

FOTOSINTEZA

FOTOSINTEZA - je proces, pri katerem s pomočjo svetlobne energije nastajajo v živih celicah organske spojine .

1772 - Priestley
svetloba

RASTLINA

slab zrak ----- dober zrak

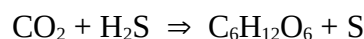
Rastlina s pomočjo svetlobe spreminja CO₂ v O₂.

1776 - Irgenhous - s tehtanjem rastline je ugotovil, da iz CO₂ rastlina izdeluje tudi organske snovi
- te organske snovi *NISO HRANA*

1804 - poleg CO₂ rastlina potrebuje tudi H₂O in listno zelenilo - KLOROFIL

svetloba ----- OGLJIKOVI HIDRATI in O₂
- urejena enačba: $6 \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

1930 - Wan Hill - primerjal rastlinsko fotosintezo s fotosintezo BAKTERIJ



Pomen fotosinteze - asimilacijski škrob - nastaja takoj po fotosintezi
- rastline ga razgrajujejo na saharozo in ga transpirirajo
- gl. → škrob → saharoza → škrob → saharoza → glukoza → celično dihanje

to je zaradi osmotskega tlaka

- rastline zelo hitro reagirajo na temo in svetlobo
- preučavanje hitrosti fotosinteze v odvisnosti od časa
- **Svetloba je tista energija, ki sprošča kisik iz rastlin**
- v cvetovih kopenskih rastlin ni fotosinteze
- pri fotosintezi je pomembna tudi prisotnost CO₂ in šele kot posledica tega je O₂

CO₂ se raztaplja v H₂O in se tvori H₂CO₃ (Ph) kislino in to uniči encime

TEST ŠKROBA

- jodovica + razbarvan javorov list ----- list se obarva modro
- svetloba nujna za sintezo škroba

- dejavniki, ki vplivajo na fotosintezo je barva svetlobe
- kako valovne dolžine svetlobe vplivajo na rastlino?
- valovne dolžine so 400nm pa do 800nm
- alga (nitasta) v petrijevki osvetljena z različno svetlobo; dokazoval je prisotnost kisika z aerobnimi bakterijami (bioindikatorji)
- bakterije se razmnožijo v modrovijoličnem delu spektra in rdečem spektru;
- reakcija na zeleno senco je imenovan proces the razlik, saj ratslina ne uspeva v zeleni barvi (550nm)
- rastline uspevajo med 400 - 450nm in pa 600 -750nm
- hitrost je odvisna od barve svetlobe

- delovanje temperature na fotosintezo

- dva sistema reakcije in prva je svetlobni del reakcij in temperature reakcije (so odvisne od primarnih)
- svetlobna faza in Calvinov cikel ($ATP + H_2 \text{ ----- } C_6H_{12}O_6$)

- moder (vijoličen) reagira z enim od barvil, ki so na membranah rdeča klorofila
- najbolj pomemben je klorofil A - ostali so samo pomožni
- elektroni pri ????????

FOTOFOSFORILACIJA - nastajanje $NADP^{2-}$ in ATP

- elektroni se nadomestijo iz vode ($H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$)
dobljene $e^- \rightarrow$ klorofil sprejme in postane pozitiven
- KLOROFIL A $\Rightarrow e^- + (4 H_2O \Leftrightarrow 4 H^+ + 4 OH^-) \Rightarrow e^-$ in H^+ ustvarita napetost
($4 OH^- \Rightarrow 2H_2O + O_2 + 4e^-$) \rightarrow ti nadomestijo elektrone v klorofilu $\Rightarrow e^-$ in H^+ končata na $NADPH_2$
 \Rightarrow pri potovanju se na membrani ustvarja napetost in to povzroča nastanek ATP.

Porabi 18 ATP in 12 $NADPH_2$ / $6CO_2 \Rightarrow 34$ ATP

- antenski pigmenti samo sprejemajo svetlobo in jo prinesejo na KLOROFIL A ali B

porablja se tudi ATP

- $NADPH_2 \Rightarrow NADP + H_2 \Rightarrow H_2$ se porabi za reakcijo CO_2 v ogljikov hidrat (CH_2O) + H_2O (poteka v stromi kloroplasta)

- primarne - svetloba $\Rightarrow O_2 \Rightarrow NADPH_2$
 \downarrow ATP
 H_2O

- sekundarne - $CO_2 + 2 ATP + 2NADPH_2 \Rightarrow 6C \Rightarrow$ ŠKROB

aminokislina:

KLOROFIL - snov, ki absorbira svetlobo

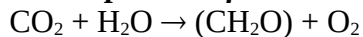
Avtotrofi organizmi lahko uporabljajo ene. absorbirane sončne svetlobe za graditev novih celičnih snovi iz org. spojin. Nekatere škrlatne in zelene bakterije, ki vsebujejo klorofil, pa sploh ne potrebujejo že izdelanih org. spojin. So pravi avtotrofi; ene. sončne svetlobe uporabljajo za graditev vseh svojih bistvenih org. spojin iz ogljikovega dioksida in še nekaterih drugih enostavnih spojin in elementov.

Poznamo več oblik fotosinteze :

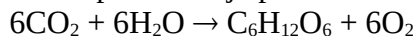
- fotosintetske bakterije opravljajo najstarejšo obliko fotosinteze - **ne nastaja kisik**

(živijo v sladkih in slanih vodah, kjer je zelo malo kisika) - dobivajo ene. neposredno iz svetlobe

Glavni proizvod fotosinteze so ogljikovi hidrati .Formula za fotosintezo :



Pravzaprav nastaja pri fotosintezi **fruktoza**, iz nje pa **glukoza** ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Enačba pa je naslednja:



Rastline pa uporabljajo glukozo, ki nastane pri fotosintezi, kot surovjno za graditev drugih ogljikovih hidratov, amino-kislin, beljakovin, maščob, vitaminov in vseh drugih snovi, ki jih celica potrebuje za rast in razmnoževanje. Proces fotosinteze torej tudi omogoča nastajanje vseh drugih org. spojin v rastlini. Rastline se hranijo s hrano, ki jo same proizvedejo; uporabljajo jo kot vir ene. in kot surovine za lastno rast in razmnoževanje. Najpomembnejša oblika fotosinteze na Zemlji pa je danes fotosinteza pri algah in višjih rastlinah. V tem procesu nastajata sladkor in kisik.

FOTOSINTEZA OBSEGA TEMOTNE IN SVETLOBNE REAKCIJE

Organske spojine, ki nastanejo pri procesu fotosinteze, imajo več kemične energije kot ogljikov dioksid in voda, iz katerih so nastale. Dodatna kemična energija je lahko prišla le iz svetlobe.

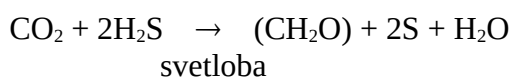
Fotosinteza je torej proces, ki spreminja svetlobno energijo v kemično.

Celični procesi (razen fotosinteze) ne morejo uporabljati neposredno svetlobne energije. Uporabljajo jo lahko šele potem, ko se spremeni v kemično. Le organizmi, ki fotosintetizirajo, lahko absorbirajo sončno svetlobo in jo uporabijo za "mešanje" atomov iz vode in ogljikovega dioksida ter za ustvarjanje novih energetsko bogatih kemičnih vezi med njimi. Proizvodi tega "mešanja" so kisik in organske spojine, s katerimi rastline in živali pokrivajo svoje energetske potrebe.

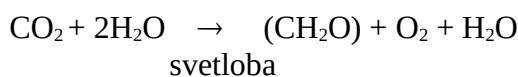
Pri svetlobni reakciji sodeluje voda

Pri fotosintezi se razgrajujeta dve snovi: voda in ogljikov dioksid. Svetloba ne razgrajuje ogljikovega dioksida, ampak snov, ki vsebuje vodik - **vodo**. Vodik se potem veže z ogljikovim dioksidom v CH_2O , preostali atomi (kisik pri rastlinah in žveplo pri bakterijah) pa se izločijo. Nekatere fotosintetske bakterije uporabljajo za graditev ogljikovih hidratov iz ogljikovega dioksida namesto vode žveplovodik (H_2S). Pri tej fotosintezi je žveplo stranski proizvod, ki se lahko izloči ali pa kopiči v bakterijskih celicah. Pri tem nastaja kisik.

Enačba za fotosintezo bakterij:



Enačba za fotosintezo zelenih rastlin:



Vloga svetlobe pri rastlinski fotosintezi je torej v tem, da razgrajuje **vodo** in ne ogljikovega dioksida. V bistvu gre za prenos vodika iz vode na ogljikov dioksid. Voda je v tem primeru dajalec (donator) vodika, ogljikov dioksid pa je prejemnik (akceptor) vodika. Za vsako molekulo

ogljikovega dioksida so torej potrebni štirje atomi vodika (iz dveh molekul vode), za sintezo molekule glukoze je torej potrebnih 12 molekul vode:



V procesu fotosinteze sta dve fazi: **temotna** in **svetlobna**. V svetlobni fazi razpada voda na kisik in vodik, v temotni pa se vodik porablja za pretvorbo ogljikovega dioksida v sladkor.

Temotna faza fotosinteze:

Temotna faza fotosinteze je torej asimilacija ogljikovega dioksida - **ogljikov cikel**.

Ogljikov cikel je zelo zapleten proces, saj je potrebna vrsta encimskih reakcij, da spremenijo ogljikov dioksid v glukozo. Ogljikov dioksid vstopa v cikel, veže se na spojino s 5C atomi in nastane nestabilna spojina s 6C atomi, ki nato razpade na dve molekuli 3C kisline (fosfoglicerolova kislina). 3C kislina se skozi vrsto reakcij spremeni v enostaven sladkor s 3C atomi (fosfoglicerinaldehid) Nekaj tega enostavnega sladkorja se postopoma spremeni v glukozo, del pa se ga uporabi za regeneracijo spojine s 5C atomi, ki se v naslednjem ogljikovem ciklu spet spoji s CO₂ v spojino s 6C atomi - *vsi ti procesi delujejo neodvisno od svetlobe*.

Ker je za proizvodnjo organskih spojin potrebna energija, je tudi za ogljikov cikel fotosinteze potrebno nenehno dovajanje energije, ki jo dobiva iz dveh virov: ATP in NADPH₂ vendar ne v vseh stopnjah.

Za vezavo ene molekule ogljikovega dioksida v ogljikovem ciklu so potrebne tri molekule ATP in dve molekuli NADPH₂. Da nastane molekula glukoze iz šestih molekul ogljikovega dioksida, je torej potrebnih 18 molekul ATP in 12 molekul NADPH₂.

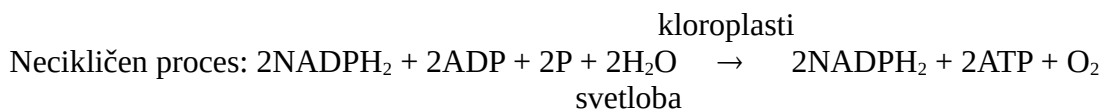
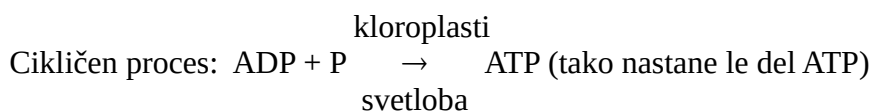
Svetlobna faza fotosinteze:

Pri fotosintezi se torej svetlobna energija spreminja v kemično. ATP in NADPH₂ nastaneta v vrsti reakcij, ki jih imenujemo svetlobna faza fotosinteze. Tudi kisik je proizvod fotosinteze v rastlinah in nastaja skupno z ATP in NADPH₂ med svetlobno fazo fotosinteze, ki je gonilna sila celotnega procesa.

Zelena zrnca v rastlinah, imenovana **kloroplasti**, vsebujejo **klorofil** (pigment, ki absorbira svetlobo). Kloroplast ima dvojno membrano. V kloroplastu je tekočina in lamele, ki so ena vrh druge. Skupki lamel se imenujejo grana. V granih je klorofil in drugi fotosintetski pigmenti. V tekočini med lamelami so beljakovine in encimi ogljikovega cikla.

Kloroplasti so "motorji" fotosinteze in poleg klorofila vsebujejo še encime ter druge katalizatorje, potrebne za spreminjanje svetlobne energije v kemično.

Celoten proces fotosinteze poteka v kloroplastih. ATP nastaja v kloroplastih v cikličnem in necikličnem procesu.



Neciklični proces je torej tisti, pri katerem nastaja ATP supaj s kisikom in NADPH₂.

Svetlobna faza fotosinteze obsega torej ciklično in neciklično nastajanje ATP. V necikličnem procesu nastane kisik, ATP in NADPH_2 , v cikličnem procesu pa dodatni ATP, ki se uporablja v ogljikovem ciklu fotosinteze. Vir energije za oba procesa je svetloba.