

FYZIOLÓGIA

- študuje fyziologické pochody v rastlinnom tele – dýchanie
- príjem živín
- rast a vývin rastlín
- fotosyntéza
- rozmnožovanie rastlín
- vodný režim

Výživa rastlín

A, Autotrofné

1. Fotoautotrofné - organické látky vytvárajú fotosyntézu
 - prebieha v zelených častiach rastliny
 - asimilačné pletivo, ktoré je bohaté na chloroplasty
 - **listový mezofyl**: špongiový a palisádový parenchým
 - prebieha vo vyšších a nižších rastlinách (riasy)
2. Chemoautotrofné – baktérie

B, Heteroautotrofné – organické látky získavajú z hostiteľa

- hlavné znaky: nezelené rastliny, tenká stonka, haustória
- parazity
 - Zubovník šupinatý -pištekovité
 - šupinaté ružové listy
 - hrubá stonka
 - koreňový parazit
 - Záraza žltá – koreňový parazit – bôbovité rastliny
 - Kukučina dúšková – stonkový parazit
 - má prísavky
 - Kukučina d'atelinová – má tenké olistené stonky
- poloparazity – Imelo biele – hviezdy v korunách stromov
 - odoberá vodu, ale aj minerálne látky
 - má hausotóriu
 - zasahuje do drevnatej časti
- saprofytické rastliny – Hniezdovka hlístová – svetlá nezelená stonka
 - koreňový parazit
- Koralica lesná – prebieha istá forma fotosyntézy, ale koreňmi získava organické látky z iného organizmu

C, Mixotrofné – majú autotrofno-heterotrofný spôsob výživy, ktorý je typický pre mäsožravé rastliny

- tentakuly – na chytanie hmyzu, mechúriky, uzatvárajúce listy
- rastú v pôde s nízkym obsahom dusíka
- rosnička, mucholapka

Vodný režim rastlín – hospodáranie s vodou, príjem a transport

- výmena medzi vonkajším a vnútorným prostredím
- voda je abiotický faktor

Príjem vody – koreňová sústava – koreňové vlásky, absorčné trichómy

- Difúzia – prebieha cez bunkovú stenu do medzibunkových priestorov, až do vyrovnania koncentrácie medzi vonkajším a vnútorným prostredím
 - pasívny príjem
 - rýchlejší transport
 - hnacou silou je podtlak
 - prebieha v lete
- Osmóza – cez cytoplazmatickú membránu do vakuoly a vodivých pletív, bunková šľava sa bude vo vakuole zriedovať a preto sa bunkový povrch bude zväčšovať
 - prv prebieha hydratácia buniek koreňa a následne hydratácia buniek plodov a listov
 - prebieha na jar, lebo ešte nie sú vyvinuté listy

- nasávanie závisí od osmoticky účinných látok

Príjem ovplyvňujú tieto faktory

- teplota (ideál 20 až 25 °C)
- dostatočne hydratovaná pôda
- prevzdušnená pôda – má veľa kyslíka
- veľkosť pôdnych častíc (hrubozrnné pôdy)
- transpirácia – vyparovanie
- kohézne sily – zabezpečujú súdržnosť molekúl vody

Vedenie vody – primárnym orgánom vedenia vody je stonka, ktorá obsahuje vodivé pletivo, cievne zväzky

- na vedenie vody pôsobia **fyzikálne činitele** – kohézia – súdržnosť molekúl vody
 - adhézia-prilnavosť vody na steny ciev
 - kapilarita – ťahanie vody smerom nahor
 - koreňový výtlačok – v koreni podtlak kvôli transpirácii
 - transpirácia – vyparovanie

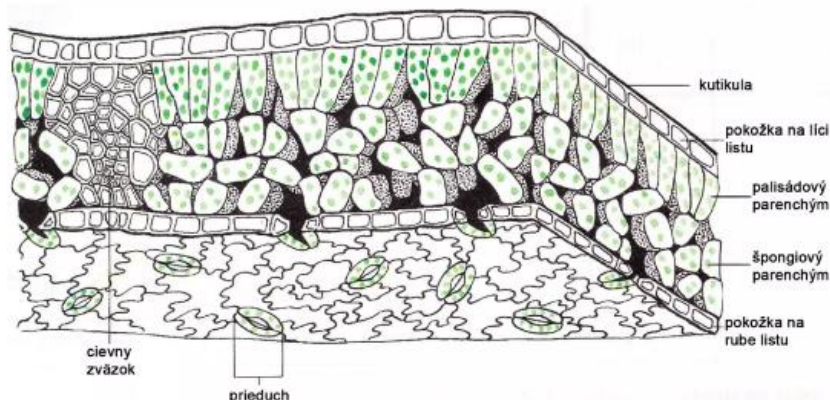
Výdaj vody – orgánom výdaja vody sú listy a ich prieduchy

- transpirácia – vodná para
- gutácia – kvapky vody

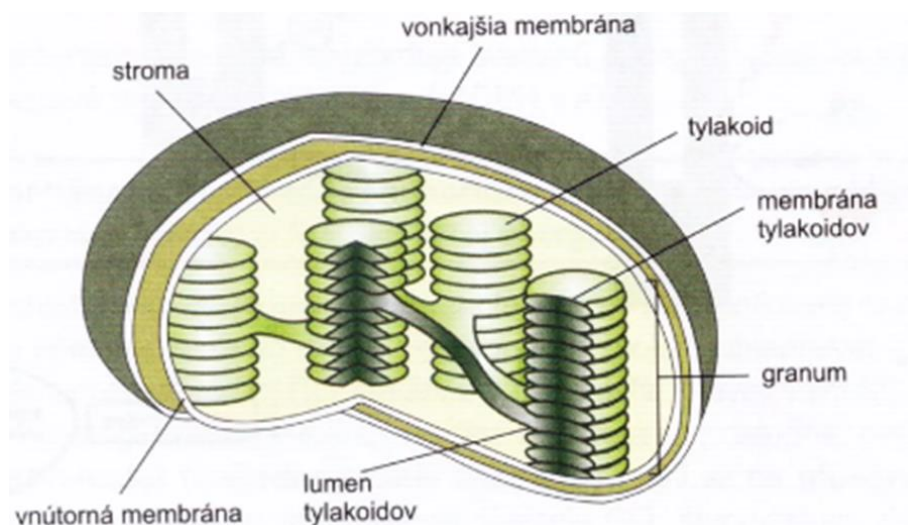


- anabolický dej
- fotosyntéza prebieha v liste

- endotermický dej



- prebieha v **chloroplastoch** (bunkové orgány)



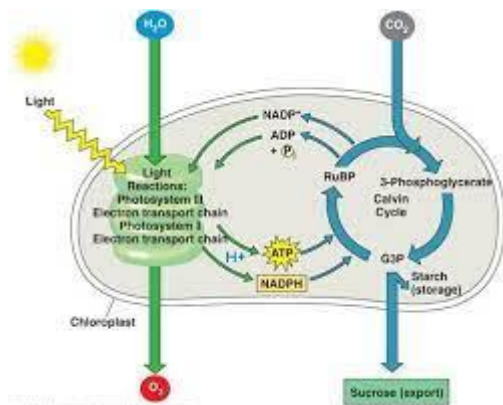
- v chloroplastoch sa nachádzajú fotosyntetické (asimilačné) farbivá, ktoré zachytávajú svetelné žiarenie
- najvýznamnejšie sú **chlorofyly** – je ich sedem typov (a,b,c,d,e)
- najvýznamnejší je **chlorofyl a** – absorbuje oblasť svetelného žiarenia s vlnovou dĺžkou 400 – 700 nm
 - transformuje svetelnú energiu na chemickú

chlorofyl b

štruktúrne sa od seba líšia len jednou funkčnou skupinou

- fotosyntetické pigmenty – akceptor slnečnej energie fotónov rôznej vlnovej dĺžky
 - energiu postupne prenášajú až na konečný akceptor chlorofyl a
- fotosyntetizujúce organizmy využívajú len viditeľnú časť spektra (400 – 700 nm)

SCHÉMA FOTOSYNTÉZY

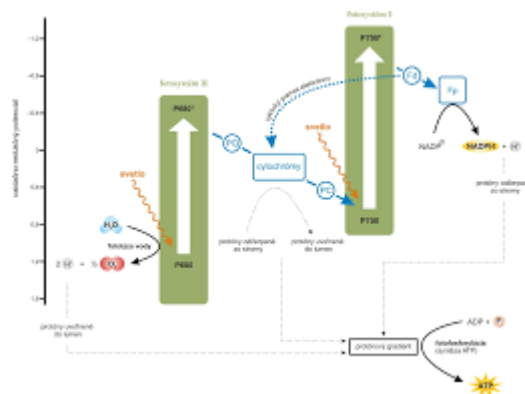


- Fotosyntéza prebieha v dvoch fázach –

1. **Fotochemická** – svetelná – primárna – jej podstatou je postupná premena svetelnej energie, fotónov na energiu chemických väzieb – ATP, prebieha na tylakoidoch chloroplastov
- absorpcia svetelnej energie a jej premena na chemickú
 - prebieha na tylakoidoch chloroplastov
 - uskutočňuje sa 2 fotosystémami

Fotosystém I – aktívny je chlorofyl a1 s VD 700nm, označuje sa P-700

- uvoľnený e^- je transportovaný reťazcom bielkovinových prenášačov až na koenzým $NADP^+$ - nikotínamidadeníndikukleotidfosfát
- prijatím e^- sa $NADP^+$ redukuje na $NADPH + H^+$
- na túto reakciu sú potrebné 2 e^- , preto vždy vychádzame z excitácie 2 molekúl P700
- redukovaný koenzým $NADPH$ je jedným z konečných produktov svetelnej fázy fotosyntézy – neskôr sa využije v tmavej fáze



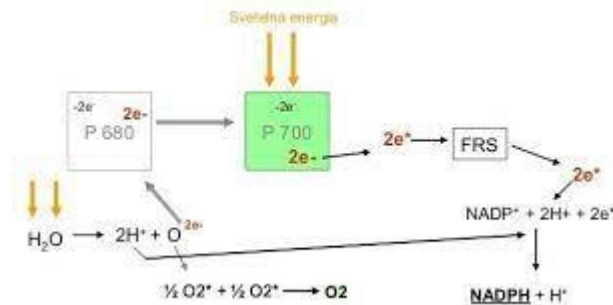
- pôvodná molekula P700 stratila $1e^-$, aby sa vrátila do základného stavu, musí si chýbajúci e^- doplniť – zdrojom je fotosystém II.
- aj tu sa uvažuje o excitácii 2 molekúl P680 = uvoľnenie 2 e^-
- e^- sa do P680 doplní rozkladom molekuly vody účinkom svetla-fotolýza vody: $H_2O - \frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^-$

Fotosystém II - aktívny je chlorofyl a2 s VD 680nm, označuje sa P-680

- pri transporte e^- medzi P680 a P700 sa tvorí ATP (fotofosorylácia).

Dochádza k prenosu p^+ zo stromy chloroplastov do vnútra tylakoidov

- e^- z fotolýzy vody sa nevracajú na miesto, z ktorého boli uvoľnené – ide o necyklický prenos e^- (necyklický dej, necyklická fotofosorylácia)



- význam necyklickej fotofosorylácie – tvorí sa ATP
- vzniká redukčné činidlo $NADPH + H^+$ pre sekundárne procesy
- do atmosféry sa uvoľňuje kyslík

- cyklický prenos e^- - e^- uvoľnený molekulou P700 sa cez Fd, cytochómy a plastocyanín – PC vracia späť na molekulu P700

- význam cyklickej fotofosforylácie – tvorí sa len ATP

- pri necyklickej fotofosforylácií sa vytvorí ATP a $NADPH + H^+$ v rovnakom množstve. Pre tmavej fázy fotosyntézy sa však spotrebuje viac ATP ako $NADPH + H^+$. Cyklická fotofosforylácia vyrovnáva tento rozdiel

- výsledok primárnych procesov - O_2 - H_2O - $2e^-$

 - $2H^+$ - ATP

2. Syntetická – tmavá (temnostná) syntetická fáza – sekundárna – nie je závislá od energie Slnka

- je spojená s biochemickou, enzymatickou premenou látok až na konečný produkt – glukózu, prebieha v stróme chloroplastov

- dochádza k fixácii CO_2 a jeho premene na sacharidy

Rastliny C3 – sacharidy sa vytvárajú metabolickým reťazcom (Calvinov a Bensonov cyklus)

- C vstupuje v podobe CO_2 a opúšťa ho ako glukóza

- spotrebúva sa ATP ako zdroj energie a $NADPH + H^+$ ako zdroj H

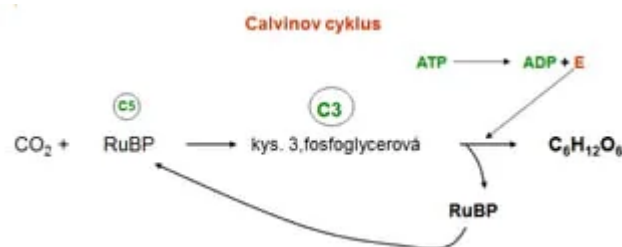
Calvinov cyklus – primárnym akceptorom molekuly CO_2 je ribulóza-1,5 bisfosfát (RuBP)

- po naviazaní sa rozpadne na dve molekuly kyseliny 3-fosfoglycerovej (s 3 C – preto C3)

- 2 molekuly kyseliny 3-fosfoglycerovej sú redukované na glyceraldehyd-3-fosfát

- z $\frac{1}{6}$ molekuly sa tvorí glukóza, zvyšných $\frac{5}{6}$ sa obnoví sa ribulózu -1,5-bisfosfát, ktorá sa opäť viaže CO_2

- keď tento cyklický dej prebehne 6x, vytvorí sa postupne 1 molekula glukózy



- produkty fotosyntézy (sacharidy) bývajú u rastlín C3 z veľkej časti (50%) odbúrané už pri fotosyntéze oxidačnými procesmi (dýchaním) za vzniku CO_2 fotorespiráciou

- medzi rastliny C3 patria všetky dvojkľíčnové rastliny a niektoré jednokľíčnové rastliny

Hatchov a Slackov cyklus – akceptorom CO_2 je fosfoenoplyruvát, ktorý sa po naviazaní mení za účasti

$NADPH + H^+$ a ATP na oxalacetát

- oxalacetát sa zložitými reakciami mení na glukózu a fosfoenoplyruvát

- rastliny C4 majú podstatne nižšiu fotorespiráciu a tým je výťažok z fotosyntézy vyšší. Poskytujú vyššie výnosy. Patria sem tropické trávy, kukurica, proso, bambus a niektoré jednokľíčnové rastliny

- Účinnosť fotosyntézy závisí od činiteľov – vlnová dĺžka a intenzita svetla – rastlina využíva len 2% svetla, zvyšok odráža alebo prepúšťa
- množstvo CO₂ – v atmosfére je 0,03%. Jeho zvýšenie/zníženie spomaľuje fotosyntézu. Toto má význam pri pestovaní kultúrnych rastlín, keď napr. v skleníku je možné umelo zvyšovať CO₂ a tým ovplyvniť výnos z pestovaných rastlín. Z 1 g CO₂ sa vytvorí asi 0,5 g sušiny
 - teplota – optimum 25 – 30 C
 - množstvo vody – nedostatok spomaľuje fotosyntézu, lebo sa uzatvárajú prieduchy, ktorými preniká do rastliny CO₂

Jedinečnosť fotosyntézy – jediný prírodný spôsob na Zemi, kde vznikajú organické látky

- zdroj vzniku fosílnych palív
- nestály kolobeh C
- stály pomer medzi O₂ a CO₂ vo vzduchu

DÝCHANIE RASTLÍN

- katabolický dej
 - exergonický dej
 - každá bunka dýcha, na rozdiel od fotosyntézy, lebo potrebujú energiu na svoje životné procesy
 - navonok sa prejavuje výmenou dýchacích plynov
 - základná podmienka dýchanie je prítomnosť kyslíka
 - a) **Anaerobné dýchanie** – prebieha v cytoplazme všetkých aktívnych buniek bez prítomnosti atmosférického kyslíka, organické látky sa rozkladajú v procese glykolýzy a kvasenia
 - b) **Aeróbne dýchanie** – prebieha v mitochondriách za prítomnosti atmosférického kyslíka, organické látky sa rozkladajú na oxid uhličitý a vodu v Krebsovom cykle a dýchacom reťazci
-
- **biologická oxidácia:** oxidácia organického substrátu glukózy pomocou kyslíka
 - jej procesy delíme do 4 kontinuálnych etáp –
 1. GLYKOLÝZA
 - v anaeróbných podmienkach sa glukóza postupne rozkladá, až po vznik kyseliny pyrohroznovej
 - nastáva dehydrogenácia, odštiepenie vodíkov
 - prebieha v cytoplazme
 - ide o neúplnú oxidáciu
 - z jednej molekuly glukózy získame 2 molekuly ATP
 - KVASENIE - ak anaeróbne podmienky biologickej oxidácie pretrvávajú pokračuje dýchanie kvasením, ktorý má nízky energetický výťažok; je sprevádzaný uvoľnením oxidu uhličitého z kyseliny pyrohroznovej, pričom výsledkom je kvasný produkt
 - kvasenie má veľký hospodársky význam, je základom biotechnológií v mliekarenskom, liehovarníckom, potravinárskom priemysle, ...
 - cukor → etanol a oxid uhličitý
 2. VZNIK ACETYL-COA
 - vznik acetyl-CoA je pri aeróbnom dýchaní dôležitým stupňom
 - v matrici mitochondrií prebieha
 - dekarboxylácia a dehydrogenácia (zrušenie karboxylovej skupiny)
 - podmieňuje vznik kyseliny citrónovej, ktorou sa začína enzymatické štiepenie uhlíka a vodíka v Krebsovom cykle
 3. KREBSOV CYKLUS
 - cyklus karboxylových kyselín
 - cyklus kyseliny citrónovej
 - je to konečná fáza metabolizmu sacharidov vo všetkých živých organizmoch
 - po odbúraní oxidu uhličitého v Krebsovom cykle sa väčšina uvoľnenej energie využíva na tvorbu redukovaných koenzýmov, ktoré prenášajú vodík odbúraný v Krebsovom cykle do dýchacieho reťazca
 4. DÝCHACÍ REŤAZEC
 - uzatvára proces biologickej oxidácie
 - v mitochondriálnych kristách prebieha
 - vodík sa prenáša redukovanými koenzýmami z Krebsovho cyklu

- v aeróbnej fáze biologickej oxidácie sa oxidačnou fosforyláciou pri biologickej tvorbe vody v dýchacom reťazci využíva uvoľnená energia do ATP – 36 molekúl
- celková bilancia anaeróbneho a aeróbneho dýchania v prepočte na jednu molekulu odbúranej glukózy je 38 molekúl ATP

FOTOSYNTÉZA	DÝCHANIE
vyžaduje svetlo	prebieha na svetle, ale aj v tme
asimilačné pigmenty	všetky bunky
chloroplasty	cytoplazma a mitochondrie
syntéza organických látok	rozklad organických látok
spotreba oxidu uhličitého	uvoľnenie oxidu uhličitého
uvoľnenie kyslíka	spotreba kyslíka
spotreba energie ATP	uvoľnenie energie ATP