

Fotosynteseoversigt

Indledning



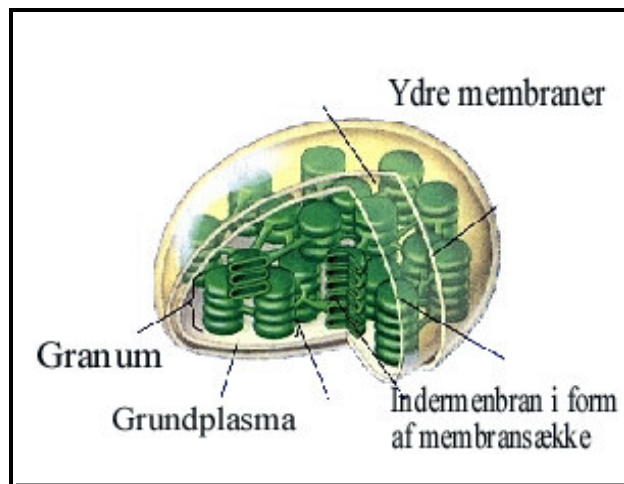
Fotosynteseprocessen ovenfor indeholder to hovedtrin:

1. Absorption af lysenergi og anvendelsen af lysenergi til energiproduktion (ATP) og spaltning af vand til brintioner (H^+), elektroner (e^-) og ilt (O_2).
2. Biokemisk binding af CO_2 og produktion af glucose.

Grønkorn

Første trin er knyttet til grønkornenes grønne farvestof: klorofyl.

Grønkornene indeholder et antal stabler af flade membransække (man kalder stablerne for grana) indlejret i et fælles grundplasma:



Skematisk tegning af et grønkorn

Klorofylmolekylerne sidder på indersiden af membransækkene.

Klorofylmolekylerne danner to typer af lysabsorberende systemer - fotosystem I (som indeholder klorofyl a) og fotosystem II (som indeholder klorofyl b).

I hvert fotosystem er klorofylmolekylerne arrangeret koncentrisk omkring et specielt centralklorofylmolekyle: P680 i system I og P700 i system II.

Fotosystemerne fungerer som hulspejle, der koncentrerer lysenergien på centralmolekylerne.

Fotosystemerne er koblet sammen af en række brintion- og elektrontransporterende stoffer (cytokromer, m.m.) på kryds og tværs af membranen.

Desuden er der ind imellem fotosystemerne placeret store sammensatte proteinmolekyler, der spænder tværs over membranen. Disse molekyler er sædet for ATP produktionen: "ATP-møller".

Fotosynteseoversigt

Figuren viser skematisk princippet i fotosyntesen:

Nederst til venstre er vist et stykke af membranen i en membransæk. Indersiden er nedad og ydersiden er opad.

På membranens inderside er de to fotosystemer placeret (I til højre og II til venstre).

Yderst til venstre er ATP-møllen vist.

Elektrontransport og vandspaltning

Elektroner rives løs fra centralmolekylet i system II, når det modtager tilstrækkeligt lysenergi. Elektronerne føres tværs over membranen og tilbage igen til centralmolekylet i system I (tynd streg).

Herfra løftes elektronerne endnu en gang over membranen når dette molekyle absorberer lysenergi (fortsat tynd streg).

To elektroner af gangen overføres til NADP^+ i grundplasmaet udenfor membransækken:



Centralmolekylet i system II er koblet sammen med et vandspaltende enzym. De løsrevne elektroner erstattes af elektroner fra vandspaltningen:



Ilten diffunderer ud af grønkornet og ud af cellen.

Brintiongradient

- Brintionerne fra vandspaltningen ophobes inde i membransækken.
- Når elektronerne bevæger sig fra ydersiden til indersiden af membranen følger der brintioner med ind fra grundplasmaet.
- Endelig fjerner opbygningen af NADPH en brintion fra grundplasmaet.

Resultatet er at der opbygges en elektrokemisk gradient af H^+ ioner over membranen.

ATP-møllen er bygget til at udnytte denne gradient til produktion af ATP.

Man forestiller sig at de yderste dele af komplekset roterer, når der strømmer brintioner igennem kanalen (ca 3 H^+ pr omgang). En omgang giver et ATP molekyle.

ATP og NADPH + H^+ skal bruges i det andet trin i fotosyntesen: produktion af glucose ud fra kuldioxid.

Binding af kuldioxid

De tolv enzymer, der indgår i trin 2, befinder sig i grønkornets grundplasma. De udgør en cyklisk reaktionsvej, hvor der i den ene ende bindes kuldioxid og i den anden ende frigives glucose. Alle andre medvirkende stoffer gendannes i kredsløbet.

Reaktionsvejen kaldes Calvin-Benson cyklus - opkaldt efter de to biokemikere, der har kortlagt reaktionerne (nobelpris i 1961).

Kredsløbet er vist nederst til højre i figuren.

- Ribulose 1,5 di-fosfat (6 molekyler) reagerer med kuldioxid (6 molekyler). Produktet er ustabilt og spaltes meget hurtigt til glycerolsyre-fosfat (12 molekyler).
- NADPH + H^+ og ATP fra trin 1 bruges til at omdanne glycerolsyre-fosfat til glycerolaldehyd-fosfat (12 molekyler).
- 2 molekyler glycerolaldehyd-fosfat bindes sammen til fructose 1,6 di-fosfat - herfra er der kun få trin til glucose.
- De ti resterende molekyler glycerolaldehyd-fosfat gendanner i de sidste reaktioner 6 molekyler ribulose 1,5 di-fosfat og cyklus begynder forfra.

Netto: 6 CO_2 ind giver 1 $C_6H_{12}O_6$ ud.

Glucosen kan deponeres i cellen som stivelse eller straks sendes til andre dele af planten.

Glucosen er dernæst udgangspunkt for alle andre stofskiftereaktioner i plantecellen.