# FOTOSINTEZA

fotos□svetloba
sintezos□spajanje

Fotosinteza je proces, pri katerem dobimo iz energije revnih spojin ($CO_2$ $H_2O$) energijsko bogate spojine (glukoza), vir energije je svetloba.

⇒ avtotrofen proces
⇒ na koncu reakcije je proces anabolizma
⇒ za **pridobivanje hrane oz. organskih spojin** na našem planetu za vse organizme
⇒ poleg fotosinteze poznamo še kemosintezo (izgradnja org. snovi iz anorganskih s energijo iz sproščanja kem. reakcij – avtotrofi, vir energije)
⇒ proces organskih snovi iz anorganskih, s pomočjo svetlobe
⇒ izvajajo jo **rastline**, **modrozelene cepljivke**, nekatere **bakterije**
⇒ bogatenje planeta (na njem več energije)

1. Reakcija FOTOSINTEZE pri rastlinah in modrozelenih cepljivkah:

$6\ CO_2 + 12\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}0_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$

$C_6H_{12}0_6$ → GLUKOZA (glavni produkt, za nastanek 38ATP)

$6\ O_2$ → V ZRAKU (stranski produkt)

2. BAKTERIJSKA FOROSINTEZA:

$6\ CO_2 + 12\ H_2S \rightarrow C_6H_{12}0_6 + 12\ S + 6\ H_2O$

celica dobi porfurno rdečo barvo
žveplo se nabira v celici, ni plin
spremenljivka svetlobe:
⇒ pri rastlinah: **klorofil a**
⇒ pri bakterijah: **bakterijo-klorofil**

## ⇒ SVETLOBA

- je **elektromagnetno valovanje**
- FOTON – energetska enota svetlobe
- manjša kot je valovna dolžina, večja je energija fotona (modra ima večjo w)
- jedra H se zlivajo v He
- gama, x-žarki, UV svetloba **poškoduje celice**

# KLOROPLAST

- v njih poteka fotosinteza
- Pojmi:
  - zunanja, notranja membrana (TILAKOIDE so na določenih mestih naložene – **grana**, potekajo svetlobni procesi)
  - stroma – tekočina vmes, vsebuje lastne ribosome in DNK (samopodvojevanje), temotni procesi
- pri malih rastlinah so majhni in lečaste oblike

# FOTOSINTETSKI PIGMENTI – asimilacijska barvila

- naloga: sprejemanje svetlobe
- vrste:
  - glavni pigmenti – klorofil a (neposredno pri procesu fotosinteze)
  - ostali pigmenti so pomožni (sprejemajo energijo svetlobe in jo prenesejo na klorofila)
- pomen: rastlina lahko izkorišča večji del spektra vidne svetlobe (**absorpcija** je sprejemanje določene svetlobe)
- klorofil a je zelene barve
- največ fotosinteze poteka v absorpcijskem delu klorofila: v modri in rdeči svetlobi (klorofil a : klorofil b = 3 : 1)
- **fotosistem** je skupina fotosintetskih pigmentov, ločimo 2 fotosistema:

| FOTOSISTEM I.: | FOTOSISTEM II.: |
| --- | --- |
| klorofil $a_1$ (700 mm) | klorofil $a_2$ (680 mm) |

- klorofil a, klorofil b, ksantofil

# PROCESI FOTOSINTEZE

## svetlobni procesi

primarne reakcije (na tilakoidah)

## temotni procesi

sekundarne reakcije: ne sodeluje svetloba neposredno, vendar vanjo vstopi produkt svetlobnih procesov-ni svetlobe, ni temotnih procesov (na stromi kloroplastov)

# SVETLOBNI PROCESI

- **svetlobna energija  v kemično** (ATP)
- vstopa voda, pod vplivom svetlobe se razgradi in razpade na H proton, elektron in kisik: $H_2O$  $2H^+ + 2e^- + ½ O_2$
- elektroni energetsko bogati, postopoma sproščajo energijo po prenašalcih:
  - citohromi
  - plastokinoni
  - feredoksin

- energija, ki se sprosti se porabi za tvorbo ATP
- elektrone svetloba izbija iz klorofila in jim preda svojo energijo  to energijo elektroni oddajo postopoma preko prenašalcev
- pri procesu sodelujejo elektroni iz vode in klorofila
- H+ se porabi za tvorbo NADPH + $H^+$

DELITEV SVETLOBNIH PROCESOV:

- neciklični proces/fotofosforilacija (1 ATP, 1 NADPH + $H^+$)
- ciklični proces/ciklična fosforilacija (1 ATP)
- fotoliza vode (razpad vode)

1. FOTOLIZA VODE:
- voda razpade na kisik (gre v zrak), dva elektrona (v klorofilu a) in dva protona (za tvorbo molekule NADPH + $H^+$)

2. NECIKLIČNI PROCES ali FOTOFOSFORILACIJA:
- sodelujeta klorofil $a_{I.}$ in klorofil $a_{II.}$
- nato prenašalci (plastokinoni, citohromi, feredoksin)
- elektroni iz klorofila $a_{II.}$  v klorofil $a_{I.}$ = nastane 1 ATP
- elektroni iz klorofila $a_{I.}$  v molekulo NADPH + $H^+$
- energija svetlobe se porabi za tvorbo ATP

3. CIKLIČNI PROCESI ali CIKLIČNA FOSFORILACIJA:
- sodeluje: klorofila $a_{I.}$, elektron (ki ga izbije svetloba se vrne nazaj na isto mesto) = nastane 1 molekula NADPH + $H^+$
- produkti svetlobnih procesov se porabijo za vezavo $CO_2$ v temotnih procesih fotosinteze
- za vezavo 1 molekule $CO_2$, potrebni 3 ATP in 2 molekuli

$NADPH+H^+$ (2 neciklična in 1 cikličen proces)

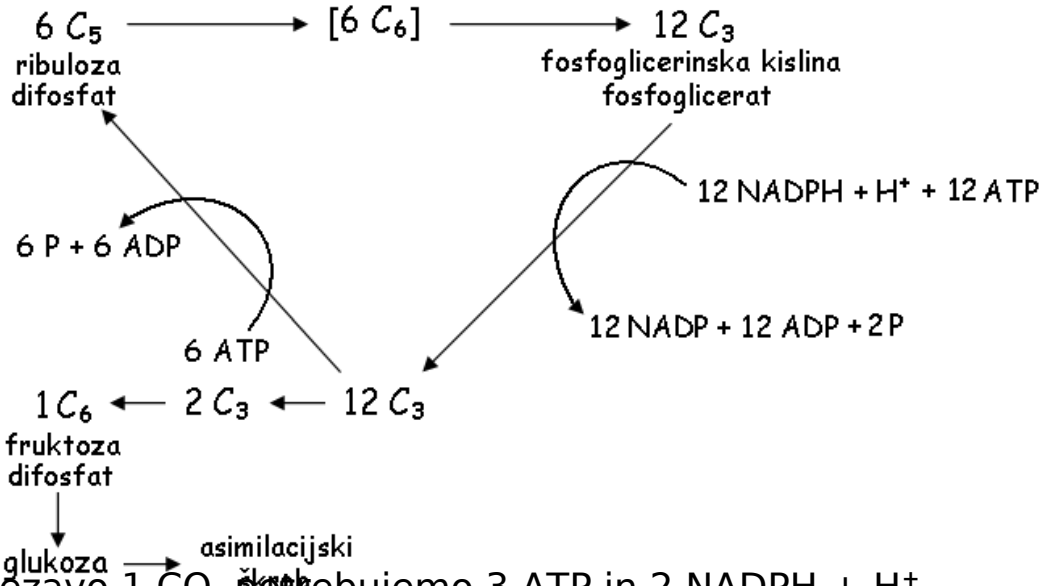
- kje se začne se tudi konča

# TEMOTNI PROCESI FOTOSINTEZE ali CALVINOV CIKEL

- svetloba ne sodeluje neposredno
- v stromi kloroplasta
- vanjo vstopajo produkti svetlobne faze (ATP, NADPH + $H^+$) in $CO_2$ (iz zraka) = nastane GLUKOZA $C_6 H_{12} O_6$

iz $CO_2$ — iz $CO_2$

iz NADPH + $H^+$




Za vezavo 1 $CO_2$ potrebujemo 3 ATP in 2 NADPH + $H^+$

## ASIMILACIJA ali vezava $CO_2$ v glukozo

Asimilacijski škrob omogoča nalaganje produktov fotosinteze v kloroplastu, ne da bi se spremenil osmotski tlak (vpliv števila delcev)

Ločimo $C_3$ in $C_4$ rastline:

večina rastlin, v povezavi z $CO_2$ nastane

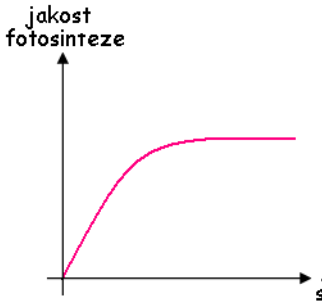
- $CO_2$ veže MALAT($C_4$ spojina)
- dogaja se v mezofilu (središču lista)
- encim, ki veže pa je občutljiv na zelo nizke

fosfoglicerat — koncentracije $CO_2$ (fotosinteza poteka tudi, ko pri $C_3$ rastlinah ne)-ne občutijo pomanjkanja $CO_2$
- koruza, sladkorni trs
- malat zopet odda $CO_2$ → v Calvinov cikel v obžilnih celicah
- pri visoki temperaturi se listne raže zaprejo

Fotosinteza omogoča:
1. proizvodnjo organskih snovi (hrana zase in vsa živa bitja)
2. nastanek fosilnih goriv
3. kisik v okolju pa omogoči:
   - aerobne procese/cel. dihanje (prvič pred milijardo leti)
   - življenje na kopnem zaradi OZONA:
     - nastane pod vplivom UV žarkov:
     - $O_2$ →[UV]→ O+O→ O+$O_2$ →$O_3$
     - je v stratosferi v ozračju
     - nastaja kot izpušni plin v prometu (močan oksidant, poškodba dihalnih poti)
     - ni obstojen, ščiti pred UV žarki, določen del jih prepušča (plast tanjša → vedno več prepušča)
     - tanjšanje povzročajo PREANI (razpršila, hladilniki, …)kot katalizatorji(1uniči $10^6$molekul)

# OMEJUJOČI DEJAVNIKI FOTOSINTEZE

1. SVETLOBA:
   - z naraščanjem jakosti osvetlitv
     narašča jakost fotosinteze

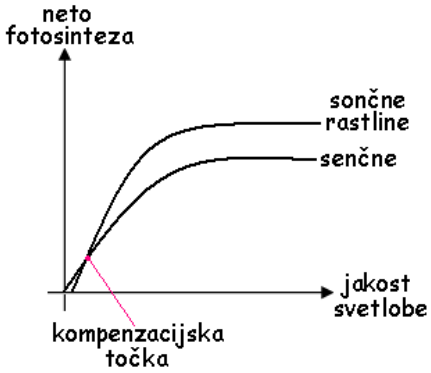



   - SVETLOBNA KOMPENZACIJSK točka jakosti svetlobe, ko je intenzivnost fotosinteze = intenzivnosti dihanja
   - Ločimo:

<u>senčne rastline:</u>
v podrasti

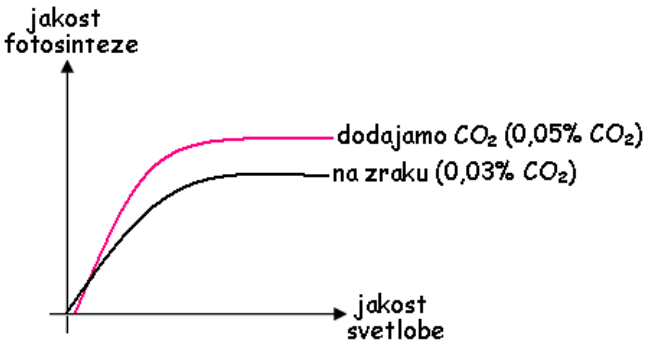
<u>sončne rastline:</u>
potrebujejo več svetlobe

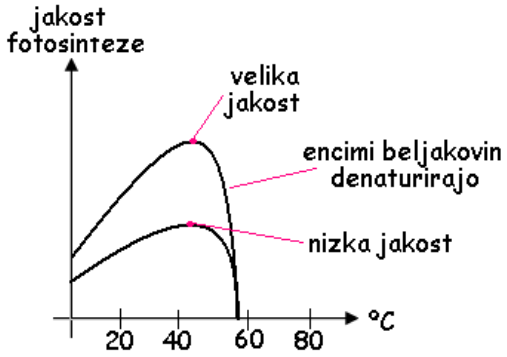
<u>prilagojeni različni jakosti svetlobe</u>




2. VODA:
   - za fotosintezo jo je <u>vedno dovolj</u>, <u>za rastlino pa ne</u>
   - ob pomanjkanju rastlina zapre listne raže  <u>prepreči izsuševanje</u> in izmenjavo plinov med listom in okoljem, zato $CO_2$ ne vdira v list in ga pri fotosintezi primanjkuje  fotosinteza se ustavi

3. $CO_2$:
   - <u>v zraku</u> ga je 0,03 %
   - optimalna vrednost pri rastlinah je 0,1%  <u>rastlinam ga primanjkuje</u> (zato gnojenje: org. snov+bakterije, ki izločajo $CO_2$)



4. TEMPERATURA:

- podoben vpliv kot na beljakovine oz. encimske reakcije
- ker so encimi, beljakovine ki denaturirajo