

## FOTOSINTEZA

- je avtotrofen proces, pri katerem iz anorganskih snovi nastajajo organske s pomočjo svetlobe, avtotrofen proces je tudi kemosinteza
- iz energetsko bogatih molekul se hitreje sprosti energija kot iz glukoze

**KEMOSINTEZA** - anorganske snovi + energija (sprosti se pri oksidaciji) -> nastanejo večje organske molekule, bogate z energijo

- FOTOSINTEZA -  $H_2O + CO_2 \rightarrow (SVETLOBA + O_2) C_6H_{12}O_6 + O_2$
- je obratna od celičnega dihanja, nastanejo organske molekule
- če vstopi v celično dihanje maščoba, se bo najprej razgradila v višje maščobne kisline
- pri cepljivkah -  $H_2S + CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + S$
- $H_2S$  IN  $H_2O$  sta donorja vodika

## POTEK FOTOSINTEZE

- poteka v dveh fazah

-> **svetlobna - primarna faza** - dogaja se samo podnevi, končni produkt je energija - svetlobne reakcije omogočajo nastanek ATP in  $NADPH+H^+$ . Pri tem razpade voda in se sprosti kisik. Svetlobna energija se je pretvorila v kemično. ATP in  $NADPH+H^+$  sta nujno potrebna za nastanek sladkorja v temotnih fazah fotosinteze.

- voda razpade na kisik in vodik. Kisik se izloča, vodik pa se veže na NADP, pri čemer nastane  $NADPH+H^+$ , ki je eno najmočnejših redukcijskih sredstev v živi celici

-> **temotna - sekundarna faza - Calvinov cikel** - odvisna je od produktov primarne faze. Poteka podnevi in ponoči, toliko časa, dokler imamo produkte primarne faze - reakcije, v katerih se porabi energija, nastala v svetlobnih reakcijah, za tvorbo energijsko bogatih organskih snovi iz revnih anorganskih. ATP IN  $NADPH+H^+$  sta nujno potrebna za vezavo  $CO_2$  v sladkor. Za vezavo svetloba ni več potrebna, reakcije lahko potekajo tudi v temi

- svetlobne in temotne reakcije potekajo v kloroplastih

- **SVETLOBNE REAKCIJE FOTOSINTEZE - PRIMARNA FAZA** - foton, svetloba - izbije  $e^-$  iz zadnje orbitale,  $e^-$  ima energijo, tako skače pa prenašalcih in oddaja E, ta E pa se veže z ADP in P iz tega nastane ATP, potem se ta  $e^-$  vrne nazaj v klorofil - ciklična fosforilacija-ciklični prenos elektronov

- ko svetloba obseva kloroplast, določen elektron klorofilne molekule prevzame energijo svetlobnega fotona. To energijo lahko prenese na drugo molekulo v fotosistemu in končno k glavnemu barvilu klorofilu 700 v reakcijskem sistemu fotosistema 1 oz. klorofilu 680 v reakcijskem sistemu 2. Sprejemna molekula v tilakoidni membrani, ki je tesno povezana z glavnim barvilom, prevzame energetsko vzbujen elektron od glavnega barvila. elektron se nato prenaša prek sprejemnih in oddajnih molekul v tilakoidni membrani, čemur pravimo fotoelektronska transportna veriga. končni sprejemnik elektronov je molekula NADP, ki se zato reducira v  $NADPH+H^+$ . V klorofilni molekuli, katere elektron se je prenesel na NADP, pa izpraznjeno mesto nadomesti elektron, ki se sprosti ob cepitvi vode. V elektronski transportni verigi sodelujeta oba fotosistema, ki s sprejeto svetlobno energijo poganjata elektronsko transportno verigo. Transportni verigi, ki omogoči cepitev in nastanek  $NADPH+H^+$  pravimo neciklična transportna veriga. Končna produkta neciklične transportne verige sta torej  $NADPH+H^+$  in ATP. Zaradi cepitve vode (fotolize) izhaja kisik. Ker pa rastlina za vezavo  $CO_2$

potrebuje več molekul ATP, kot jih nastane pri necikličnem transportu elektronov, poteka v tilakoidni membrani se ciklična transportna veriga - elektron glavnega pigmenta v fotosistemu 1, ki je sprejel sončno svetlobo se prek prenašalnih molekul vrne h klorofilni molekuli, njegova energija pa se porabi za nastanek ATP. Proizvod cikličnega transporta elektronov je torej le ATP.

#### **- TEMOTNE FAZE FOTOSINTEZE - SEKUNDARNA FAZA**

- za vezavo CO<sub>2</sub> svetloba ni več potrebna. Potrebni pa so posebni encimi, ki to vezavo omogočajo. Raztopljeni so v matriksu kloroplasta. Celoten proces so odkrili z radioaktivnim ogljikom v CO<sub>2</sub>. Alge so izpostavili radioaktivnemu CO<sub>2</sub> in spremljali, kam se je radioaktivni ogljik vgradil. Našli so veliko radiaktivnih snovi in ugotovili, da se je CO<sub>2</sub> vezal na sladkor s 5 C atomi (ribulozo), ki je povezan z dvema molekulama fosforja (ribulotafosfat). Nastaneta 2 molekuli s 3 C atomi (fosfoglicerat). Iz molekul s 3 C atomi nastane molekula s 6 C atomi (heksoza). Za njen nastanek se porabljata ATP in NADPH+H<sup>+</sup>, ki sta nastala pri svetlobnih reakcijah fotosinteze. Sladkor fruktoza je prvi proizvod fotosinteze. Vsaka šesta molekula sladkorja zapusti cikel, vse ostale pa se prek različni ogljikovih hidratov pretvorijo nazaj v ribulozofosfat, za kar je spet potreben ATP. Ves proces se imenuje po odkritelju Calvinov cikel. Pozneje nastane iz fruktoze tudi glukoza. S povezovanjem molekul glukoze nastane v kloroplastu škrob, Proizvodi fotosinteze kloroplast tudi zapustijo kot triozafosfati. V citoplazmi iz njih nastanejo sladkorji. Iz glukoze in fruktoze nastane saharoza, ki potuje po rastlini v druge dele se tam shranjuje ali porabi pri dihanju. Shranjuje se lahko kar kot saharoza, na primer pri sladkorni pesi, ali pa se pretvori v rezervni škrob. Vmesne snovi Calvinovega cikla so tudi izhodiščne snovi za sintezo aminokislin in maščobnih kislin ter s tem za nastanek beljakovin in maščob.

- Rastline, pri katerih prvi proizvod pri vezavi CO<sub>2</sub> je snov s tremi atomi ogljika (fosfoglicerat), imenujemo C3-rastline. Nekatere rastline, ki rastejo v krajih z veliko sončne svetlobe imajo tudi drugačno vezavo. Med take rastline spadata tudi kuruza in sladkorni trs. Te rastline imajo posebno zgradbo listne sredice. CO<sub>2</sub> vezejo v snov s 4 C atomi (malat). Zato jih imenujemo C4-rastline. Vezavo CO<sub>2</sub> v malat omogoča poseben encim, ki je zelo občutljiv za količino CO<sub>2</sub> in ga lahko veze tudi takrat, ko ga je v listu zelo malo, kar se dogaja v sončnih vročih dneh. Malat nastane v celicah listne sredice, nato pa prehaja v celice žilnega ovoja. Tam se pretvori v drugo snov, sprosti se CO<sub>2</sub>, ki se vključi v Calvinov cikel. Na ta način vezejo te rastline v vročih sončnih dneh več CO<sub>2</sub> kot C3-rastline in s fotosintezo pridobijo več sladkorja.

- najpomembnejše fotosintetsko barvilo je klorofil A in B; sestavljen je podobno kot hemoglobin (hemoglobin - iz klorofila); iz 4 pirolovih obročev, namesto Fe je Mg in se fitolni ostanek

#### **- ENGELMANOV POSKUS**

- vidna svetloba- tista, ki jo zaznamo; dokaz, katera svetloba je fotosintetska:

- določene valovne dolžine so fotosintetske, določene pa ne
- kjer je več kisika in organskih snovi, je tudi več bakterij, torej tam, kjer poteka fotosinteza
- merimo količino sladkorja, kisika - intenziteto fotosinteze
- pri fotolizi vode, se sprosti kisik, dokažemo z markiranjem kisika v vodi
- klorofil je zelen, ker se zelena svetloba odbije
- fotosinteza poteka v zelenih površinah - listih

- takrat, ko se ravno toliko CO<sub>2</sub> sprosti, kot se ga porabi, govorimo o **KOMPENZACIJSKI** točki
- listne reze so na spodnji strani - da se ne zaprašijo, pri vodnih so zgoraj, pri nekaterih pa spodaj in zgoraj

- listna reza se odpre takrat, ko se celice napolnijo z vodo. Prehajajo snovi iz spremljevalnih celic z osmozo. Ob ugodnih pogojih se reza odpre, proizvaja se glukoza, fotosinteza poteče. Glukoza se nato začne nabirati, povečuje se hipertoničnost v celici, voda prehaja v celice in reza se odpre
- ko pogoji niso več ugodni, se fotosinteza preneha in reze se zaprejo, Nastane škrob, ki ni topen v vodi. Voda, ki je hipotonična glede na ostale celice, gre ven - > izhaja kisik kot produkt fotosinteze, CO<sub>2</sub> in vodni hlapi
- mineralne snovi se v celico vgradijo, zaradi rasti, lahko so tudi koencimi

- v rastlini potekata dva tokova - transpiracijski in asimilantni
  - > **transpiracijski** - od korenin do listov; pretaka se voda z mineralnimi snovmi; po trahejah in traheidah, tok je pasiven
  - > **asimilantni** - od listov do korenin - produkti fotosinteze - hrana, je aktiven; po celicah sitkah, spremljevalke pa dajejo energijo

### **- VPLIV NA FOTOSINTEZO**

- jakost svetlobe (do neke mere svetloba ima vpliv, pri premočni svetlobi fotosinteza stagnira, svetloba nima vpliva)
- količina CO<sub>2</sub> (če ga je premalo, fotosinteza ne poteka, prav tako ne, če ga je preveč)
- temperatura (delovanje encimov)

## **POJMI**

- **kloroplast** - iz dveh koncentričnih membran in notranjega sistema membran zgrajen citoplazemski organel rastlinskih celic; vsebuje klorofil in encime, ki so potrebni za potek fotosinteze

- je središče fotosintetskih reakcij. navzven ga omejujeta 2 membrani, v notranjosti pa so sploščene membranske vrečke - tilakoidi, ki ležijo v brezbarvni stromi ali matriksu. V tilakoidnih membranah so molekule asimilacijskih barvil razporejene v posebnih skupkih, ki jih imenujemo fotosintetske enote (klorofil a in b). Poleg klorofila so v njej še druga barvila, kot so oranžni karoten in rumeni ksantofil. Vsaka fotosintetska enota vsebuje dva fotosistema - fotosistem 1 in fotosistem 2. Ločimo ju po posebnem glavnem barvilu v reakcijskem centru fotosistema - to je klorofil a z absorpcijskim vrhom pri 700 nm v fotosistemu 1 in klorofil b 680 v fotosistemu 2. (Absorpcijski vrh = katero valovno dolžino svetlobe klorofil absorbira v rdečem delu spektra. Absorbira tudi modro svetlobo.

- **tilakoidi** - membranski žepi, ki ležijo v brezbarvnem matriksu kloroplasta, kjer potekajo svetlobne reakcije fotosinteze; Ločimo 2 vrsti tilakoidov: dolgi stromatilakoidi in kratki granatilakoidi, ki so naloženi drug na drugega in tvorijo grana

- v tilakoidnih membranah potekajo svetlobne reakcije fotosinteze, matriksu kloroplasta pa so encimi, ki so potrebni za potek temotnih reakcij.

---

## **EKOLOGIJA**

- je veda o organizmih in okolju; o živi in neživi naravi

- živa narava - biotski dejavniki

-> predstavniki iste in drugih vrst

-> prostor (T), svetloba, vlažnost, menjavanje dan-noč (fotoperiodika), menjavanje letnih časov (sezonska periodika)

- neživa periodika . abiotski dejavniki

- besedo periodika je uvedel zoolog Haeck (1866), oikos - hiša, prebivalstvo, logos - veda

- je interdisciplinarna veda, uporablja opazovanja, experimente

- ekolog - znanstvenik, ekologist - prijatelj narave

- **EKOSISTEM** - zaprt sistem, ki ima enake značilnosti. Sestavljen je iz BIOTOPA (neživ del) in BIOCENOZE (živ del), mogoč je pretok energije in kemijskih snovi; sestoji iz kopenskega, sladkovodnega in morskega dela

- **HABITAT** - karakteristično okolje, v katerem živi določen organizem

- **EKOLOSKA NISA** - okolica, na katero je prilagojen organizem, način življenja organizma v njegovem naravnem okolju; drevo - habitat, niša - krošnja, deblo, veja,...

- **VRSTA** - sistematska enota, vanjo spadajo organizmi, ki so si bolj ali manj podobni (spolni dimorfizem), se razmnožujejo in imajo plodne potomce

- **POPULACIJA** - skupina organizmov iste vrste, ki živijo v določenem okolju v določenem času

- **BIOM** - združbe, ki se raztezajo na velikih gospodarskih pobočjih

-> kopenski biomi: tundra, tajga, deževni gozd, stepa, savana,...

-> morski biomi: morski, sladkovodni

- **BIOSFERA** - tanka plast zemlje, ki se naseljuje z živimi organizmi (ekosistemi, manjše enote,...)

### **NEZIVI DEJAVNIKI OKOLJA**

- klimatski faktorji - T, padavine, veter in jakost svetlobe (sezonska in dnevna periodika)

- edafski faktorji - vrsta prsti, slanost, pH

- fizikalno kemijski faktorji - tok vode, koncentracija kisika, CO<sub>2</sub> v vodi, na površju,...

- vsi organizmi, vsaka vrsta imajo svoje omejitveno oz. strpnostno območje, v katerem lahko živijo

- nad najnižjo in pod najvišjo točko življenjska uspeva. Nekateri organizmi imajo širše strpnostno območje (generalisti), nekateri pa ožje (specialisti)

### **FAKTORJI**

- **TOPLOTA**- vrste, ki lahko živijo v širokem strpnostnem območju glede na toploto, so *EVRIITERME*, če živijo v ozkem strpnostnem območju pa *STENOTERME*

- **VLAZNOST** - vrste, ki lahko živijo v širokem strpnostnem območju glede na vlažnost, so *EVRIHIGRE*, če živijo v ozkem strpnostnem območju pa *STENOHIGRE*

- **SLANOST** - vrste, ki lahko živijo v širokem strpnostnem območju glede na slanost, so *EVRIHALINE*, če živijo v ozkem strpnostnem območju pa *STENOHALINE*

- **HRANA** - vrste, ki lahko živijo v širokem strpnostnem območju glede na hrano so *EVRIFAGA*, če živijo v ozkem strpnostnem območju pa *STENOFAGA*

### **PRETOK ENERGIJE SKOZI EKOSISTEM**

- najpomembnejša stvar je gibanje, za to je potrebna energija; glavni vir je sončna energija, ki jo pretvarjajo rastline v kemično energijo, energija pa se potem pretaka v rastline, živali,...

- **PRODUCENTI** - proizvajalci - rastline, alge, bakterije (nekatero vrste), modrozelenocepljivke - vršijo fotosintezo, razen bakterij, ki vršijo kemosintezo - ko proizvedejo hrano, jo del porabijo zase, del pa "dajo na razpolago" drugim

- **PORABNIKI** - potrošniki

-> 1. reda - HERBIVORI - rastlinojedci

-> 2. reda - KARNIVORI 1. reda (mesojedci)

-> 3. reda - KARNIVORI 2. reda

- med potrošnike uvrščamo tudi zajedavce (parazite) poleg tega pa sem uvrščamo tudi se razkrojevalce (dekompozitorje)

- prehranjevalne verige - zaporedja členov od rastlin do

potrošnikov: rastlinojedcev in mesojedcev. Lahko so različno dolge (3-5 členov), najučinkovitejše so kratke verige, ker je malo možnosti, da bi se prekinile, ob tem pa pride se do manjše izgube energije (10% na člen)

- npr.: trava-polž-ptič -jastreb...