

Scienze naturali: la fotosintesi clorofilliana

Testo di studio (estratto) · Fonte: Wikipedia in italiano, voce «Fotosintesi clorofilliana»

Fotosintesi clorofilliana

La fotosintesi clorofilliana è un processo bioenergetico per mezzo del quale alcuni organismi producono sostanze organiche – principalmente carboidrati – a partire da anidride carbonica atmosferica e acqua utilizzando luce.

[...]

Si tratta del processo di produzione primario di composti organici del carbonio da sostanze inorganiche nettamente dominante sulla Terra (trasforma circa 115×10^9 tonnellate di carbonio atmosferico in biomassa ogni anno), rientrando dunque nel cosiddetto ciclo del carbonio, ed è inoltre l'unico processo biologicamente importante in grado di raccogliere l'energia solare, da cui, fondamentalmente, dipende la vita sulla Terra (la quantità di energia solare catturata dalla fotosintesi è immensa, dell'ordine dei 100 terawatt, che è circa sei volte quanto consuma attualmente la civiltà umana).

Durante la fotosintesi, con la mediazione delle clorofille ed utilizzando la luce sei molecole di CO_2 e sei molecole d' H_2O vengono convertite in una molecola di zucchero glucosio ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Come sottoprodotto della reazione si producono sei molecole di ossigeno, che viene liberato nell'atmosfera. La formula stechiometrica della reazione è: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + h\nu \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

In dettaglio, non tutti gli organismi fotosintetici effettuano la fotosintesi allo stesso modo, ma questo processo inizia sempre con l'assorbimento dell'energia luminosa da parte di proteine chiamate centri di reazione, che contengono pigmenti fotosintetici detti clorofille. Nelle piante, queste proteine si trovano all'interno dei cloroplasti nella membrana dei tilacoidi, mentre nei batteri sono incluse nella membrana plasmatica.

[...]

Nelle piante, nelle alghe e nei cianobatteri, i carboidrati sono prodotti attraverso una serie di reazioni indipendenti dalla luce chiamate ciclo di Calvin, mentre altri batteri utilizzano altre vie metaboliche (fotosintesi NON ossigenica) per effettuare la fissazione del carbonio, come il ciclo di Krebs inverso.

Fasi della fotosintesi ossigenica

La fotosintesi clorofilliana, detta anche fotosintesi ossigenica a causa della produzione di ossigeno in forma molecolare, avviene per tappe riunibili in due

fasi:

- La fase luce-dipendente (o fase luminosa), dipendente dalla luce;
- La fase luce-indipendente (o fase oscura o fase di fissazione del carbonio, di cui fa parte il ciclo di Calvin).

Il processo fotosintetico si svolge all'interno dei cloroplasti. All'interno di questi si trova un sistema di membrane che formano pile di sacchetti appiattiti (tilacoidi). All'interno di queste membrane troviamo delle molecole di clorofilla, aggregate a formare i cosiddetti fotosistemi. Si possono distinguere il fotosistema I e il fotosistema II. I fotosistemi sono un insieme di molecole di pigmenti disposti in modo da circondare una molecola di clorofilla speciale detta "a trappola". L'energia del fotone viene quindi passata di molecola in molecola fino al raggiungimento della clorofilla speciale. Nel fotosistema I la molecola trappola viene eccitata da una lunghezza d'onda di 700 nm, nel fotosistema II da 680 nm.

Tutte queste molecole sono in grado di catturare l'energia luminosa, ma solo quelle di clorofilla a sono in grado di passare ad uno stato eccitato che attiva la reazione fotosintetica. Le molecole che hanno solo funzione di captazione sono dette molecole antenna; quelle che attivano il processo fotosintetico sono definite centri di reazione. La "fase luminosa" è dominata dalla clorofilla a, le cui molecole assorbono selettivamente luce nelle porzioni rossa e blu-violetta dello spettro visibile, attraverso una serie di altri pigmenti coadiuvanti. L'energia catturata dalle molecole di clorofilla consente la promozione di elettroni da orbitali atomici a energia minore ad orbitali ad energia maggiore. Questi vengono subito sostituiti mediante scissione di molecole d'acqua (che, da H_2O si scinde in due protoni, due elettroni ed un ossigeno grazie alla fotolisi, operata dall'OEC, il complesso evolvente ossigeno associato al fotosistema II).

Gli elettroni liberati dalla clorofilla del fotosistema II vengono immessi in una catena di trasporto costituita dal citocromo B6f, durante la quale perdono energia, passando ad un livello energetico inferiore. L'energia persa viene utilizzata per pompare protoni dallo stroma all'interno dello spazio del tilacoide, creando un gradiente protonico. Infine gli elettroni giungono al fotosistema I, che a sua volta, per effetto della luce, ha perso altri elettroni. Gli elettroni persi dal fotosistema I vengono trasferiti alle ferredossina, che riduce $NADP^+$ in NADPH. Tramite la proteina di membrana ATP-sintetasi situata sulla membrana del tilacoide, gli ioni H^+ liberatisi dall'idrolisi dell'acqua passano dallo spazio del tilacoide allo stroma, cioè verso gradiente, sintetizzando ATP a partire da gruppi liberi di fosfato e ADP. Si può formare in media una molecola e mezzo di ATP ogni due elettroni persi dai fotosistemi.

La fase di fissazione del carbonio o ciclo di Calvin (chiamata anche fase al buio o fase luce indipendente) comporta l'organizzazione della CO₂, ossia la sua incorporazione in composti organici e la riduzione del composto ottenuto grazie all'ATP ricavato dalla fase luminosa.

In questo ciclo è presente un composto organico fisso, il ribulosio-bisfosfato, o RuBP, che viene trasformato durante la reazione fino a tornare al suo stato iniziale. Le 6 molecole di ribulosio bisfosfato presenti nel ciclo di Calvin reagiscono con l'acqua e l'anidride carbonica subendo una serie di trasformazioni ad opera dell'enzima ribulosio-bisfosfato carbossilasi o rubisco. Alla fine del processo, oltre alle 6 RuBP nuovamente sintetizzate, si originano 2 molecole di gliceraldeide 3-fosfato, che vengono espulse dal ciclo come prodotto netto della fissazione. Per essere attivato, il ciclo di Calvin necessita di energia chimica e supporto mediante l'idrolisi di 18 ATP in ADP e dell'ossidazione di 12 NADPH in NADP⁺ e ioni liberi di idrogeno H⁺ (che sono protoni). L'ATP e la NADPH consumate durante il ciclo di Calvin vengono prelevate da quelle prodotte durante la fase luminosa e una volta ossidate, tornano a far parte del pool disponibile per la riduzione. Complessivamente, nel ciclo di Calvin vengono consumate 6 molecole di CO₂, 6 di acqua, 18 di ATP e 12 di NADPH per formare 2 gliceraldeide 3-fosfato (abbreviato in G3P), 18 gruppi liberi di fosfato, 18 ADP, 12 protoni, 12 NADP⁺.

Le due molecole di gliceraldeide 3-fosfato formatesi durante il ciclo di Calvin vengono utilizzate per sintetizzare glucosio, uno zucchero a 6 atomi di carbonio, in un processo perfettamente inverso alla glicolisi, o per formare lipidi quali acidi grassi oppure amminoacidi (aggiungendo un gruppo amminico nella struttura). I prodotti finali della fotosintesi, quindi, svolgono un ruolo di fondamentale importanza nei processi dell'anabolismo degli organismi autotrofi.

[...]

Estratto letterale della voce «Fotosintesi clorofilliana» di Wikipedia, l'enciclopedia libera (https://it.wikipedia.org/wiki/Fotosintesi_clorofilliana), revisione 152412937 del 10/09/2026, consultata il 23/09/2026. Autori: contributori di Wikipedia. Licenza Creative Commons Attribuzione-Condividi allo stesso modo 4.0 (CC BY-SA 4.0), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.it>. Sono stati scelti paragrafi interi; le parti omesse sono indicate con [...]. Le formule sono riportate come testo; note e figure omesse. Il testo non è stato modificato.