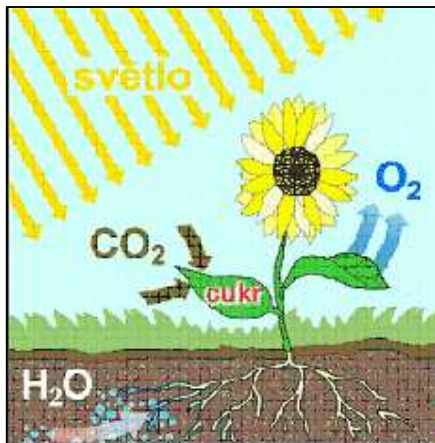


Prečo je dôležité študovať fotosyntézu?



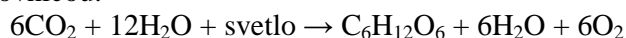
Fotosyntéza je základný proces, zabezpečujúci život na Zemi. Takmer každá biomasa vzniká fotosyntézou zo vzdušného oxidu uhličitého. V atmosfére je 0,03% oxidu uhličitého. Odhaduje sa, že fotosyntézou sa ročne premení približne $2 \cdot 10^{11}$ ton (0,2 bilión ton) oxidu uhličitého. Vzhľadom k tomu, že na každých šesť molekúl CO_2 vznikne šesť molekúl O_2 , je také množstvo kyslíku vznikajúceho pri fotosyntéze obrovské. Fotosyntéza je jediný dej na Zemi, pri ktorom sa kyslík uvoľňuje. Látky (H_2O a CO_2) neustále kolujú, tok energie je jednosmerný. Z celkovej slnečnej energie vyžarovanej Slnkom do vesmíru, zachytí planéta Zem jednu miliardinu (10^{-9}). Z nej sa 40% odrazí späť do vesmíru (albedo). Zbytok energie stačí k udržaniu

akéhokoľvek života, k ohrievaniu atmosféry a zemského povrchu. Zo svetla dopadajúceho na rastliny sú len 3% využité na tvorbu asimilátov.

Podstatou fotosyntézy je:

- Rastliny prijímajú z pôdy vodu (H_2O) a zo vzduchu oxid uhličitý (CO_2).
- Pôsobením svetla dochádza v listoch k reakcii, pri ktorej vzniká kyslík a glukóza $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
- Kyslík O_2 , uvoľňovaný do vzduchu, dýchajú živočíchy a vydychujú oxid uhličitý CO_2 .
- Energeticky bohatá glukóza (cukor) sa následne premieňa na látky potrebné na rast rastliny.

Aj keď sa jedná o zložitý a nie úplne objasnený biochemický dej, môžeme ho zjednodušene popísať chemickou rovnicou:



Biofyzika a biochémia fotosyntézy

Z hľadiska fyziky je fotosyntéza dej, pri ktorom si rastliny vymieňajú látky a energiu so svojím okolím. V listoch rastlín sa časť energie slnečného žiarenia (len asi 1 - 2 %) mení na chemickú energiu, ktorá sa ukladá do molekúl glukózy (cukru). Bunky listov obsahujú zelené farbivo chlorofyl, schopné dopadajúce svetlo absorbovať. Môžeme ju charakterizovať ako súbor fotofyzikálnych, fotochemických a biochemických procesov, pomocou ktorých rastlina vytvára za účasti energie žiarenia z anorganických látok (CO_2 a H_2O) organické látky.

Každý absorbovaný fotón aktivuje len jednu molekulu chlorofylu. Teda absorpciou je všetká energia kvanta prenesená na jedinú molekulu, ktorá takto prechádza do kvantovaných, energeticky bohatších stavov. V prípade chlorofylu sa molekula absorpciou žiarenia z červenej oblasti spektra dostane do prvého excitovaného stavu (prvého singletu), zatiaľ čo absorpciou kvanta energie z modrej oblasti až do druhého excitovaného stavu (druhého singletu). Z tohoto druhého singletu však veľmi rýchlo prechádza do prvého, energeticky menej bohatšieho singletu. Excitovaná molekula sa potom môže vrátiť do svojho základného stavu vydaním energie vo forme tepla, fluorescenciou, prenosom energie na susednú molekulu alebo uvoľnením excitovaného elektrónu. Konečnými produktami reakcií katalyzovaných osvetlenými tylakoidmi sú O_2 , $\text{NADPH} + \text{H}^+$ a ATP .

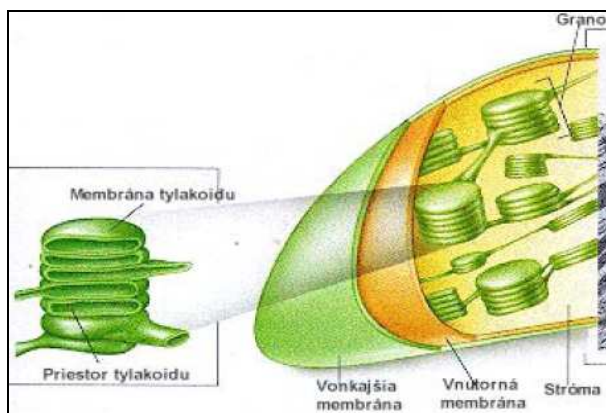
Ak molekula pigmentu absorbuje určité kvantum svetelnej energie, molekula pigmentu sa dostáva do tzv. vzbudeného excitovaného stavu. Kvantum energie, ktorá sa absorbuje jedným pigmentom, sa buď reťazovite prenáša na ďalšie molekuly pigmentov, buď sa energia stráca vo forme tepla, alebo sa vracia do pôvodného stavu (fluorescencia). Excitovaná molekula chlorofylu má veľmi krátku životnosť ($10^{-12} - 10^{-9}$ s). Vypudený elektrón (excitón) sa snaží znovu vrátiť do pôvodného stavu a na ceste alebo odovzdáva energiu, alebo sa zachytáva na akceptory ako plastochinón, feredoxín. Akceptor prenáša elektrón na NADP, ktorý sa redukuje na $\text{NADPH} + \text{H}^+$. Prostredníctvom karotenoidov sa dopĺňajú elektróny na úkor oxidácie vody, pri ktorej OH^- ión odoberá elektrón. Energia elektrónu sa viaže obyčajne na ATP za účasti anorganického fosforu.

V rastlinách prebiehajú procesy fotosyntézy v dvoch fázach:

Svetelná fáza (fotochemická), ktorá priamo závisí od energie žiarenia. Prebiehajú v nej primárne fotosyntetické procesy spojené s príjmom (absorpciou) a premenou svetelnej energie na energiu chemickej väzby. Tieto procesy sa uskutočňujú v chloroplastoch (obr.5.1) na membránach tylakoidov a rozdelujeme ich na 3 stupne:

- zachytávanie fotónov molekulami pigmentov a ich excitácia
- fotochemická premena energie – prenos elektrónu z primárneho donora na primárny akceptor a sekundárne transporty elektrónov
- syntéza ATP (adenozíntrifosfát) na úkor energie uvoľnenej pri prenose elektrónov

Zahŕňa oxidoredukčnú reakciu, v ktorej nastáva fotolýza vody (oxidácia radikálov OH^-) vedúca k tvorbe peroxidu vodíka, rozpadajúceho sa na vodu a kyslík a v nich sa ďalej kinetická energia svetelných fotónov premieňa na chemickú energiu akumulovanú v ATP a NADPH (asimilačné faktory).



Obr.1 Chloroplast

Tmavá fáza (biochemická – enzýmová), ktorá už priamo nezávisí od energie žiarenia. Prebiehajú v nej sekundárne fotosyntetické procesy spojené s fixáciou uhlíka a premenou anorganického uhlíka (CO_2) na organický (sacharidy). Je to cyklický proces prebiehajúci v stróme chloroplastov.

Zahrňa reakcie, v ktorých na úkor chemickej energie produktov svetelného štádia (NADPH, ATP) sa syntetizujú rozličné organické látky, ako sú sacharidy, organické kyseliny, tuky, bielkoviny ap., pričom intenzita ich biosyntézy v chloroplastoch závisí od intenzity prísunu ATP a NADPH, t.j. od intenzity svetelných reakcií.

Činitele ovplyvňujúce intenzitu fotosyntézy

Svetlo

Svetlo je primárnym zdrojom energie pre fotosyntézu. Dôležitá je jeho kvalita, intenzita a čas pôsobenia. Orgánom fotosyntézy u rastlín je list, absorbuje až 2–3% svetla, zvyšok prepúšťa alebo odráža. Maximum absorpcie svetla pripadá na vlnové dĺžky okolo 640–700 nm, čo je červené svetlo. Listy dobre absorbujú ešte modré svetlo vlnových dĺžok 430–460 nm, čo zodpovedá absorpcii chlorofylu, ako hlavného fotosyntetického farbiva. Ostatné vlnové dĺžky môžu rastliny absorbovať vďaka rôznym prídavným farbivám. Ich zastúpenie v listoch je však menšie a aj efektívnosť využitia takto absorbovaného svetla vo fotosyntéze je nižšia.

Oxid uhličitý

Koncentrácia oxidu uhličitého (CO_2) v ovzduší je 0,03%. Vyššia koncentrácia CO_2 znamená aj väčšiu efektívnosť fotosyntézy, ale zrýchlenie fotosyntézy je často len dočasné a to kvôli iným faktorom, ktoré na ňu vplývajú (napr. dostupnosť minerálnych látok, hlavne dusíka).

Voda

Voda (H_2O) je dôležitá pre život samotného fotosyntetizujúceho organizmu, ale aj ako dôležitý donor elektrónov v priebehu fotosyntetickej reakcie. Z vody pochádza aj kyslík, ktorý sa pri fotosyntéze uvoľňuje. Ak je nedostatok vody, neprebíha fotolýza vody, rastlina zatvára prieduchy a tak obmedzí prísun CO_2 . Neprebíhajú deje fotosyntézy, zníži sa množstvo ATP rastlina vädnie a neskôr môže uhynúť.

Teplota

Fotosyntéza sa uskutočňuje v rozmedzí teplôt, ktoré znášajú bielkoviny a pri ktorých nemrzne voda (0°C až 40°C). Pri vyšších alebo nižších teplotách fotosyntéza neprebíha.

Úloha:

Sledujte proces fotosyntézy v priebehu 12. hodín.

Pomôcky:

počítač so systémom COACH 6, merací panel Coach LAB II, CO_2 plynový senzor 066i, 0..5000 ppm, kyslíkový senzor 0265i, 0 .. 100%, kvet – fialka, igelitové vrecúško, nožnice, špagátik

Postup:

1. Otvorte aktivitu „Fotosyntéza“.

2. Kvet spolu so senzorami vložte do igelitového vrecúška.
3. Igelitové vrecúško zviažte natesno špagátikom podľa obr.2 a obr. 3
4. CO₂ plynový senzor spojte so vstupom 2 interfejsu a kyslíkový senzor so vstupom 3 interfejsu.
5. Meranie spustíte zeleným tlačidlom ŠTART. Zaznamenávajúce proces fotosyntézy 12 hodín.



Obr. 2



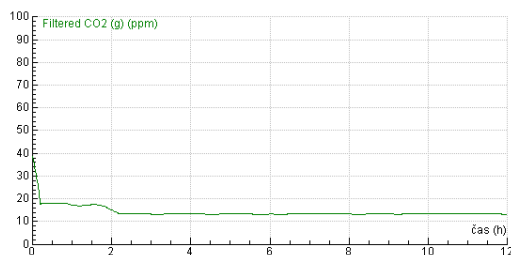
Obr. 3

Spracovanie výsledkov:

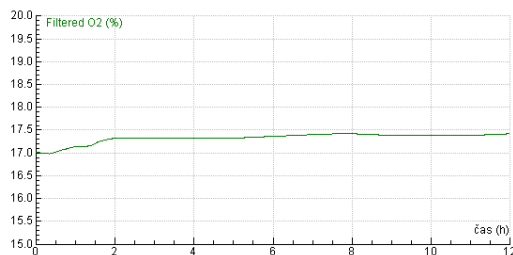
1. Opíšte proces fotosyntézy na základe získaných výsledkov. Ako sa menilo množstvo CO₂ a ako O₂ ?

Získané výsledky:

1. Na obr. 4 je zaznamenaná zmena CO₂ v priebehu fotosyntézy.
Na obr. 5 je zaznamenaná zmena O₂ v priebehu fotosyntézy.



Obr. 4



Obr. 5

Namerané výsledky ukazujú, že fotosyntéza prebehla.

Na začiatku merania: CO₂ – 38 ppm; O₂ – 17,01%.

Na konci merania: CO₂ – 13 ppm; O₂ – 17,42%.

Fotosyntéza je zložitý proces, pri ktorom rastliny prijímajú z pôdy vodu (H₂O) a zo vzduchu oxid uhličitý (CO₂). Pôsobením svetla dochádza v listoch k reakcii, pri ktorej vzniká kyslík a glukóza, potrebná na rast rastliny.

Keďže cez noc je tma a rastliny nie sú vystavené svetlu, ktoré je potrebné pre proces fotosyntézy, fotosyntéza cez noc neprebíha a rastliny dýchajú podobne ako človek t.j. vdychujú O₂ a vydychujú CO₂.

Záver:

Fotosyntéza patrí k najdôležitejším procesom na Zemi. Vytvárajú sa ňou organické látky, ktoré spotrebúvajú pri svojej výžive heterotrofné organizmy.