

FOTOSYNTÉZA

Všechny organické látky rostlinného těla vznikají složitými biochemickými procesy z vody, oxidu uhličitého a jednoduchých minerálních látek, které rostliny přijímají kořeny z půdy a listy ze vzduchu. Základním procesem vzniku těchto látek je **fotosyntetická asimilace – fotosyntéza**. Fotosyntéza se jí říká proto, že k přeměně jednoduchých minerálních látek (H_2O a CO_2) na složitější organické látky – **syntéze** – využívají zelené rostliny energie fotonů viditelné části slunečního spektra, tj. fotonů vlnových délek 400 až 750 nm (viz *doplňek*). Tyto fotony zachycují barviva plastidů:

chlorofyly a, b zachycují fotony modrofialové a červené části spektra,

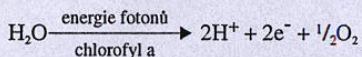
fykocyan a **fykoerytrin** zachycují fotony zelené a žluté části spektra,

xantofyly a **karotenoidy** zachycují fotony modrozelené části spektra.

Energie fotonů, zachycených výše uvedenými asimilačními barvivy, je postupně předávána molekulám chlorofylu a, který se zachyceným fotonem excituje, tj. uvolní energeticky bohatý elektron.

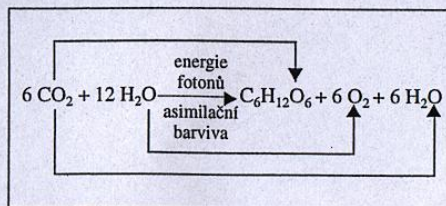
● Průběh fotosyntézy

Fotosyntéza se skládá ze dvou fází: světlé, probíhající za přítomnosti světla, a tmavé, jejíž průběh nevyžaduje přítomnost světla. Ve **světlé fázi** fotosyntézy je energie fotonů využito jednak ke štěpení molekul vody, tzv. fotolýze vody na protony, elektrony a jako vedlejší produkt vzniká kyslík:



a jednak k tvorbě molekul ATP, které dále energeticky zabezpečují reakce probíhající v tmavé fázi.

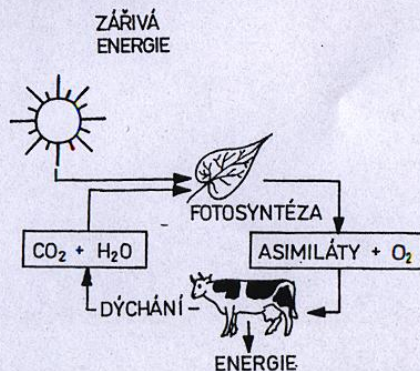
Ve **tmavé fázi (Calvinově cyklu)** je řadou enzymatických reakcí redukován vzdušný oxid uhličitý na cukr vodíkem, vznikajícím při fotolýze vody (viz *doplňek*). Souhrnně lze rovnici fotosyntézy zapsat:



Vznikající cukr je dalšími enzymatickými reakcemi přeměněn na stálé produkty fotosyntézy – **asimiláty (škrob, bílkoviny, tuky a jiné organické látky)**.

● Význam fotosyntézy

Je to základní proces, zabezpečující život na Zemi. Téměř veškerá biomasa vzniká fotosyntézou ze vzdušného oxidu uhličitého. V atmosféře je obsaženo 0,03 objemového procenta CO_2 . Odhaduje se, že ročně se fotosyntézou přemění přibližně $2 \cdot 10^{11}$ tun (0,2 biliónu) oxidu uhličitého. Vzhledem k tomu, že na každých šest molekul CO_2 vznikne šest molekul O_2 , je také množství kyslíku vznikajícího při fotosyntéze obrovské. **Fotosyntéza je jediný děj na Zemi, který kyslík uvolňuje.** Zatímco látky (H_2O a CO_2) neustále kolují, tok energie je jednosměrný.



Z celkové sluneční energie vyzařované Sluncem do vesmíru zachytí planeta Země jednu miliardtinu (10^{-9}). Z ní se 40 % odrazí zpět do vesmíru (*albedo*). Zbytek energie stačí k udržení veškerého života, k ohřívání atmosféry a zemského povrchu. Ze světla dopadajícího na rostliny jsou jen 3 % využita na tvorbu asimilátů.

Faktory ovlivňující intenzitu fotosyntézy

Proces fotosyntézy a jeho intenzita je, stejně jako ostatní životní procesy rostlin, ovlivňován řa-

dou vnitřních a vnějších vlivů (*činitelů, faktorů*).

Z **vnějších faktorů** jsou to:

– **světlo**, jeho intenzita a kvalita (*nejintenzivněji probíhá fotosyntéza v červeném světle*)

– **délka osvětlení**, u nedostatečně dlouho osvětlených rostlin nastává blednutí listů

– **teplota**, nejintenzivněji probíhá fotosyntéza u většiny rostlin v rozmezí od 25 do 30 °C

– **obsah CO_2 ve vzduchu** je stálý a menší změny fotosyntézu neovlivňují. Při pokusech bylo zjištěno, že vysoký nebo naopak nízký obsah oxidu uhličitého v prostředí fotosyntézu snižuje až zastaví.

– **dostatek vody a minerálních látek**

Z **vnitřních faktorů** je to především množství chloroplastů v buňkách, celkový fyziologický stav rostliny a její stáří.

* Shrnutí

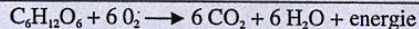
Zelené rostliny jsou organismy fotoautotrofní, protože uhlík potřebný k syntéze asimilátů získávají z oxidu uhličitého a energii potřebnou k těmto syntézám dodávají fotony slunečního záření. Energie světelná se tak přeměňuje na energii chemickou, skladovanou v chemických vazbách asimilátů.

DÝCHÁNÍ

Asimiláty vzniklé v rostlinných buňkách fotosyntézou mají různé funkce: stavební, zásobní, enzymatické aj.

Zásobní látky jsou v případě potřeby využívány. Energie, uložená v nich fotosyntézou, je z nich uvolňována. Rostliny tedy mohou po určitou dobu žít bez fotosyntézy (v noci, při klíčení semen, kvetení neolistěných stromů, buňky v nezelených a neosvětlených částech rostlin – kořenech, oddencích, vnitřních částech stonků). Za těchto okolností získávají rostliny energii pro své životní funkce rozkladem zásobních látek na látky jednodušší. Tento proces se označuje jako **disimilace**.

Jak již víme, uskladnění energie v molekule glukózy je spojeno s redukcí oxidu uhličitého. Uvolnění této energie z glukózy je spojeno s opačným procesem – její oxidací:



Uvolněná energie je skladována v molekulách ATP (viz doplněk str. 80), které slouží jako její přenašeči na místa spotřeby v buňce. Uvedená rovnice, podobně jako v případě fotosyntézy, vyjadřuje pouze počáteční a konečný stav. Disimilační proces je ve skutečnosti složitým sledem enzymatických reakcí, které souhrnně označujeme jako **buňčné dýchání**. Dýchání probíhá po etapách. První etapa se nazývá **glykolýza**. Její podstatou je odbourání glukózy (6 C) na kyselinu pyrohroznovou (3 C). Probíhá za nepřístupu vzduchu (kyslíku) – **anaerobně**. Enzymy katalyzující reakce glykolýzy jsou rozpuštěny v základní cytoplazmě, což svědčí o starobylosti a původnosti tohoto děje. (Odbourání zásobních látek začíná u všech buněk anaerobní glykolýzou, ať jde o buňky rostlin, hub, živočichů, či bakterií. Tento anaerobní proces probíhá, i když se buňky nacházejí v prostředí obsahujícím kyslík.)

Ve druhé etapě je vzniklá kyselina pyrohroznová řadou enzymatických reakcí, známých jako **Krebsův cyklus** nebo též **cyklus kyseliny citronové**, odbourána na oxid uhličitý (**dekarboxylována**) a jsou jí odfary vodíky (je **dehydrogenována**). Odebrané vodíky jsou oxidovány v **dýchacím řetězci** vzdušným kyslíkem na vodu. Přitom se uvolní značné množství energie, která se ukládá do molekul ATP a může být využita k zabezpečení životních funkcí buňky. Část energie se uvolňuje jako teplo. Protože tyto reakce probíhají za přítomnosti kyslíku, označují se jako **aerobní**. Enzymy katalyzující reakce Krebsova cyklu a reakce dýchacího řetězce se nacházejí a vznikají ve vnitřní biomembráně mitochondrií.

Jak vidíme na schématu (str. 37), je přenos 2 H spojen s vytvořením 3 ATP. Celkově je tedy přenos 12 H v dýchacím řetězci spojen s vytvořením 36 molekul ATP.

Při anaerobní přeměně glukózy na kyselinu pyrohroznovou se získají 2 ATP.

Při aerobní přeměně kyseliny pyrohroznové na vodu a oxid uhličitý se získá 36 ATP. Aerobní odbourání zásobních látek je tedy energeticky mnohem výhodnější.

● Faktory ovlivňující intenzitu buňčného dýchání

Můžeme je stejně jako u fotosyntézy rozdělit na vnější a vnitřní.

Z **vnějších faktorů** jsou to:

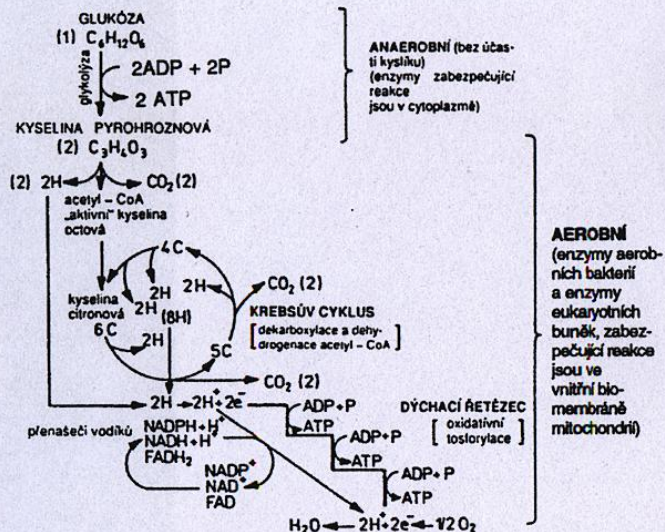
– **teplota prostředí**, optimální teplota je mezi 25° až 35 °C. Vyšší a nižší teploty intenzitu dýchání snižují, resp. zastaví dýchání.

– **obsah kyslíku v prostředí**

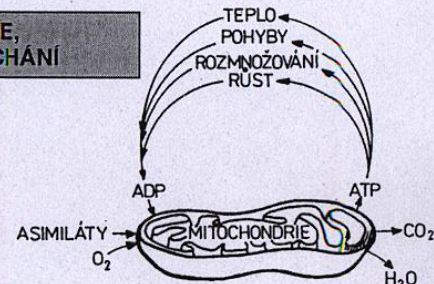
– **přítomnost některých látek**, které působí jako **jedy** buňčného dýchání (kyanidy, oxid uhelnatý, oxid siřičitý aj.)

Z **vnitřních faktorů** je rozhodující fyziologický stav rostliny a její stáří, obsah vody v pletivech, množství zásobních látek (asimilátů) schopných oxidace.

SCHÉMA BUNĚČNÉHO DÝCHÁNÍ



VYUŽITÍ ENERGIE, UVOLNĚNÉ PŘI DÝCHÁNÍ



Zdroj: JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. (1996): *Biologie pro střední školy gymnaziálního typu (teoretická část)*. Olomouc: Fin Publishing.