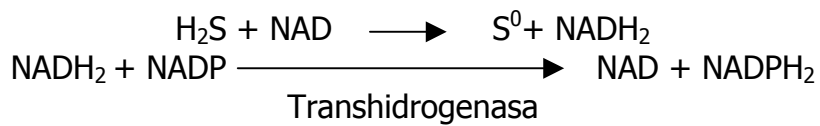


La Fotosíntesi

La fotosíntesi és un conjunt de reaccions que realitzen diversos protocariotes (cianobacteris i alguns bacteris), les algues i les plantes verdes per sintetitzar composts orgànics, mitjançant l'energia lumínica, a partir del diòxid de carboni i d'una substància, l'aigua als eucariotes fotosintètics, i el sulfur d'hidrogen als bacteris fotosintètics, capaç de cedir hidrogen. La fotosíntesi té lloc gràcies a l'existència de pigments específics (bacterioclorofil·la i clorofil·les com a pigments principals, i carotens i ficobilines com a accessoris), capaços d'absorbir l'energia i de transmetre-la a la clorofil·la. Les molècules de pigment amb capacitat de transformar l'energia lumínica en energia química constitueixen els centres de reacció. Moltes molècules de pigment només transporten l'energia absorbida fins al centre de reacció i constitueixen una pantalla. El conjunt centre de reacció-pantalla és anomenat unitat fotosintètica, i en ell per cada molècula del centre de reacció n'hi ha unes 300 de pantalla. Cada unitat fotosintètica va associada a cadenes enzimàtiques que reben l'energia absorbida pel centre de reacció i la transformen en energia química; aquesta associació constitueix un sistema fotosintètic o fotosistema. Hi ha una fase lumínica en què no es desprèn O_2 ; activada amb una excitació màxima a 700 nm i amb intervenció de la clorofil·la a i els carotens, la qual és atribuïda a l'anomenat fotosistema I (FS I), i un fotosistema II (FS II), activat per longituds d'ona inferiors, amb despreniment de O_2 , el qual posseeix associades la clorofil·la a i altres clorofil·les, ficobilines i xantofil·les. Els cianobacteris, les algues i les plantes tenen tots dos fotosistemes, mentre que els bacteris només tenen el FS I. El conjunt d'aquests dos fotosistemes forma una unitat estructural al cloroplast, anomenada quantosoma. La llum excita la molècula de clorofil·la i aleshores els electrons poden transferir-se a una cadena de transportadors. L'esquema de transferència és el característic d'una reacció redox: els electrons agafats per la forma oxidada la converteixen en la forma reduïda de la mateixa molècula, que es reconverteix en la forma oxidada en cedir els electrons a una altra molècula oxidada d'un potencial redox més alt. En aquest procés, el dèficit electrònic del FS II és satisfet pel H_2O , que forneix, amb la seva descomposició (fotòlisi), els electrons que proporciona l'hidroxil (OH^-). El dèficit electrònic del FS I és satisfet pels electrons que, excitats en el FS II, posen en funcionament la cadena redox (Q, plastoquinona, citocrom b 559, citocrom f, plastocianina) en l'anomenat flux acíclic, o bé els electrons que exciten el FS I posen en funcionament una altra cadena redox (Z, ferredoxina, citocrom b6, citocrom f, plastocianina), i es torna al FS I, en l'anomenat flux cíclic. En el flux acíclic es forma ATP i NADPH, mentre que el flux cíclic proporciona només ATP. La fixació del CO_2 i la posterior reducció a glúcids és un procés purament bioquímic i no necessita claror (fase fosca).

Fotosíntesi bacteriana

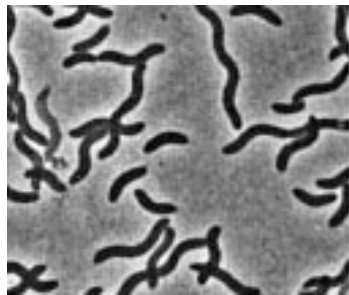
Com obtenen els bacteris fotosintètics el $NADPH_2$ que necessiten per a la reducció del CO_2 a carboni orgànic? Els bacteris fotosintètics viuen en ambients anaeròbics on estan presents el H_2S o altres compostos reduïts. Quan estan disponibles compostos d'un potencial redox suficientment baix, com H_2S , el NAD pot ser reduït i un sistema enzimàtic anomenat transhidrogenasa pot convertir el $NADH_2$ en $NADPH_2$:



Els bacteris fotosintètics que utilitzen H_2S com a font de poder reductor produeixen sofre elemental, que pot acumular-se o bé dins de les cèl·lules (en els bacteris fotosintetitzadors vermells del sofre) o bé fora de les cèl·lules (en els bacteris fotosintetitzadors verds del sofre). El sofre elemental pot ser després oxidat a sulfat (SO_4^{2-}); en aquest cas, l'acumulació de sofre elemental és només transitòria. Una altra font reductora utilitzada per molts bacteris fotosintètics és l'hidrogen molecular (H_2).

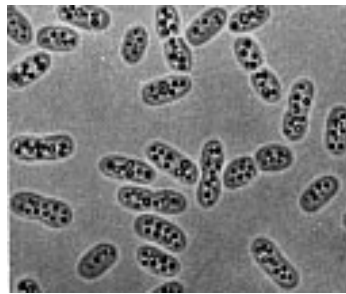
Alguns bacteris fotosintètics creixen fotoheterotròficament, utilitzant la llum com a font d'energia per a la síntesi d'ATP i els compostos orgànics com a fonts de carboni. Durant el creixement fotoheterotròfic la síntesi de NADPH_2 pot no ser essencial, perquè el CO_2 no serveix coma font de carboni.

Bacteris fotosintetitzadors vermells (o purpuris) – Rodospiril·làcies



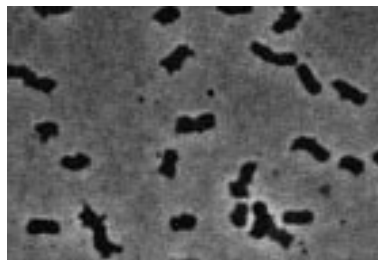
Rhodospirillum rubrum

Bacteris fotosintetitzadors vermells (o purpuris) del sofre – Cromatiàcies



Chromatium vinosum

Bacteris fotosintetitzadors verds del sofre – Clorobiàcies



Chlorobium limicola

	Fotosíntesi dels cianobacteris, de les algues i de les plantes verdes	Fotosíntesi bacteriana
Tipus de clorofil·la	Clorofil·la a (absorbeix en el roig) Alguns tenen clorofil·la b, c, d ó e	Bacterioclорofil·les (algunes absorbeixen en el roig llunyà)
Fase lumínica, fotosistema I (fotofosforilació)	Present	Present
Fase lumínica, fotosistema II (fotofosforilació no cíclica)	Present	Absent
Producció d'O ₂	Sí	No
Font de poder reductor	H ₂ O	H ₂ , H ₂ S, altres compostos sofre, compostos orgànics

La fixació del CO₂

A la major part de les plantes l'acceptor de CO₂ es la ribulosa-1,5-difosfat. El producte resultant és una molècula de 6 àtoms de carboni que ràpidament es descompon en dues de tres àtoms de carboni, l'àcid 3-fosfoglicèric. A través de varies reaccions es converteix en 3-fosfogliceraldehid amb el consum d'ATP i de NADPH₂.

Les plantes que fixen el CO₂ d'aquesta manera s'anomenen **C₃** i el procés és el que es coneix coma cicle de Calvin-Benson.

Algunes plantes, la majoria de zones càlides i seques, fixen el CO₂ per una altra via metabòlica, via de Hatch-Slack, que té un rendiment més alt. Aquestes plantes són, entre d'altres, la canya de sucre, el blat de moro i el mill, i s'anomenen **C₄** perquè el fosfoenolpiruvat fixa el CO₂ i forma oxalacetat que es redueix a malat. Tant l'oxalacetat com el malat tenen 4 àtoms de carboni, i és per això que a les plantes se les anomena **C₄**.

Aquesta via té un significat adaptatiu perquè les plantes creixen amb una major eficàcia tant pel que fa a la producció com a l'estalvi d'aigua.

La fixació del CO₂ a les plantes suculentas

Moltes plantes suculentas de diverses famílies, liliàcies, bromeliàcies, orquidàcies, cactàcies, i crasulàcies, entre d'altres, fixen gran quantitat de CO₂ de nit que no utilitzaran fins el dia següent. Igual que a les plantes C₄, el CO₂ s'uneix al PEP i es transforma en àcid màlic. També es formen altres àcids, que no poden metabolitzar-se sense llum, i que s'emmagatzemen de nit, i donen caràcter àcid al citoplasma i passen als vacúols. A l'endemà surten dels vacúols, el malat es descarboxil·la, i el CO₂ es fixat per la ribulosa-1,5-difosfat com en les plantes C₃. Els vacúols, no tan sols serveixen per acumular aigua, sinó que són

magatzems de carboni que permeten una certa independència de l'intercanvi de CO_2 en l'activitat fotosintètica de la planta. La fixació nocturna del CO_2 i les transformacions de l'endemà, són avantatjoses per les plantes suculentes quan habiten generalment territoris secs. Així asseguren el subministrament de carboni sense arriscar al mateix temps el contingut d'aigua.

La fotorespiració

És una via metabòlica per la qual els vegetals utilitzen l'oxigen per oxidar substàncies amb el consum del NADPH obtingut a la fotosíntesi sense que es produeixi ATP. És consumeix sense cap utilitat. És simultània a la fotosíntesi i independent de la respiració mitocondrial. En hores de sol intens, amb temps càlid i sec, es tanquen els estomes per evitar la pèrdua d'aigua. A l'interior augmenta la quantitat d'oxigen que pot arribar a superar la de diòxid de carboni. Quan passa això s'inicia la fotorespiració. A les plantes C_4 la fotorespiració és pràcticament inexistent pel fet que la fixació prèvia del diòxid de carboni fa que n'augmenti la quantitat interior.