

Indipendentemente dal settore di studi ogni scienziato concorda nel definire la **fotosintesi clorofiliana** come la reazione più importante sul nostro pianeta. Essa infatti consiste, ed è l'unica a saperlo fare, nell'utilizzo dell'energia solare per produrre autonomamente composti per il proprio sostentamento. Come se non bastasse circa 2,4 miliardi di anni fa proprio lo sviluppo di tale meccanismo biosintetico cambiò notevolmente le concentrazioni di ossigeno atmosferiche dando ufficialmente il via allo sviluppo dei nostri avi unicellulari. In questo articolo tratteremo la fase richiedente direttamente energia (*fase luminosa*) concentrandoci sugli organismi vegetali.

### Cos'è la fotosintesi?

La fotosintesi è un processo biochimico e biofisico presente in alcuni organismi unicellulari e in tutte le piante. Essa si basa sulla capacità di utilizzare l'energia luminosa per attivare una serie di reazioni che porteranno alla sintesi di composti a tre atomi di carbonio: questi poi potranno essere utilizzati per la sintesi di svariati composti, tra cui i principali sono l'amido e il saccarosio. In particolare sono le componenti corpuscolari della luce, i fotoni, ad innescare la reazione.

La fotosintesi può essere suddivisa in *fase luminosa* e *fase oscura*. La prima è detta luminosa in quanto necessita, come già detto, che i fotoni la inneschino; la seconda è detta oscura non perché avvenga in assenza di luce, ma perché questa la attiva indirettamente: la luce attiva enzimi, come la **RuBisCo attivasi**, che attivano quelli principali coinvolti nel ciclo di Calvin.

- Approfondimento: [Il Ciclo di Calvin](#)

### Perché le foglie sono verdi?

Le foglie sono verdi perché i pigmenti fogliari non assorbono la luce verde. Come un pò tutti sappiamo, i fotoni possono trovarsi a lunghezze d'onda differenti, e quindi avere più o meno energia. La luce che i pigmenti assorbono si trova nello spettro visibile, quello che vediamo anche noi, ed assorbono solo le lunghezze d'onda comprese tra 400-500 nm e 600-700 nm, ovvero luce blu e rossa. Quella compresa tra 500 e 600 nm è la luce verde che viene riflessa e dona loro la tipica colorazione.

### Cosa significa "assorbire la luce"?

Assorbire la luce significa che l'energia contenuta nel fotone, che dipende appunto dalla sua lunghezza d'onda, "eccita" un elettrone della molecola che lo intercetta. La diversità dei colori che ci circondano dipende dalle diverse capacità delle molecole di assorbire energia fotonica ed eccitare i propri elettroni. Esistono due stati principali: **singoletto** e **tripletto**. Il primo è meno stabile del secondo in quanto nel

processo di eccitazione lo spin resta costante, il secondo invece è caratterizzato da inversione dello spin eccitato con conseguente maggior stabilità.

I pigmenti che assorbono la luce negli organismi sono le **clorofille** e i **carotenoidi**.

### Fotosistemi e pigmenti

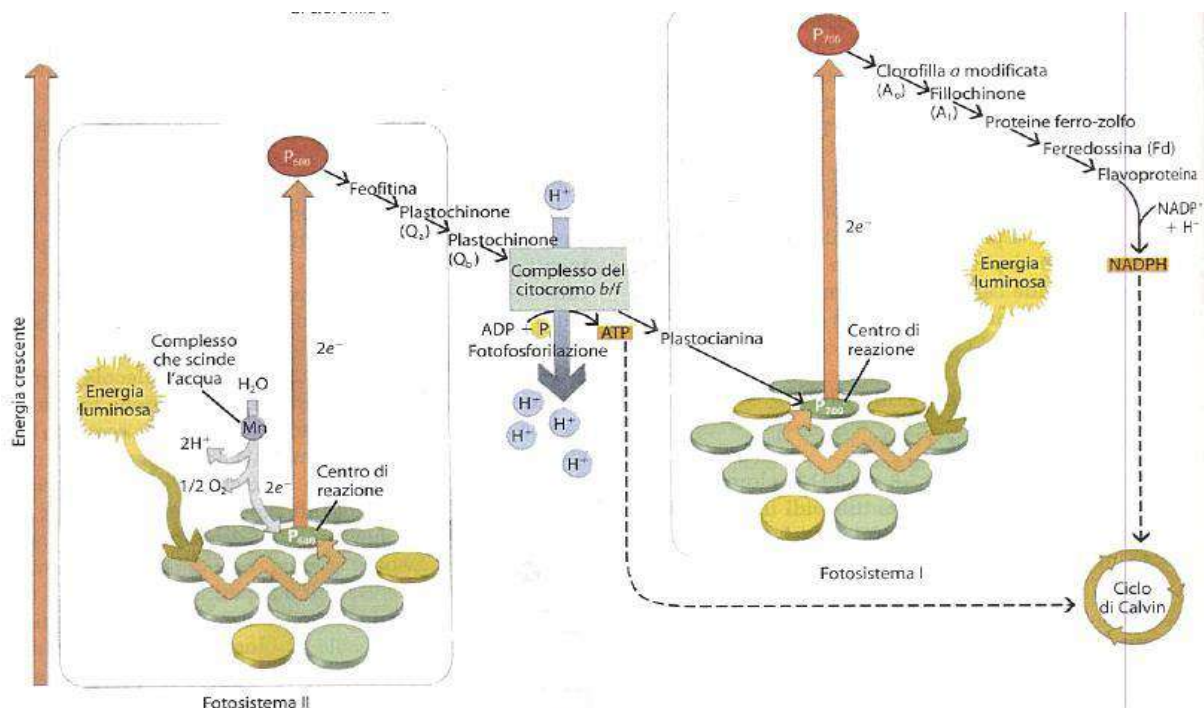
La fotosintesi avviene nei **cloroplasti**; al loro interno ci sono strutture membranali altamente organizzate in pile dette *grana* e in lamelle allungate che li collegano dette *lamelle stromatiche*.

Le macchine biochimiche che innescano la fotosintesi sono i fotosistemi. Ne esistono due chiamati fotosistema I e fotosistema II.

- **Fotosistema II:** detto anche PSII, si trova nelle regioni idrofobiche di impilamento dei grana. Esso assorbe luce con lunghezza d'onda minima a 680 nm. È caratterizzato da un grande complesso proteico con una clorofilla centrale, detta *centro di reazione*, e una serie di altri pigmenti, clorofille accessorie e carotenoidi, laterali. I fotoni eccitano gli elettroni dei pigmenti laterali, tale eccitazione, con un effetto a imbuto, viene trasferita alla clorofilla centrale. Tale trasferimento avviene specialmente per induzione dipolo-dipolo: l'elettrone eccitato induce elettricamente gli elettroni delle molecole vicine, che faranno lo stesso, causando una reazione a catena. Mano a mano che ci si avvicina al centro tale energia viene dispersa in calore. Gli elettroni che tornano nei loro **orbitali** rilasciano piccole fluorescenze visibili al microscopio. La presenza di carotenoidi, molecole con un gran numero di doppi legami coniugati, stabilizzabili quindi per risonanza, aiuta a disperdere eccessi energetici presenti in giornate eccessivamente soleggiate, evitando così formazione di **ROS** e danni alla pianta. Nella porzione del PSII rivolta verso il lume dei tilacoidi è presente un complesso che scinde l'acqua rilasciando i due protoni all'interno del lume e liberando ossigeno. Questo quindi proviene dalla scissione dell'acqua e non dalla CO<sub>2</sub>. Sono anche presenti dei sistemi antenna necessari al coordinamento tra i due fotosistemi.
- **Fotosistema I:** detto anche PSI, si trova sulle lamelle stromatiche. Esso assorbe lunghezze d'onda di 700 nm. Si ha il cosiddetto effetto di "caduta del rosso" in quanto tali lunghezze d'onda hanno poca energia e da sole non bastano ad un'ottimale resa fotosintetica. Esso non possiede il complesso di scissione dell'acqua ed è caratterizzato da due subunità, A e B. Anch'esso è circondato da pigmenti accessori e da sistemi antenna.

## Meccanismo

Lo schema in figura è detto **schema z** ed è utile per capire le differenti proprietà ossidative dei due fotosistemi.



La luce solare irradia i pigmenti e tramite i meccanismi visti prima gli elettroni si eccitano e trasmettono tale energia, in parte dissipata, fino al centro di reazione. L'elettrone di quest'ultimo viene accettato da una molecola di **plastoquinone**. Prima di andare avanti cerchiamo di capire il ruolo dell'acqua.

Ci troviamo infatti in presenza di una clorofilla radicalica privata del proprio elettrone che quindi potrebbe o compensare tale buco rubandolo ad una molecola vicina creando danni o riprendersi l'elettrone appena ceduto annullando di fatto la fotosintesi. Questi stati rendono la clorofilla privata del suo elettrone un forte ossidante. Il buco elettronico viene riempito immediatamente da un residuo di tirosina posto nelle vicinanze: questo sposta la reazione a destra e permette il procedimento del meccanismo.

**Ora però bisogna trovare un elettrone per la tirosina:** questo viene fornito dall'acqua. Ci pensa il complesso rivolto verso il lume dei tilacoidi di cui scrivevo prima: ogni due elettroni persi vengono scisse due molecole di acqua con liberazione di ossigeno e rilascio di protoni nel lume. Questi protoni cominciano a creare un gradiente protonico, diversa concentrazione di protoni, tra il lume e lo stroma. Il meccanismo con cui tale scissione avvenga non è ancora del tutto chiarito.

**Tornando al plastochinone:** questa molecola viene ridotta nei due gruppi carbonilici presenti formando **plastoidrochinone**, servono quindi due elettroni. Questa diffonde verso il complesso **citocromo b6f**. Esso riceve gli elettroni che verranno destinati a due vie diverse: ciclo Q e plastocianina. Un elettrone riduce parzialmente un altro plastochinone formando un plastosemichinone, l'altro ridurrà la plastocianina, una piccola proteina che diffonderà verso il PSI. Oltretutto quando il citocromo riceve gli elettroni pompa due protoni nel lume aumentando il gradiente protonico.

La plastocianina riduce il PSI e, tramite proteine ferro-zolfo, ridurrà la **ferredossina**, proteina fortemente riducente. Essa infatti riduce, non sempre e non solo, tramite l'enzima ferredossina NADP reduttasi il NADP<sup>+</sup> in NADPH. Questo sarà importante nella fase oscura.

Il gradiente protonico generato viene sfruttato da una pompa ATP sintasi di tipo F, come quella nei mitocondri umani, per sintetizzare ATP. Ogni 14 protoni si formano 3 ATP.

### Considerazioni finali

La fotosintesi è quindi un meccanismo molto complesso. Esso, oltre ad avere numerose reazioni di base, presenta anche meccanismi regolatori. Come abbiamo detto infatti i carotenoidi aiutano a dissipare, tramite calore, l'energia in eccesso. Essi possono anche ridurre un eventuale radicale donando un elettrone: infatti la grande presenza di legami coniugati stabilizza tali molecole. I sistemi antenna del PSII sono fondamentali nel caso in cui il PSI, per qualsiasi motivo, lavori "poco": infatti può venire fosforilato causando un cambiamento conformazionale che lo fa muovere fino al PSI favorendo eventuali "riparazioni". Se il problema dovesse essere presente nel PSII la ferredossina, invece che ridurre il NADP<sup>+</sup>, torna indietro e riduce direttamente il plastochinone.

Conoscere a fondo la fotosintesi ci porterà alla creazione di colture estremamente efficienti e a nuove prospettive energetiche.

**Attenzione:** I nostri PDF a volte non contengono tutto il materiale presente nell'articolo originale o potrebbero non essere aggiornati.

Articolo completo: <http://www.biopills.net/articoli/ripassiamo-aiuto-studio/fisiologia-vegetale/fase-luminosa-della-fotosintesi/>