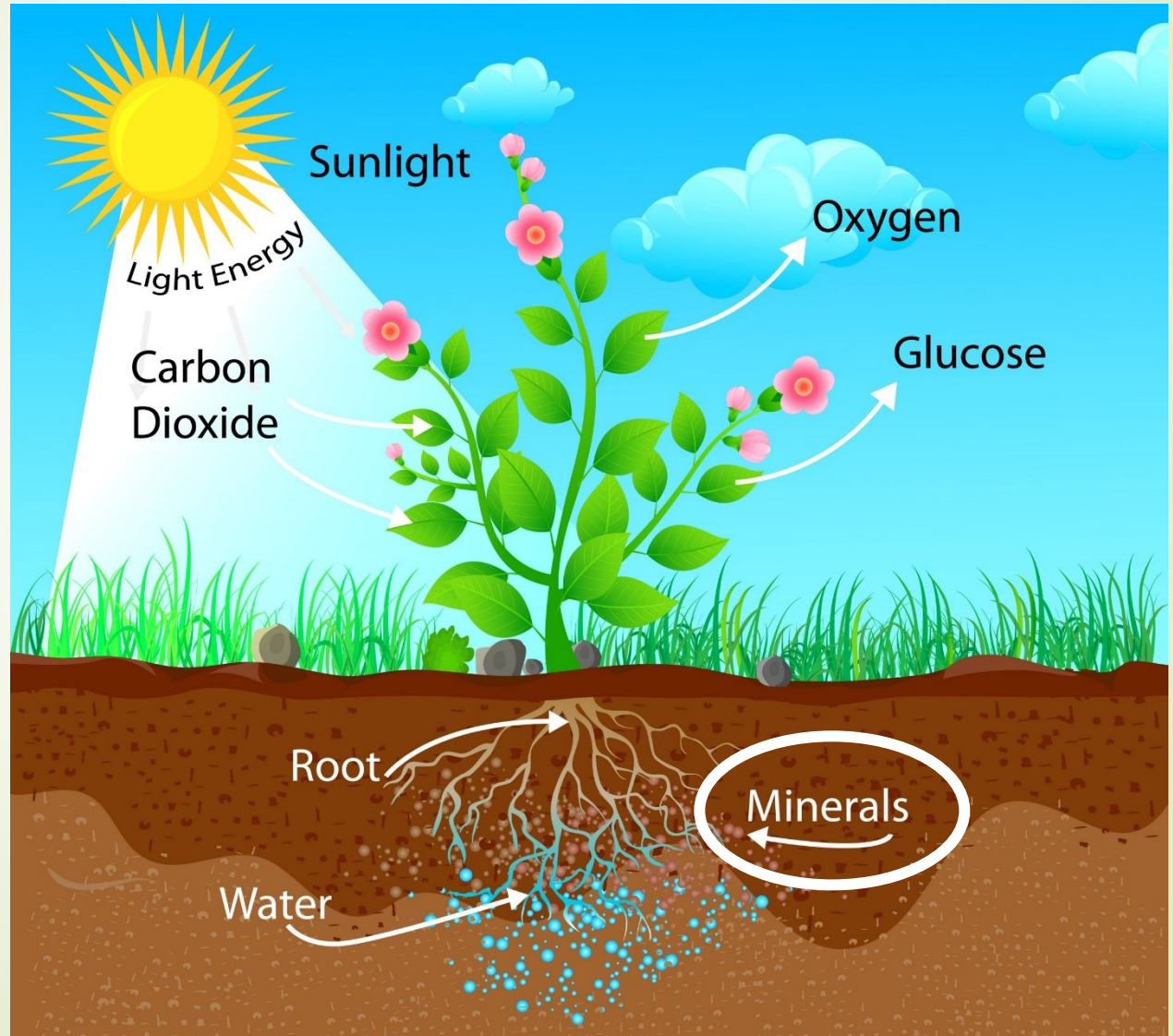




Fotosyntéza

Co je fotosyntéza?



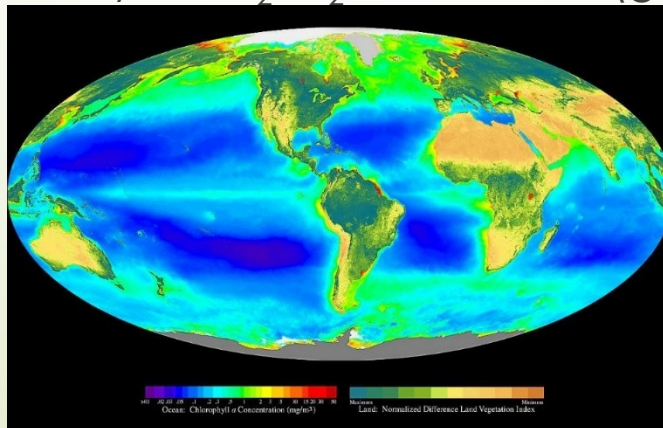
Význam fotosyntézy

➤ Rostlina

- Fixace energie a CO_2 , zásobní látky, meziprodukty
- Růst, tvorba biomasy
- Zelené části rostlin přes den – hlavní zdroj energie pro metabolismus

➤ Prostředí

- Základní zdroj C-látek
- Primární produkce (rostlin, porostů, ekosystémů, biosféry)
- Změny CO_2/O_2 v atmosféře (global. klima – historie/současn.)



Měření rychlosti fotosyntézy



➤ Gravimetrické metody

(přírůstek hmotnosti fotosynt. objektu, hromadění asimilátů)

➤ Voluntometrické metody

(změny tlaku a objemu – kapilára napojená na komoru s objektem)

➤ Gazometrické metody

(IRGA [CO_2 , H_2O] napojen na komoru s objektem)

➤ Oxymetrické metody

(O_2 Clarkova elektroda, popř. optoda, koncentrace O_2 v kapalném vzorku)

➤ Fluorometrické metody – primární procesy f.

(fluorometr, měření indukované fluorescence chlorofylu)

➤ Metody dálkového průzkumu – nepřímé metody

(UAV/satelitní snímkování - odhad aktuální aktivity a základě vegetačních indexů [obsah Chl, vlhkost,..])

Měření rychlosti fotosyntézy



- **Gravimetrické metody**
(přírůstek hmotnosti fotosynt. objektu, hromadění asimilátů)
- **Voluntometrické metody**
(změny tlaku a objemu – kapilára napojená na komoru s objektem)
- **Gazometrické metody**
(IRGA [CO_2 , H_2O] napojen na komoru s objektem)
- **Oxymetrické metody**
(O_2 Clarkova elektroda, popř. optoda, koncentrace O_2 v kapalném vzorku)
- **Fluorometrické metody – primární procesy f.**
(fluorometr, měření indukované fluorescence chlorofylu)
- **Metody dálkového průzkumu – nepřímé metody**
(letecké či satelitní snímkování - odhad aktuální aktivity na základě vegetačních indexů [obsah Chl, vlhkost,..])

Měření rychlosti fotosyntézy



- **Gravimetrické metody**
(přírůstek hmotnosti fotosynt. objektu, hromadění asimilátů)
- **Voluntometrické metody**
(změny tlaku a objemu – kapilára napojená na komoru s objektem)
- **Gazometrické metody**
(IRGA [CO_2 , H_2O] napojen na komoru s objektem)
- **Oxymetrické metody**
(O_2 Clarkova elektroda, popř. optoda, koncentrace O_2 v kapalném vzorku)
- **Fluorometrické metody – primární procesy f.**
(fluorometr, měření indukované fluorescence chlorofylu)
- **Metody dálkového průzkumu – nepřímé metody**
(letecké či satelitní snímkování - odhad aktuální aktivity na základě vegetačních indexů [obsah Chl, vlhkost,..])

Měření rychlosti fotosyntézy



- **Gravimetrické metody**
(přírůstek hmotnosti fotosynt. objektu, hromadění asimilátů)
- **Voluntometrické metody**
(změny tlaku a objemu – kapilára napojená na komoru s objektem)
- **Gazometrické metody**
(IRGA [CO₂, H₂O] napojen na komoru s objektem)
- **Oxymetrické metody**
(O₂ Clarkova elektroda, popř. optoda, koncentrace O₂ v kapalném vzorku)
- **Fluorometrické metody – primární procesy f.**
(fluorometr, měření indukované fluorescence chlorofylu)
- **Metody dálkového průzkumu – nepřímé metody**
(letecké či satelitní snímkování - odhad aktuální aktivity na základě vegetačních indexů [obsah Chl, vlhkost,..])

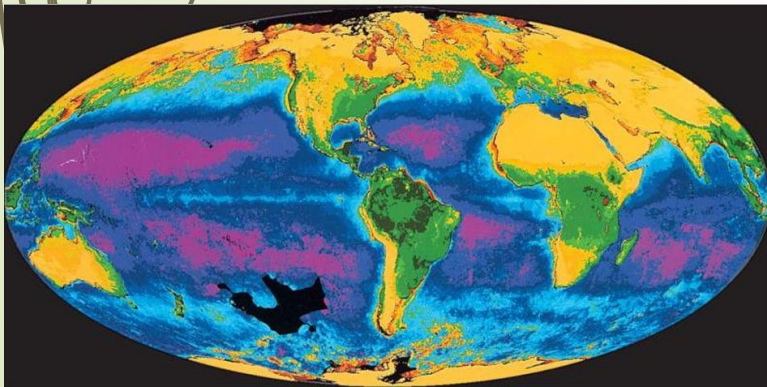
Měření rychlosti fotosyntézy

- **Gravimetrické metody**
(přírůstek hmotnosti fotosynt. objektu, hromadění asimilátů)
- **Voluntometrické metody**
(změny tlaku a objemu – kapilára napojená na komoru s objektem)
- **Gazometrické metody**
(IRGA [CO_2 , H_2O] napojen na komoru s objektem)
- **Oxymetrické metody**
(O_2 Clarkova elektroda, popř. optoda, koncentrace O_2 v kapalném vzorku)
- **Fluorimetrické metody** – primární procesy f.
(fluorometr, měření indukované fluorescence chlorofylu)
- **Metody dálkového průzkumu** – nepřímé metody
(letecké či satelitní snímkování - odhad aktuální aktivity na základě vegetačních indexů [obsah Chl, vlhkost,..])



Měření rychlosti fotosyntézy

- Gravimetrické metody
(přírůstek hmotnosti fotosynt. objektu, hromadění asimilátů)
- Voluntometrické metody
(změny tlaku a objemu – kapilára napojená na komoru s objektem)
- Gazometrické metody
(IRGA [CO_2 , H_2O] napojen na komoru s objektem)
- Oxymetrické metody
(O_2 Clarkova elektroda, popř. optoda, koncentrace O_2 v kapalném vzorku)



Fluorometrické metody – primární procesy f.
(fluorometr, měření indukované fluorescence chlorofylu)

Metody dálkového průzkumu – nepřímé metody
(letecké či satelitní snímkování - odhad aktuální aktivity na základě vegetačních indexů [obsah Chl, vlhkost,..])

Měření rychlosti fotosyntézy gazometricky

- Měříme pokles koncentrace CO_2 v okolí rostliny vyvolaný fotosyntetickou fixací molekul CO_2 .
- Hlavním analytickým přístrojem je IRGA

Měření celkové fotosyntetické bilance (orgán, rostlina porost)

- Čistá fotosyntéza

$$P_N = P_G - R \quad [\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}] \quad - \text{CO}_2 \text{ vždy uvádíme}$$

R - respirace

P_G - hrubá fotosyntéza

P_N - čistá fotosyntéza



Měření rychlosti fotosyntézy gazometricky

Faktory ovlivňující rychlost fotosyntézy:

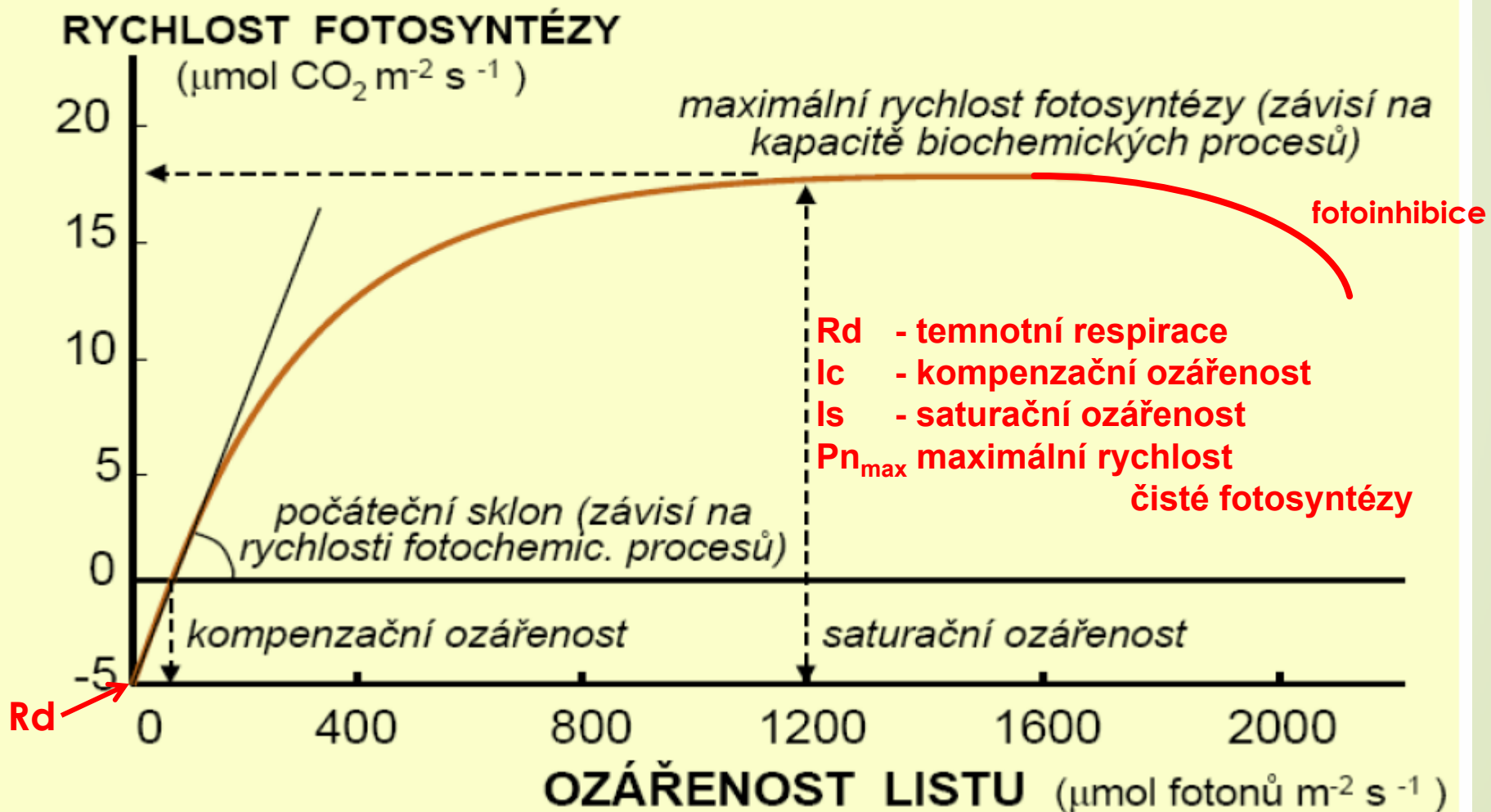
- Teplota
- Záření – intenzita, spektrální složení
- Koncentrace CO_2 , O_2
- Dostupnost vody
- Dostupnost minerálních živin – N, P, ...
- Stupeň ontogeneze (počet a velikost asimilačních orgánů)
- Fyziologický stav rostlin (např. působení stresu)
 - Adaptace (obsah chl vs. záření, fotoprotektivní mechanismy)

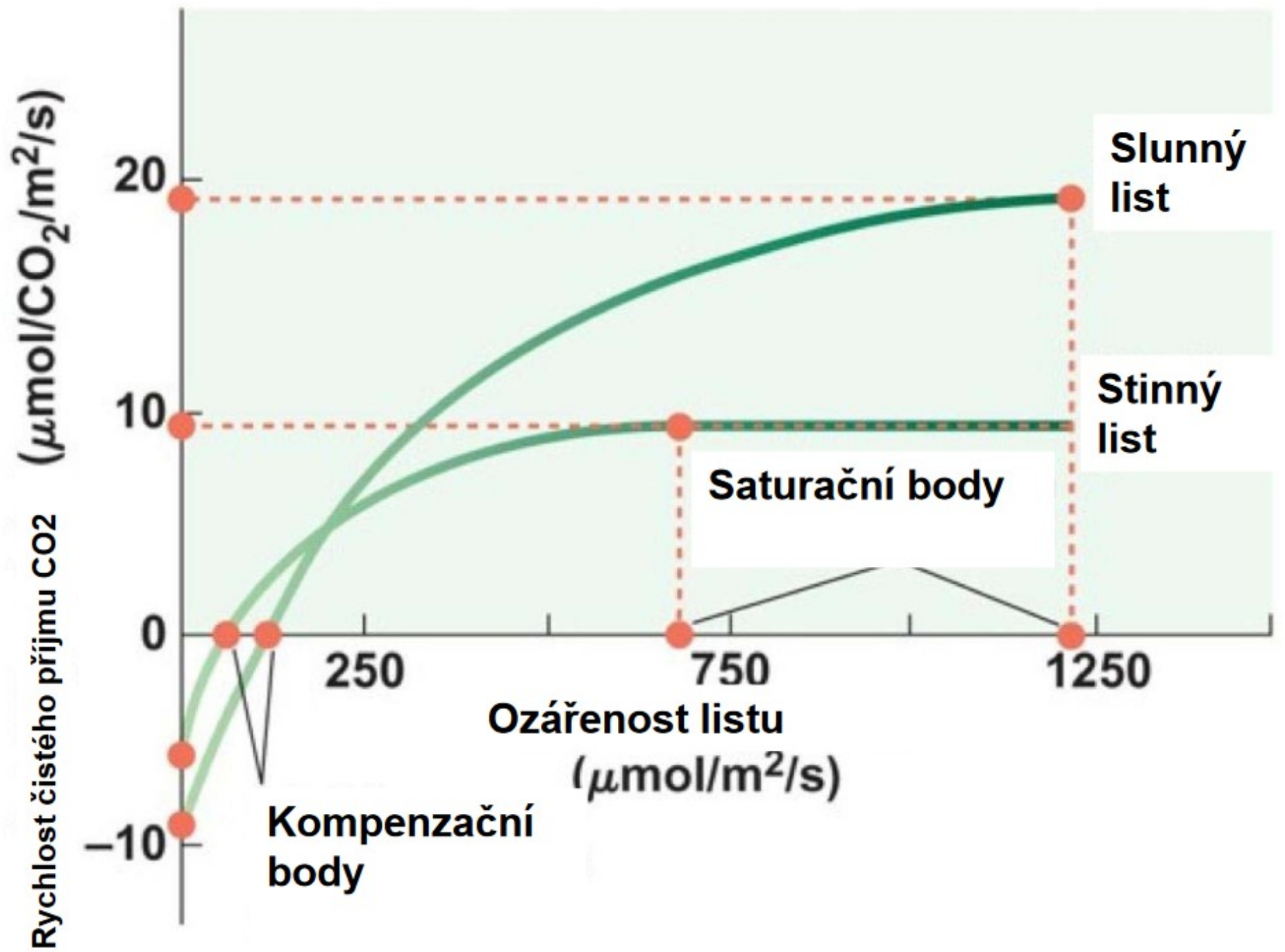
Světelná křivka fotosyntézy měřena gazometricky

- Měření P_N za různých intenzit ozáření (0 – 2 000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- Princip:
Zjištění aktuálního stavu fotosyntetického aparátu rostlin na základě stanovení závislosti mezi rychlostí čisté fotosyntézy a množstvím dostupného záření
 - >> světelná křivka fotosyntézy
Light response curve (LRC, LC), PI curve
- Parametry ($R_d, I_c, I_s, P_{N \max}$)
- Ozáření
– světelné záření dopadající na fotosynteticky aktivní části rostlin ($PAR, E, I, PPFD, \dots$)
 - W m^{-2}
 - $\mu\text{mol (photons) m}^{-2} \text{s}^{-1} = \mu\text{E (photons) m}^{-2} \text{s}^{-1}$

Světelná křivka fotosyntézy

Závislost rychlosti čisté fotosyntézy (= příjmu CO_2) na ozáření listu – „světelná křivka“ fotosyntézy







Praktické návody



Úloha:

Reakce fotosyntézy rostlin na světlo:
Měření světelné křivky fotosyntézy C_3 a
 C_4 rostlin

Rostlinný materiál:

C_3 : slunečnice roční (*Helianthus annuus*)

C_4 : kukuřice setá (*Zea mays*)



Úloha:

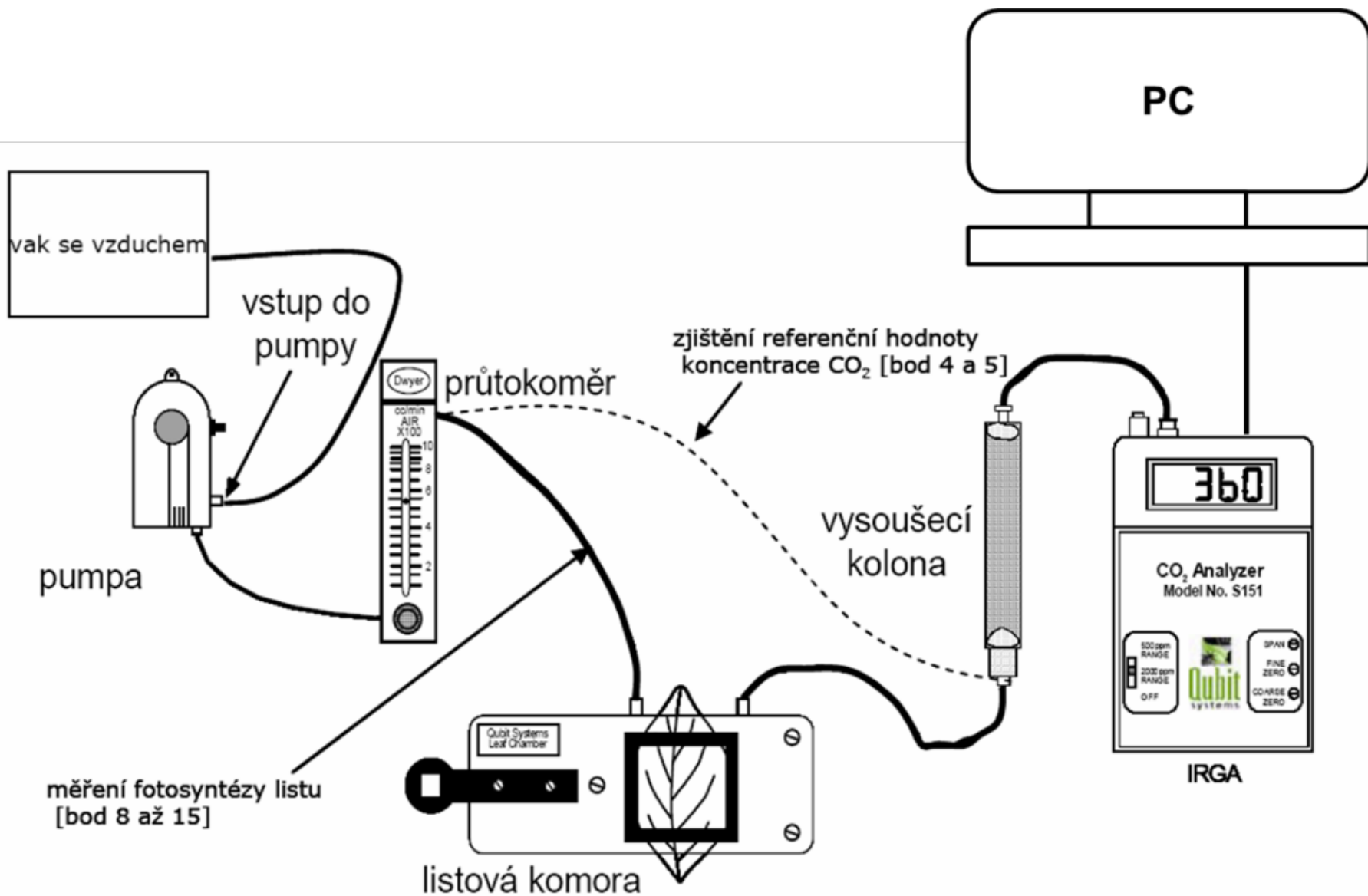
Reakce fotosyntézy rostlin na světlo: Měření světelné křivky fotosyntézy

Měřicí aparatura:

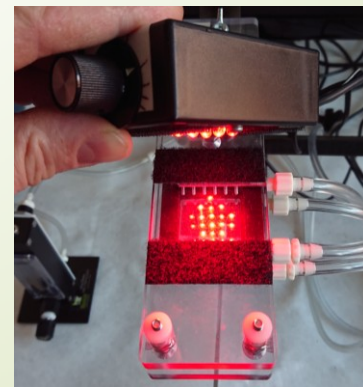
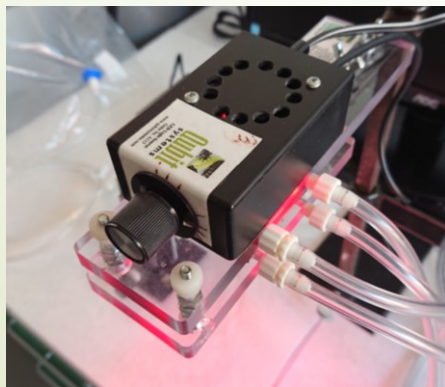
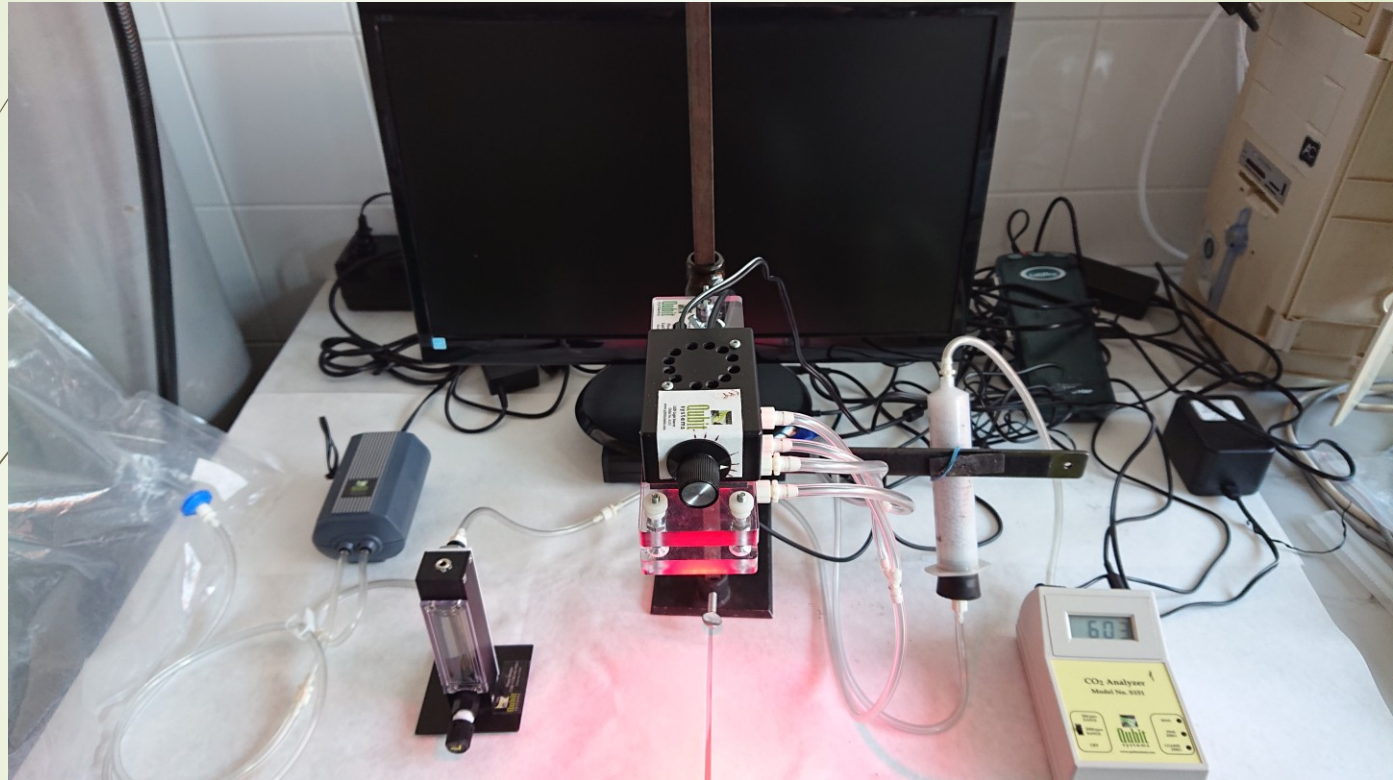
Stavebnicový systém na měření výměny plynů mezi rostlinami a prostředím (Qubit Systems, Kanada). Systém zahrnuje:

- IRGA analyzátor
- trubicový průtokoměr (rotametr)
- membránové čerpadlo
- kolona s vysoušedlem pro absorpci vodní páry
- plastový vak naplněný vzduchem (zdroj CO₂ o konstantní koncentraci)
- zdroj záření s plynulou regulací (světlo emitující diody - LED)
- uzavíratelná měřicí komora
- (mřížka pro stanovení velikosti listové plochy)

Měřicí gazometrická aparatura



Měřicí gazometrická aparatura



Měření světelné křivky fotosyntézy

1. Propojte součásti systému podle schématu a zapněte IRGA
2. Změřte referenční koncentraci CO₂
 - propojte výstup z průtokoměru přímo k vysoušecí koloně
 - seřídte průtokoměr na tok 0.3 l/min
 - počkejte na ustálení signálu z IRGA, odečtěte hodnotu koncentrace CO₂ (ppm)
3. Připojte listovou komoru do systému, umístěte do ní list a těsně uzavřete
4. Na listovou komoru připojte světelný zdroj
5. Zapněte světelný zdroj na maximální hodnotu (PAR = 1250 (μmol m⁻² s⁻¹)) a pozorujte změny koncentrace CO₂
6. Počkejte na ustálení signálu z IRGA, odečtěte hodnotu koncentrace CO₂ a запиšte do tabulky
7. Upravte intenzitu ozáření na nižší hodnoty dle záznamové tabulky a měření dle bodu 6 opakujte.
8. Nakonec zdroj vypněte a listovou komoru zastiňte pro měření (dle bodu 6) za tmy.
9. Změřte plochu listu v komoře.

Úloha:

Reakce fotosyntézy rostlin na světlo: Měření světelné křivky fotosyntézy

