se uzavírají listové průduchy).
- Pochází z tropů a subtropů a mnohé jsou hospodářsky zajímavé (kukuřice, cukrová třtina...)



C3 rostliny

- Hůře hospodaří s CO₂, při vyšších teplotách.
- Jsou to rostliny mírného pásu (cukrovka, obilniny, slunečnice...)
- V horkých a suchých dnech zpomalují, nebo dokonce i zastavují fotosyntézu.



Chemosyntéza

➤ Proces tvorby organických látek v organismu za využití energie uvolněné oxidací některých anorganických látek (Pravděpodobně to byl první typ syntézy, který se vyvinul. Tímto způsobem se vyživují pouze některé bakterie)

➤ **Probíhá u chemolithotrofních organismů**

Nitrifikační – žijí ve vodě a v půdě, kterou obohacují o dusíkaté látky přijatelné rostlinami tím, že **oxidují amoniak za postupného vzniku kys. dusité a dusičné**. Zvyšují množství dusíku v půdě – prospívají rostlinám.

Železité – oxidují sloučeniny železnaté na železité $Fe^{2+} \text{ ----- } Fe^{3+}$

Sírné – oxidují sulfan na vodu a elementární síru $2H_2S + O_2 \text{ ----- } 2H_2O + 2S$

Uvolňování energie v buňce

- Energie, kterou buňka okamžitě nepotřebuje, ukládá nejčastěji **ve sloučeninách stálejších**, než je **glukóza**. Nejčastěji jsou to **polysacharidy** (škroby) a **lipidy** (tuky)
- Pokud buňka tyto rezervy nemá, získává energii odbouráváním **bílkovin** (nemocný, nebo hladovějící organismus)

Buněčné dýchání - respirace

➤ **Nejdůležitější katabolický proces** všech živých organismů

➤ Při **biologické oxidaci** se v **mitochondriích** uvolňuje **energie z organických látek**

➤ Výsledkem je vždy syntéza **ATP** – universálního energetického platidla buněk

➤ CTM je pro ATP nepropustná - tento proces musí probíhat **v každé živé buňce**

➤ Buněčné dýchání může probíhat bez přístupu O₂, nebo za přístupu O₂, podle toho organismy rozdělujeme na:

AEROBNÍ - využívají přítomnost kyslíku v okolním prostředí k buněčnému dýchání

ANAEROBNÍ – kyslík k dýchání nepotřebují – **je pro ně toxický**

FAKULTATIVNĚ (příležitostně) **ANAEROBNÍ** - dokáží se vyrovnat s obojím prostředím

➤ Proces dýchání probíhá u všech **aerobních organismů** (rostliny, houby a živočichové včetně člověka) prakticky stejně.

Souhrnná rovnice dýchání je prakticky opakem sumární rovnice fotosyntézy!



Dýchání zelených rostlin - tento chemický proces může probíhat současně s fotosyntézou a v daném čase většinou jeden nebo druhý děj převládá. **Zelené**

rostliny spotřebují na dýchání jenom malou část produkce fotosyntézy, většinu použijí na růst nebo ji uloží do zásob.

Fáze buněčného dýchání

1. Přípravná fáze

➤ Představuje štěpení velkých molekul energeticky hodnotných látek (většinou tuky a cukry, výjimečně bílkoviny) na malé molekuly základních látek (*masné kyseliny, glukózu nebo aminokyseliny*)

Využívá se především **glukóza** vznikající štěpením škrobů. Dále pak *masné kyseliny* a až jako poslední rezervní možnost *aminokyseliny*. Ty využívá na získávání energie hladovějící, strádající nebo nemocný organismus.

➤ Štěpení během přípravné fáze probíhá v **cytoplazmě** a energie se při něm **neuvolňuje**.

2. Anaerobní fáze – ANAEROBNÍ GLYKOLÝZA

➤ Probíhá v cytoplazmě

➤ **Glukóza** se štěpí na dvě molekuly kys. **pyrohroznové** CH_3COCOOH (pyruvát)

➤ Energetický zisk reakce činí **2 molekuly ATP** a probíhá vždy **anaerobně**

3. Aerobní fáze – štěpení v mitochondriích

➤ Pyruvát přechází z cytoplazmy do **mitochondrií**

➤ Zde probíhá štěpení, při kterém je pyruvátu postupně odnímán uhlík a vodík

➤ Uhlík se odštěpuje ve formě **CO_2** (**dekarboxylace**) – *CO_2 je odpadní produkt dýchání*

➤ Vodík získaný v tzv. **Krebsově cyklu** je „palivem“ pro buňku a při jeho **oxidaci na vodu** se uvolňuje značné množství energie

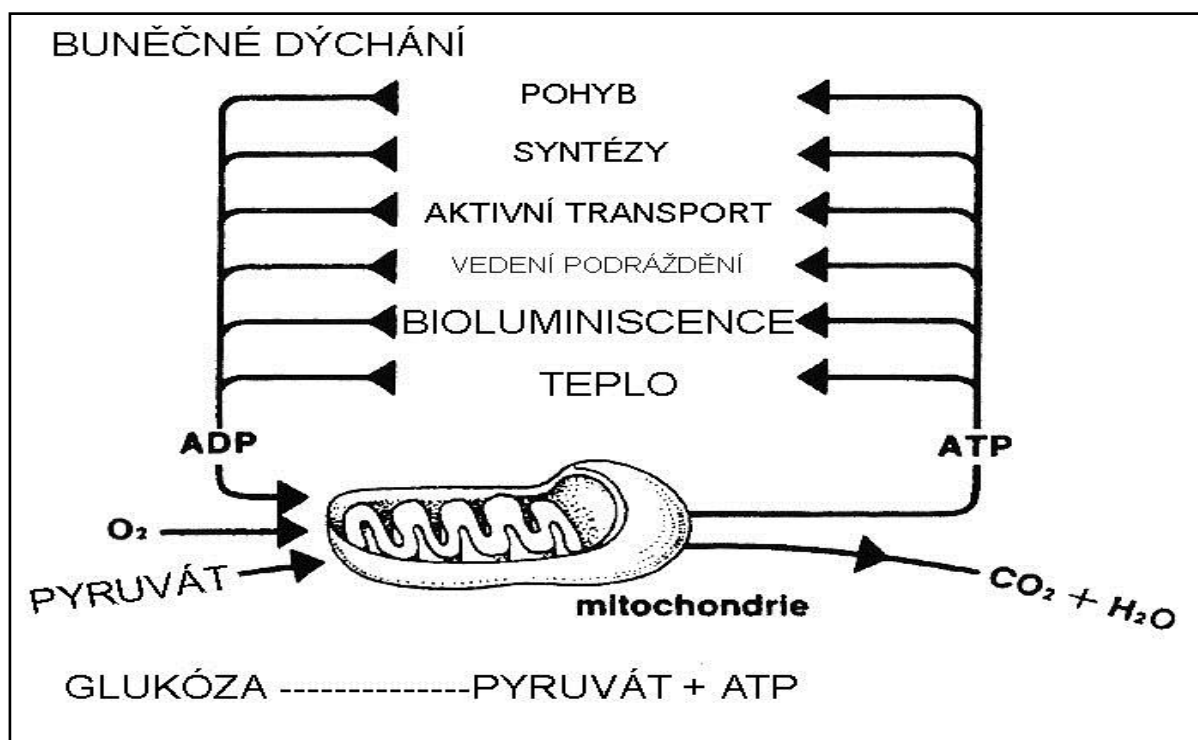
➤ Energie slouží k **fosforylaci** při „dobíjení vybitých baterií **ADP**“
 $\text{ADP} + \text{P} \rightarrow \text{ATP}$

➤ Během aerobní fáze vzniká **36 molekul ATP**

Celkový energetický zisk z 1 molekuly glukózy při dýchání je 38 molekul ATP

Sumární průběh reakce

glukóza-----(**anaerobní glykolýza** v cytoplazmě)-----**2 Pyruváty (+2ATP)** + **O_2** (**aerobní etapa** v mitochondriích)----- **$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$** (**+36ATP**)



Kvašení – fermentace

V anaerobních podmínkách probíhá jen anaerobní glykolýza

➤ Energetický zisk je malý - anaerobní organismy jsou proto malé (*kvasinky – jednobuněčné houby - kvasinky, bakterie, popřípadě plísňe – mnohobuněčné houby*).

➤ U kvasinek probíhá celý proces jako kvašení, při kterém je konečný produkt anaerobní glykolýzy – PYRUVÁT – dále zpracováván různým způsobem podle druhu organismu:

- **alkoholové kvašení** - (kvasinky - vznik etanolu (C_2H_5OH) - výroba alkoholových nápojů a pečiva – kynutí způsobují molekuly CO_2)
- **mléčné kvašení** - (bakterie mléčného kvašení – laktobacily - vznik kyseliny mléčné ($C_3H_6O_3$) – přírodní konzervant - výroba kysaného zelí, senáže, siláže atd.)
- **Další typy kvašení**: octové (vzniká kys. octová), citronové (vzniká kys. citronová) a máselné (vzniká kys. máselná)

Alkoholové kvašení – vznik etanolu: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CH_3CH_2OH + 2CO_2$

Mléčné kvašení – vznik kys. mléčné: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CH_3CHOHCOOH + 2CO_2$

Intenzita dýchání

Je závislá na mnoha faktorech.

Vnitřní faktory - obsah vody, fyziologický stav organismu, stáří organismu, atd.

Vnější faktory - teplota a obsah kyslíku ve vzduchu.