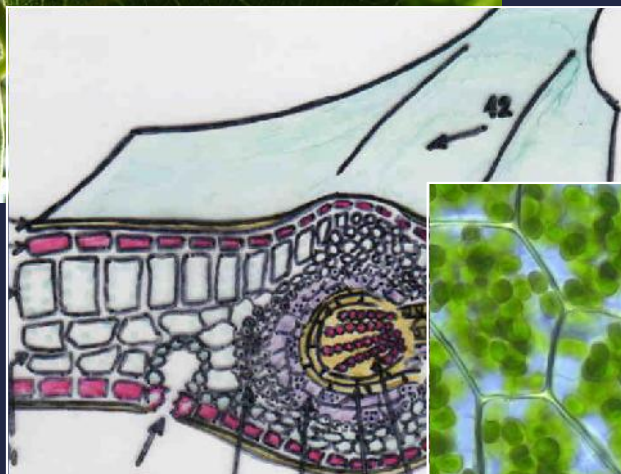


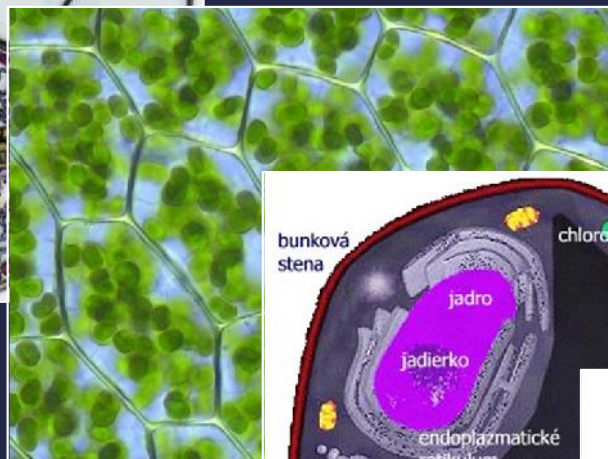
Fotosyntéza a metódy merania jej efektivity



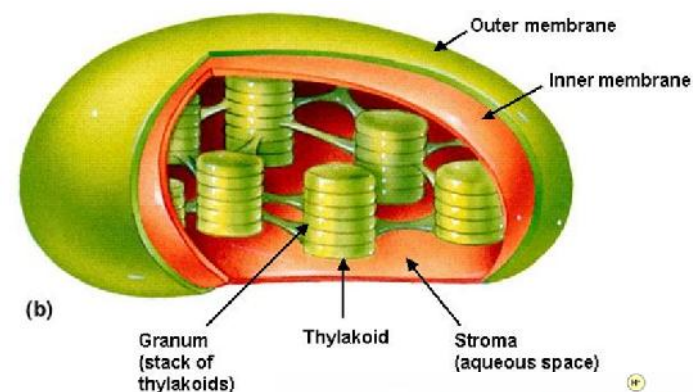
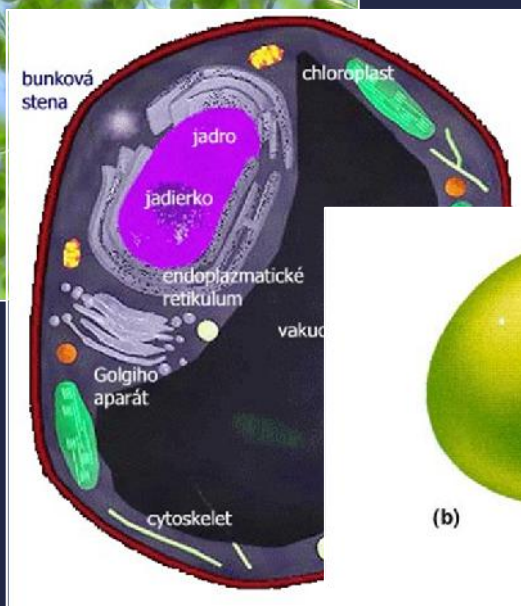
Primárna (svetelná, tj. využitie svetla) aj sekundárna fáza fotosyntézy (temnostná, spracovanie CO_2) prebieha v **mezofyle** listov tvorenom parenchymatickými bunkami s početnými **chloroplastami** (organely), ktoré obsahujú zelené farbivo **chlorofyl**.



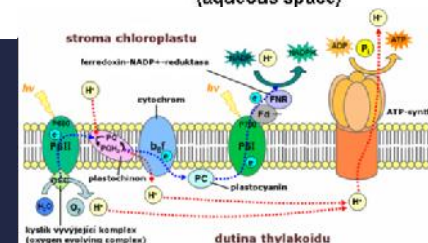
Mezofyl



Rastlinné bunky obsahujúce **chloroplasty**



Stróma a stesnané graná (zhluky tylakoidov) tylakoidov umiestnené v stróme chloroplastu + ich membrána



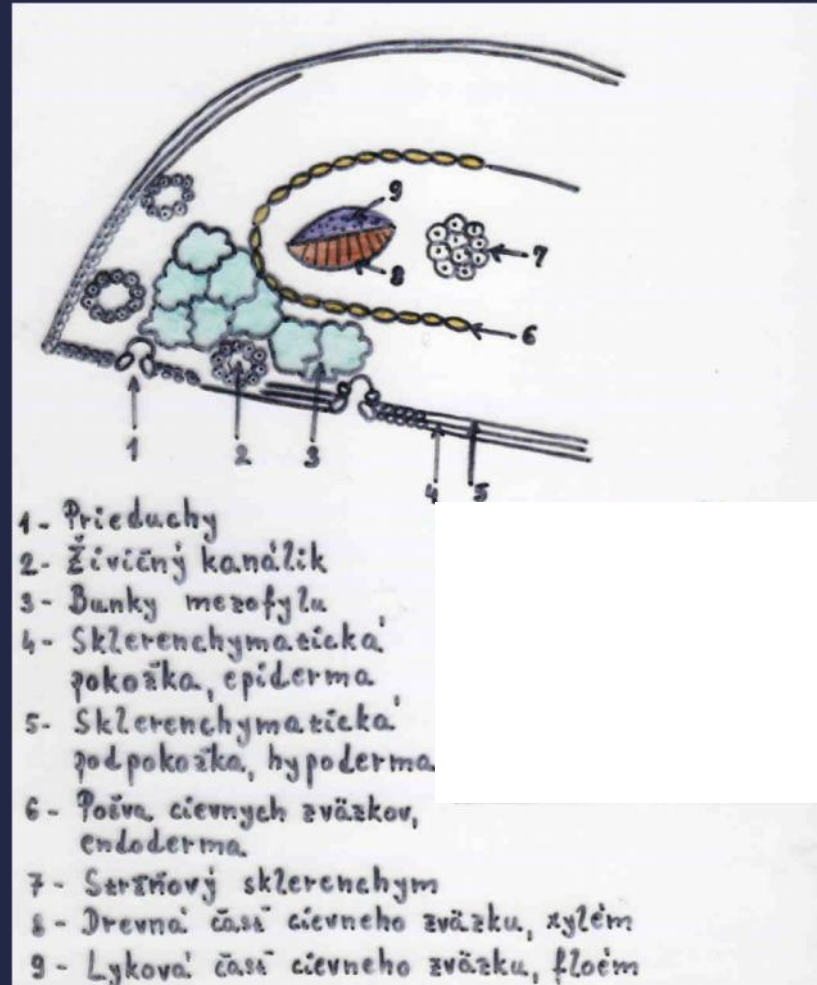


- Podmienky fotosyntézy: chloroplast, svetlo, H_2O , CO_2
- Svetelná fáza – premena svetelnej energie na energiu chemickej väzby: vznik **ATP** (adenozíntrifosfát z ADP v procese fotosyntetickej fotofosforylácie), vznik **NADPH₂** z NADP, vznik **O₂** z rozkladu vody (fotolýza), **H₂O**.
 - Membrány grán tylakoidov
- Tmavá fáza závislá od produktov predošlej fázy – fixácia uhlíka a premena anorganického uhlíka (CO_2) na organický (sacharidy): Calvinov-Bensonov cyklus pre väčšinu u nás rastúcich tzv. C3-rastlín.
 - Stróma chloroplastov

Štruktúra čepelnatého listu



Priečny prierez ihlice

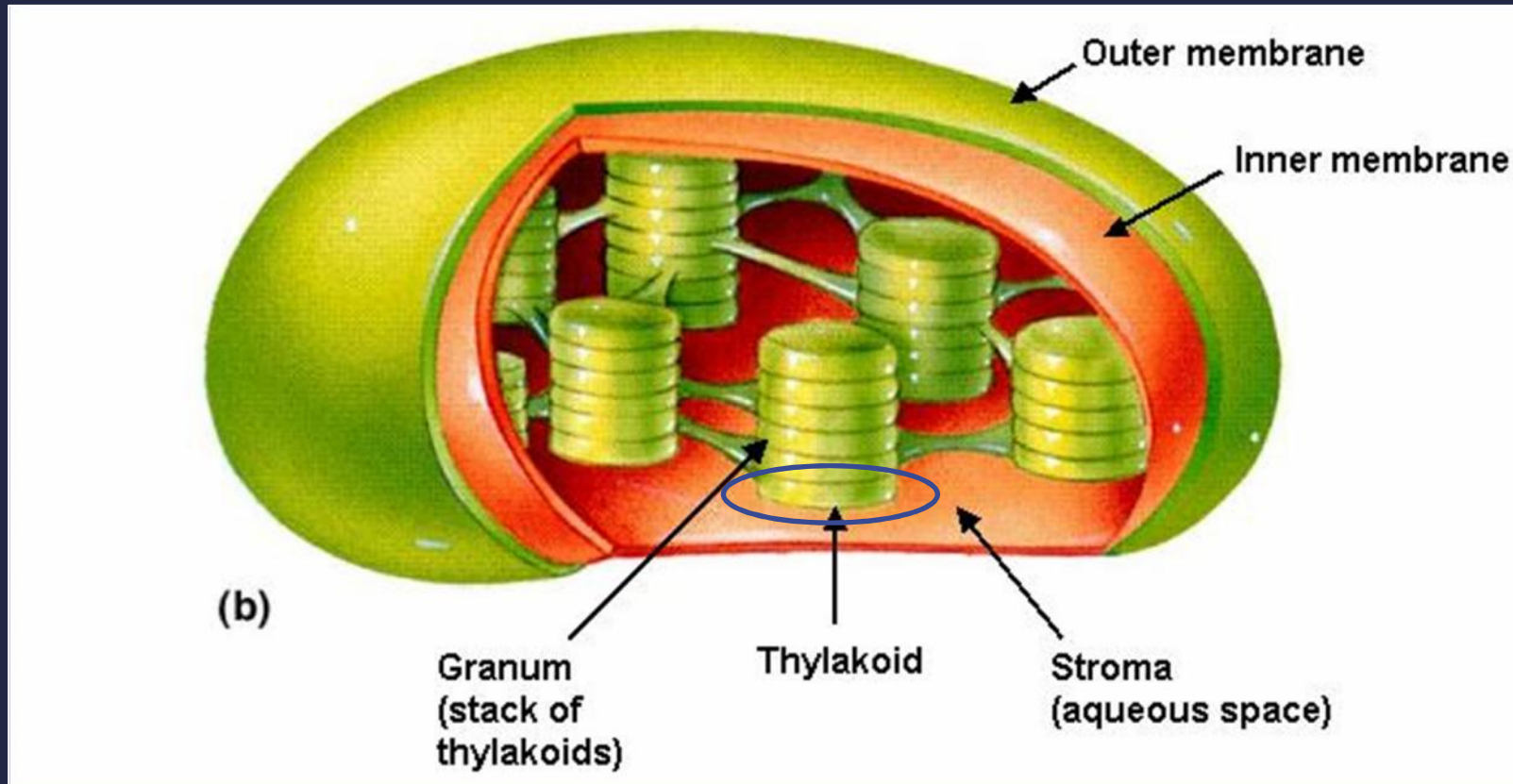


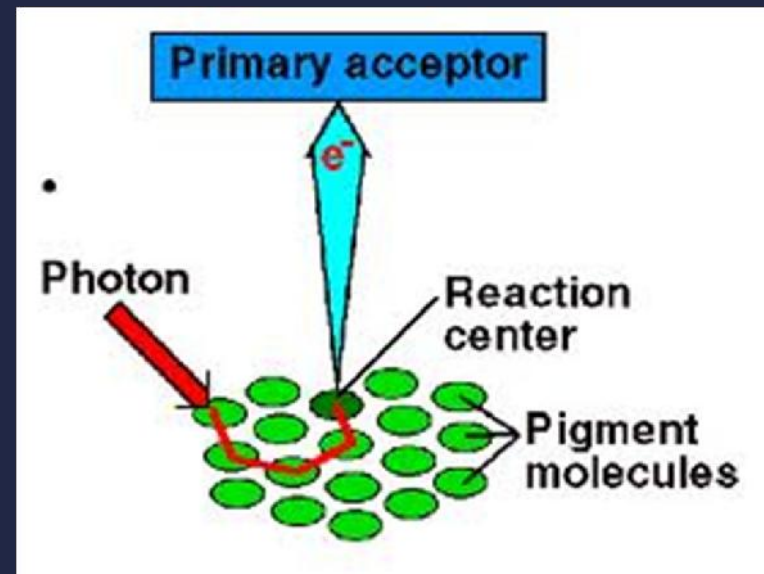
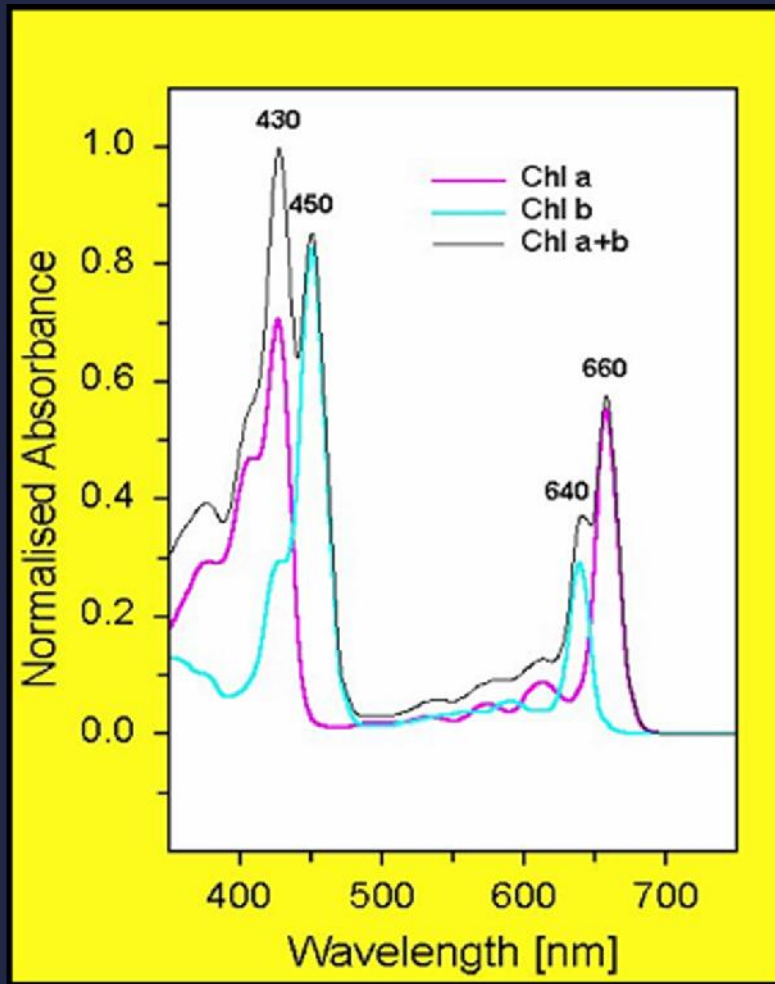
Primárna (svetelná) fáza prebieha v membráne tylakoidov:

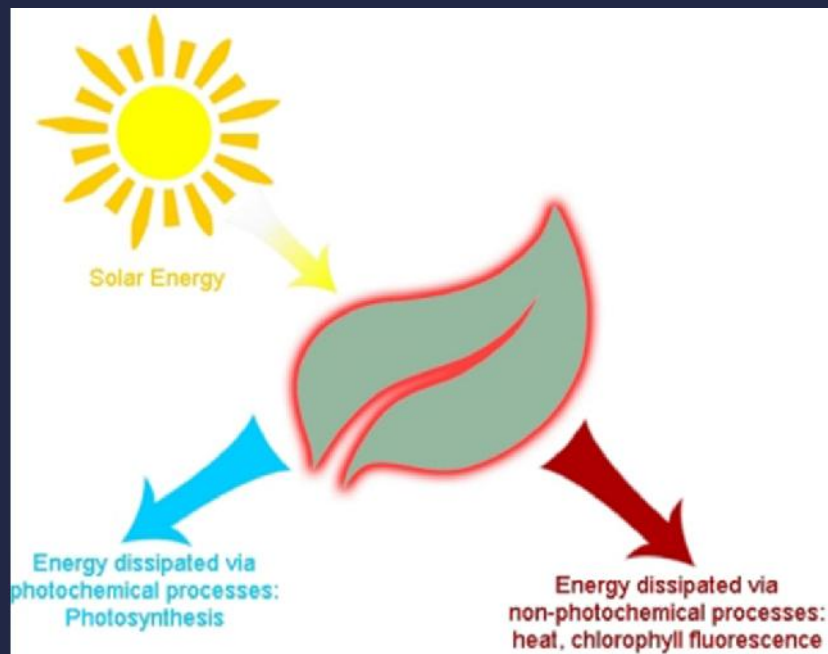
- cyklická fotofosforilácia: vznik ATP (k pigmentu sa vracia pôvodný elektrón)
- necyklická fotofosforilácia: vznik ATP a $\text{NADPH}_2 + \text{O}_2$ a voda (iný elektrón)

<http://www.johnkyrk.com/photosynthesis.html>

Sekundárna (tmavá) fáza prebieha v stróme chloroplastov

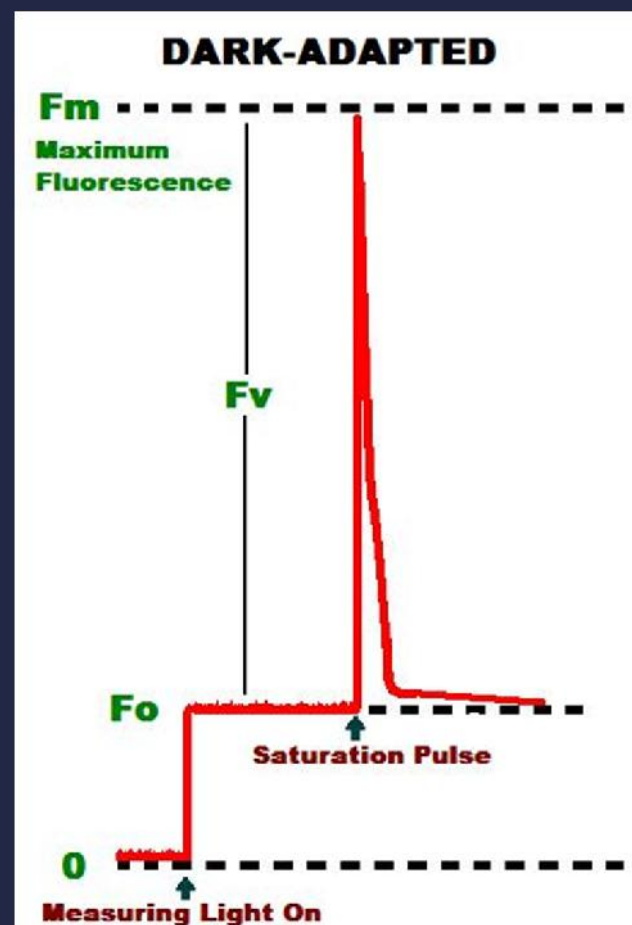
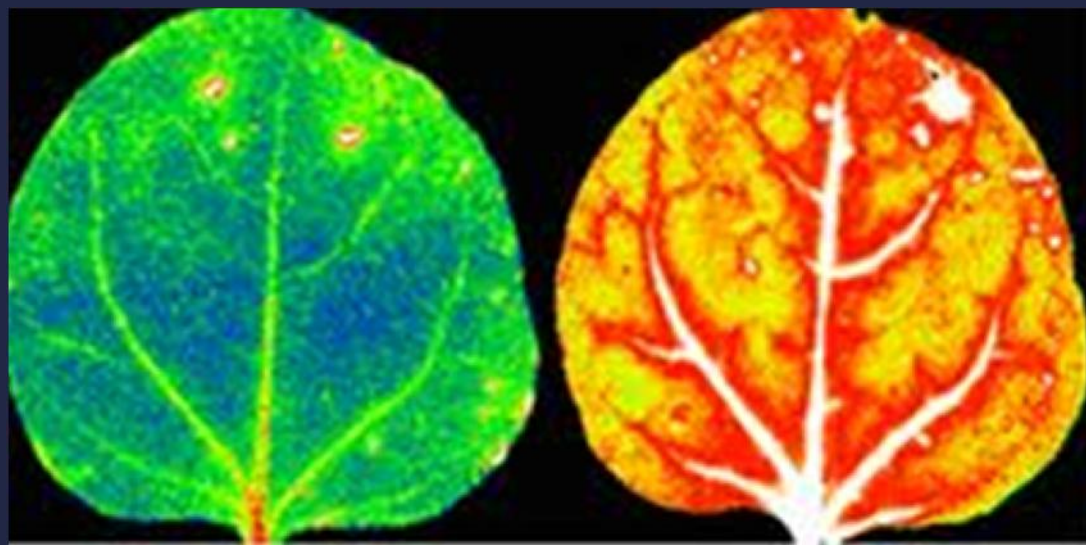






Fluorescencia chlorofylu – metóda na posúdenie funkčnosti primárnych fotosyntetických procesov

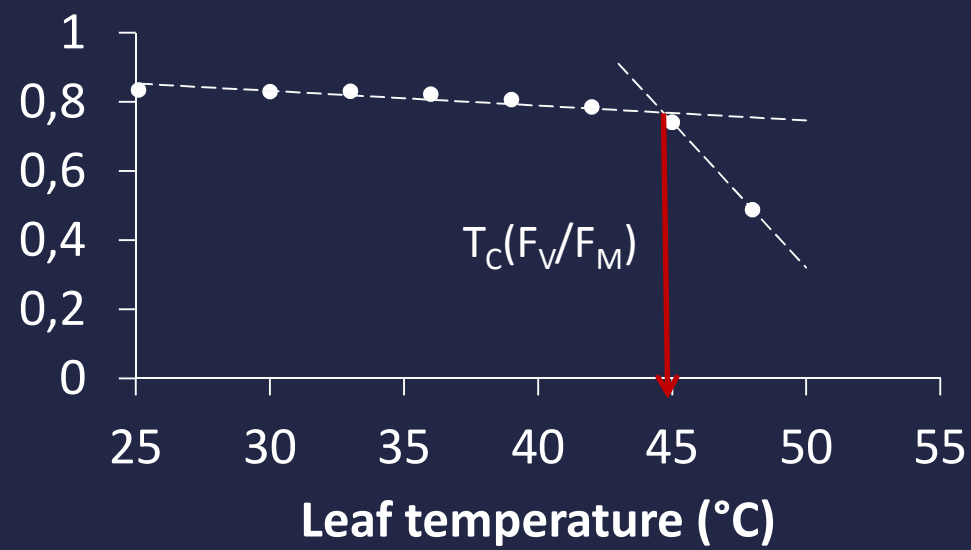
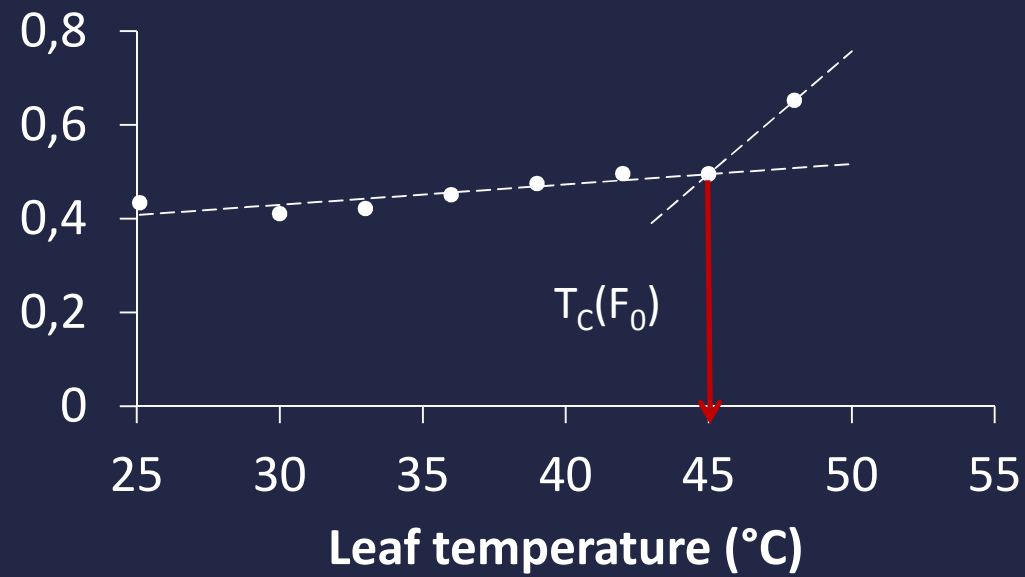
Je to neefektívne vyžiarenie absorbovaného svetla späť do prostredia (o zmenenej vlnovej dĺžke)



Vodný kúpeľ pre reguláciu teploty



- Pri akej teplote došlo k výraznej zmene v efektivite spracovania svetla (pokles pomeru F_v/F_m)?
- Ktorá fáza fotosyntézy je podľa vás citlivejšia na pôsobenie vysokej teploty resp. sucha?



Typy pre zdroj základných informácií

<http://www.fotosynteza.host.sk/>

<http://www.biopedia.sk/?cat=rastliny&file=vyziva>

<http://sk.wikipedia.org/wiki/Fotosynt%C3%A9za>

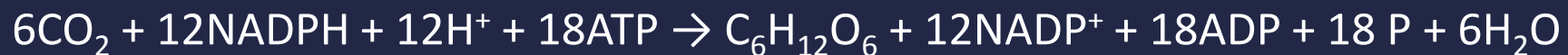
Len ako najzákladnejší základ, aby bolo možné vôbec začať so štúdiom!

Sekundárna (tmavá) fáza fotosyntézy

Fixácia CO₂ prebieha v tzv. Calvinovom-Bensonovom cykle. Sú známe 3 cesty karboxylácie: C3, C4, CAM cesta

A. Väčšina u nás rastúcich rastlín sú tzv. C3-rastliny:

1. Naviazanie CO₂ na akceptor (substrát) – **RuBP** za prítomnosti katalyzátora **Rubisco**
2. Rozpad produktu na 2 molekuly **PGA** (každá molekula obsahuje 3 atómy uhlíka – preto C3 rastliny).
3. Kaskáda reakcií, pri ktorých z PGA vzniká **GAP** (vznik vyžaduje NADPH₂ a ATP)
4. GAP sa použije na tvorbu potrebných látok, napr. cukrov, mastných kyselín, aminokyselín atď. Najčastejšie sa ale vytvára **glukóza**, resp. glukóza premenená na **škrob**, ktorý je rastlina schopná premiestňovať



RuBP = ribulóza-1,5-bisfosfát; Rubisco = ribulóza-1,5-bisfosfát-karboxyláza-oxygennáza; PGA = 3-fosfoglycerát; GAP = glyceraldehyd-3-fosfát

- <http://www.johnkyrk.com/photosynthesisdark.html>
- http://www.mojechemie.cz/Biochemie:Metabolismus_Sacharid%C5%AF#Prim.C3.A1rn.C3.AD_28sv.C4.9Bteln.C3.A1.29_f.C3.A1ze
- Fotorespirácia C3 rastlín
- Uvoľňovanie CO₂ na svetle u C3 rastlín
- Príčinou je naviazanie kyslíka na ribulózu-1,5-bisfosfát
- Meraná hodnota spotreby CO₂ u C3 rastlín = CO₂ spotrebované pri karboxylácii mínus CO₂ vyprodukované v procese fotorespirácie, preto ak:

karboxylácia - spotreba CO ₂	10
fotorespirácia - produkcia CO ₂	2
čistá fotosyntéza (čistý úbytok CO ₂)	8

B. C4 cesta (Hatch-Slackov cyklus)

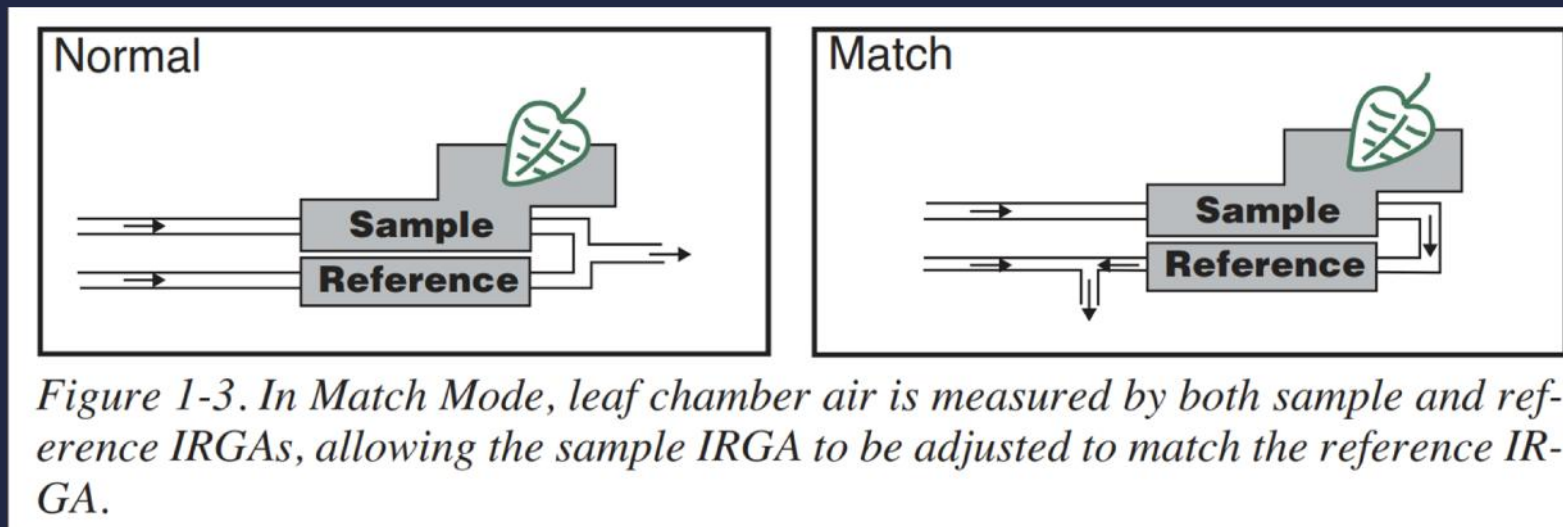
- prvým produktom fixácie nie je PGA s tromi atómami uhlíka, ale **OAA** so štyrmi atómami uhlíka – preto C4
- Z OAA vzniknutý **malát** resp. **asparát** nie je ďalej spracovávaný v mezofyle, ale je transportovaný do chloroplastov v bunkách pošiev cievnych zväzkov. Tu sa štiepia a uvoľnené CO_2 je zachytávané a vstupuje do Calvinovho cyklu.
- Výhody:
- C4 rastliny dokážu viazať CO_2 aj pri veľmi nízkej koncentrácii,
- CO_2 uvoľnený pri fotorespirácii je opäť zachytený a spracovaný, tj. fungujú hospodárnejšie.

C. CAM cesta

- Je modifikácia C4 cesty pre rastliny rastúce v podmienkach extrémneho sucha
- Len tu sa viaže CO_2 v noci, cez deň sa prieduchy zatvárajú, malát je hromadený vo vakuole
- Cez deň prebieha Calvinov cyklus

OAA = kyselina oxaloctová; malát = kyselina jablčná; asparát = kys. asparágová

Gazometrický systém – meranie výmeny plynov

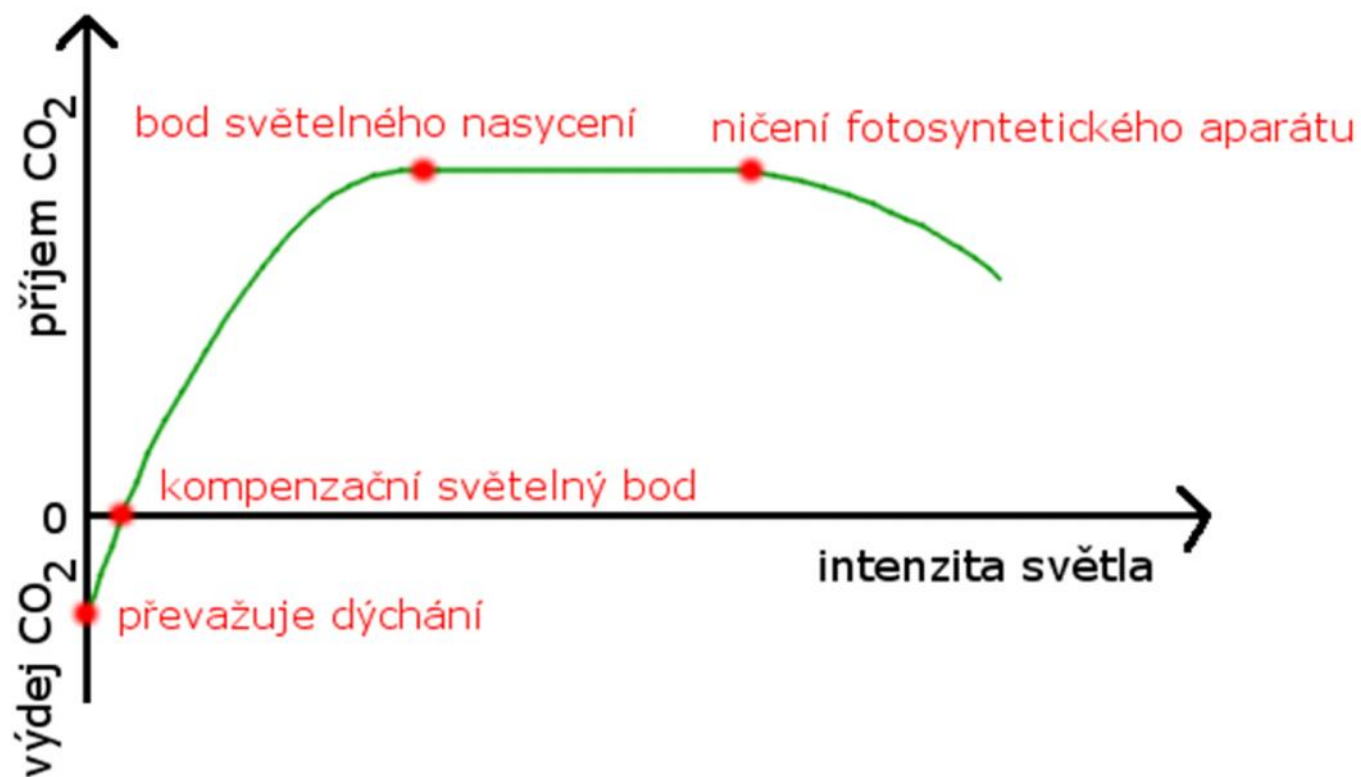


Meranie prebieha na princípe porovnania zmien koncentrácií medzi „sample“ a „reference“ komôrkou (IRGA snímače), tj. meria sa rozdiel koncentrácií v prostredí ovplyvnenom a neovplyvnenom asimilačným orgánom (vzorkou)

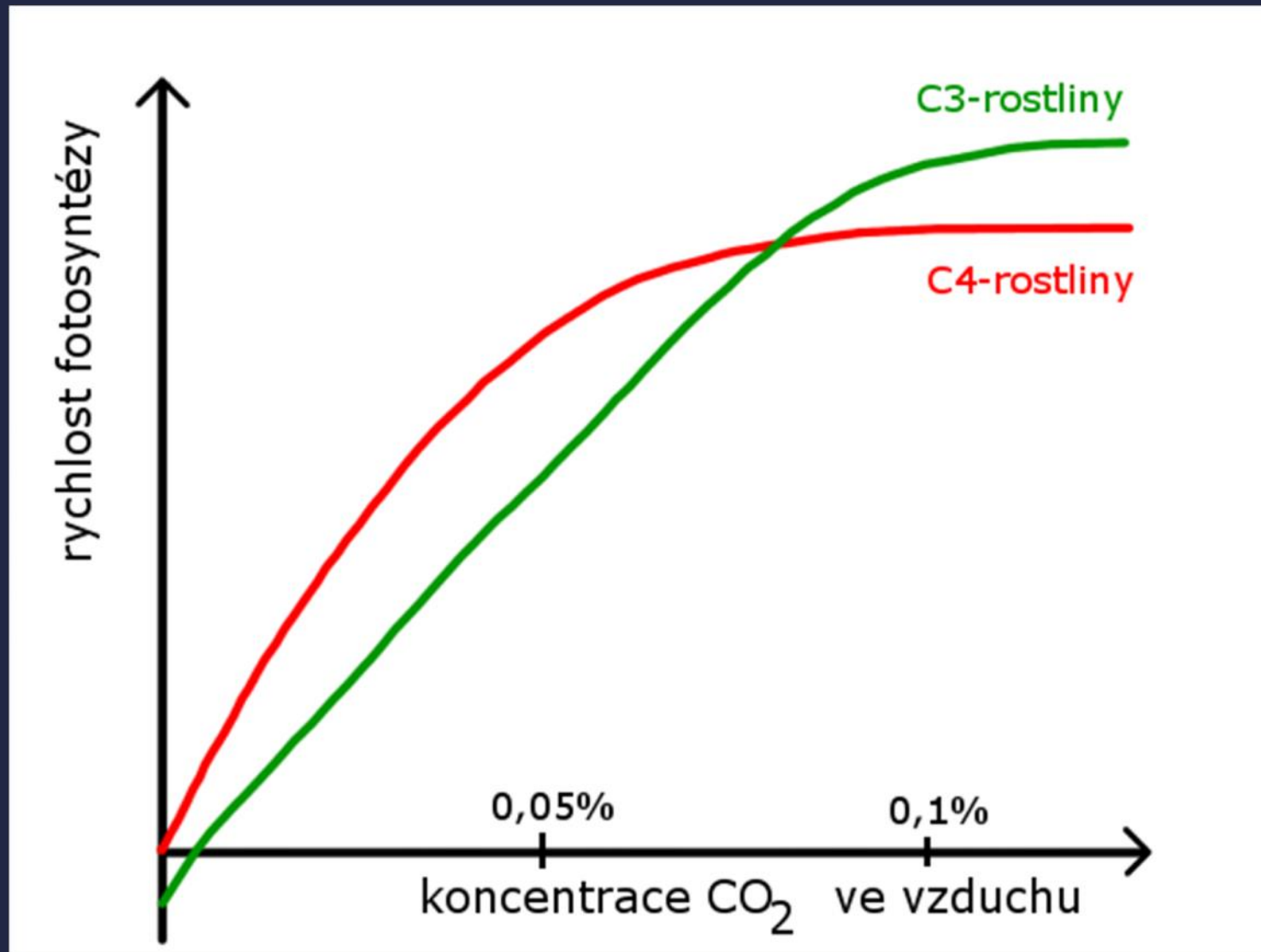
Sféry s manipulovanou koncentráciou CO₂



Svetelná krivka fotosyntézy



CO₂ krivka fotosyntézy



Zadanie

- A1. vytvoriť **svetelnú krivku** (závislosť rýchlosti asimilácie na intenzite svetla) pre **smrek**
- A2. vytvoriť **CO₂ krivku** (závislosť rýchlosti asimilácie **Photo** na intercelulárnej koncentrácii CO₂ (vo vnútri bunky - **Ci**) pre **smrek**
- B1. vytvoriť **CO₂** (závislosť rýchlosti asimilácie **Photo** na intercelulárnej koncentrácii CO₂ (vo vnútri bunky - **Ci**) pre **brezu**
- B2. vytvoriť **svetelnú krivku** (závislosť rýchlosti asimilácie na intenzite svetla) pre **brezu**
- Otázka:
- Aké je saturačné ožiarenie pre smrek resp. brezu?
- Aké je kompenzačné ožiarenie (spotreba CO₂ = fotorespirácii)?
- Aká je intenzita fotosyntézy pre smrek resp. brezu pri prirodzenej koncentrácii CO₂ (380 ppm) a zhruba dvojnásobnej koncentrácii (700 ppm)?
- **POKUS 2 - VŠETCI (ak sa stíha):**
- vytvoriť závislosť Photo na conduct (fotosyntézy na vodivosti prieduchov) pri koncentrácii CO₂ 385 ppm a FAR 1200 μmol/m²/s .