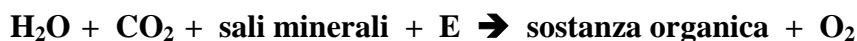
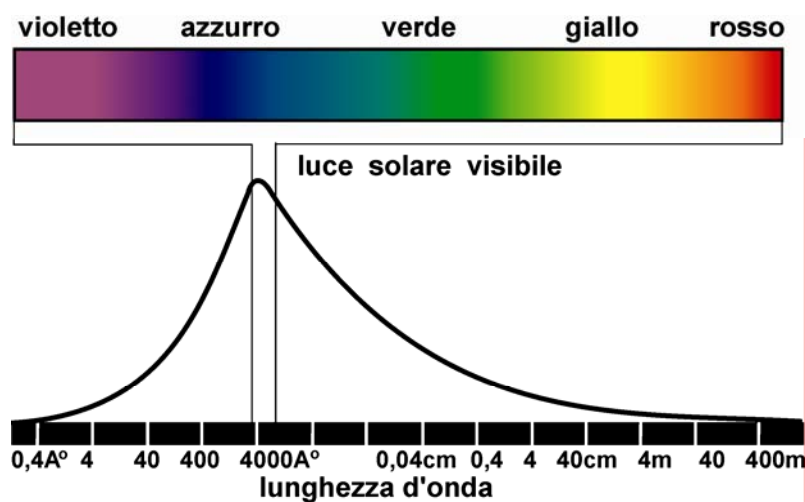


## 20 - AUTOTROFIA

I sistemi di produzione di energia visti fino ad ora sono quelli utilizzati da tutti gli organismi a partire da sostanza organica. Quelli eterotrofi si procurano sostanza organica dall'esterno, ma ve ne sono altri (**autotrofi**) in grado, a partire da *sostanze inorganiche semplici* (**acqua**, **anidride carbonica** e **sali**) quali fonti di carbonio (C), idrogeno (H), ossigeno (O), azoto (N) e altri elementi in piccolissime quantità, di costruire *sostanze organiche complesse* (per esempio zuccheri). Le sostanze organiche, di cui sono costituiti gli stessi organismi e/o utilizzate per i processi metabolici, sono costituite da una "impalcatura" di atomi detti "*elementi primari plastici*" (C, H, O e N); in essa entrano a far parte altri elementi (zolfo nelle proteine, fosforo negli acidi nucleici, ferro nell'emoglobina,...) che derivano dai Sali minerali (vedi **schede 1 e 4**). Il processo compiuto dagli organismi autotrofi è il seguente:



CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O non sono più prodotti come accade nei processi descritti nelle **schede 18 e 19**, ma i reagenti di partenza, cioè materie prime assunte dall'ambiente. Il risultato è costituito da complesse molecole organiche "rifinite" con atomi metallici derivanti dai sali minerali (nutrienti) sciolti nell'acqua. Si tratta di un processo anabolico poiché comporta la costruzione di complesse molecole organiche a partire da semplici composti inorganici. Il simbolo di energia (E) compare a sinistra dell'equazione, ma potrebbe essere segnato a destra con segno negativo; ciò significa che si tratta di un processo endoergonico (vedi **scheda 17**).



Trattandosi di un processo endoergonico è necessaria una fonte di energia. Quando questa è rappresentata da onde elettromagnetiche nel campo del visibile (luce) si utilizza il termine "**fotosintesi**" (per esempio piante verdi e fitoplancton).

Vi sono organismi fotosintetici in grado di utilizzare altri donatori di ossigeno tra i quali, per esempio, l'idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S). In questo caso il prodotto finale anziché ossigeno è lo zolfo elementare:



In generale la sostanza organica costruita da un fotoautotrofo può essere utilizzata dallo stesso organismo per aggiungere materia di cui esso stesso è costituito, oppure può essere demolita secondo uno dei processi aerobici o anaerobici illustrati nelle **schede 18 e 19**. Infatti anche un vivente autotrofo deve produrre ATP dal quale attingere energia per tutte le funzioni vitali. La differenza rispetto ad un eterotrofo consiste nel modo di procurarsi sostanza organica: costruendosela per il primo ed assumendola dall'esterno per il secondo. Pertanto un'alga o una quercia compiono sia il processo di fotosintesi, sia quello di respirazione aerobica; si potrebbe pensare che producano tanto ossigeno quanto ne consumano. In realtà la massa di sostanza organica costruita rispetto a quella distrutta è maggiore, altrimenti non vi sarebbe accrescimento; quindi è complessivamente maggiore la quantità di ossigeno prodotto rispetto a quello consumato dallo stesso vegetale, a vantaggio degli organismi eterotrofi che sono esclusivamente consumatori.

Una quercia, nell'inverno, non compie processi (o quasi) cioè presenta un metabolismo prossimo allo zero, quindi non produce e non consuma; come se non esistesse. Durante la stagione calda produce più sostanza organica di quanta ne consuma e per tale motivo cresce, cioè aumenta di massa. La giornata di 24 ore è divisa in un periodo di buio ed uno di luce. Nella notte la pianta demolisce (con la respirazione aerobica) sostanza organica per ottenere energia per produrre ATP. Durante il periodo di luce, oltre ai processi di demolizione, attiva anche quelli di produzione di sostanza organica (fotosintesi). Le quantità di sostanza organica e di ossigeno prodotte durante il periodo di luce sono superiori a quelle demolite e consumata nell'arco delle 24 ore.

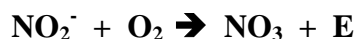
Un organismo fotoautotrofo per crescere deve aumentare la sua massa organica, cioè deve essere positivo il bilancio tra produzione e consumo (la prima superiore al secondo). La conseguenza è un surplus di ossigeno (ne viene prodotto più di quanto ne viene consumato). Questo surplus è all'origine della presenza di ossigeno nell'atmosfera e nelle acque dei fiumi, dei laghi e dei mari. La maggior parte dell'ossigeno presente sul nostro pianeta viene prodotto dagli organismi vegetali acquatici. Sebbene le foreste, nel bilancio globale dei gas presenti nell'atmosfera, siano molto importanti nell'assorbire CO<sub>2</sub> e nell'emettere O<sub>2</sub>, maggiore è il contributo dei piccolissimi organismi costituenti il fitoplancton degli oceani che riforniscono le acque (e quindi l'atmosfera) di ossigeno.

Alcuni affermano che non bisogna tenere piante da appartamento nelle camere da letto. Durante la notte, secondo costoro, tali piante non fotosintetizzando, si comportano come qualsiasi eterotrofo, limitandosi a consumare ossigeno, che viene così sottratto alle persone e a produrre CO<sub>2</sub>, contribuendo all'inquinamento dell'aria nella camera. Tali affermazioni contengono un poco di vero, ma bisogna ragionare sulle quantità in gioco. L'O<sub>2</sub> consumato e la CO<sub>2</sub> prodotta da alcune piante in vaso durante la notte sono quantità molto piccole rispetto a quelle dovute alla presenza di una persona. Se veramente occorresse tenere conto di tale preoccupazione, allora bisognerebbe dormire in una camera sempre soli, in quanto una persona in più consumerebbe più O<sub>2</sub> di quanto ne consumerebbero numerose piante in vaso; oppure bisognerebbe dormire con la finestra sempre spalancata, anche in inverno. Se anche le piante (o più persone che dormono nella stessa camera) consumassero tanto ossigeno e quindi ve ne fosse molto meno da respirare, non succederebbe proprio nulla. All'altitudine di 2.000 m s.l.m. la pressione dell'aria è minore, con un 25 % di O<sub>2</sub> in meno rispetto alla pianura; eppure si respira bene; anzi si ha l'impressione di respirare meglio in montagna, a meno che non si vada troppo in alto. Inoltre la CO<sub>2</sub> non è un gas tossico; nella camera da letto ve ne potrebbe essere anche il doppio, il triplo o anche dieci volte di più e nessuno si accorgerebbe di nulla. In conclusione, se piace l'arredamento con piante vive, non vi sono ragioni igieniche per rinunciarvi; anzi, durante l'inverno, la presenza di tali piante contribuirebbe a mantenere più alto il tasso di umidità negli appartamenti, solitamente troppo caldi e "secchi" (quindi dannosi all'apparato respiratorio) a causa del riscaldamento artificiale.

Alcuni autotrofi, invece di sfruttare la luce quale fonte di energia, utilizzano sostanze inorganiche che vengono ossidate con consumo di ossigeno e liberazione di energia che viene utilizzata per i processi di sintesi di molecole organiche (**chemiotrofismo**). Sono organismi chemiotrofi i *batteri nitrificanti* che compiono l'ossidazione di ammoniaca a nitrato. Batteri del genere *Nitrosomonas* ottengono energia nel seguente modo:



Questi batteri, che si trovano nel suolo o nelle acque, liberano acido nitroso (HNO<sub>2</sub>) che si può scindere in ioni idrogeno (H<sup>+</sup>) e anioni NO<sub>2</sub><sup>-</sup> agendo come fonte di nitriti. Questi ultimi possono ancora essere ossidati, dagli altri batteri, a nitrati (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dall'acido nitrico HNO<sub>3</sub>), Sali nutrienti molto importanti per i vegetali:



I *solfobatteri*, come quelli del genere *Beggiatoa*, ossidano l'idrogeno solforato a zolfo elementare (S):



Altri *solfobatteri*, come alcuni del genere *Thiobacillus*, ossidano lo zolfo elementare ad acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) che può essere fonte di solfati (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) per i vegetali:



Fra i chemioautotrofi vi sono infine da ricordare i *ferrobatteri*, che compiono l'ossidazione del ferro bivalente (Fe<sup>2+</sup>) a ferro trivalente (Fe<sup>3+</sup>).

In sintesi, gli organismi autotrofi costruiscono complesse sostanze organiche; queste vengono utilizzate dagli stessi con le identiche modalità degli eterotrofi, in quanto l'obiettivo principale per tutti è la costituzione di una riserva di adenosintrifosfato (ATP). Le differenze metaboliche tra gli organismi dipendono dal modo con cui si procurano la sostanza organica (autotrofia o eterotrofia) e dal modo con cui la demoliscono per ottenere energia per ottenere ATP (glicolisi, ossidazione, fermentazione,...). Per comprendere bene il ruolo di un organismo nell'ambiente circostante, la classificazione dei processi metabolici con i quali ricava energia, come vedremo, è molto importante.

Più di 3 - 4 miliardi di anni fa sulla Terra non esisteva vita e non c'era ossigeno nelle acque e nell'atmosfera. Pertanto i primi semplici organismi dovevano essere tutti eterotrofi e chemioautotrofi anaerobi. Circa 1,5 - 2 miliardi di anni fa comparvero i primi organismi fotoautotrofi e quindi iniziò la produzione di ossigeno che andò ad arricchire prima le acque degli oceani e poi l'atmosfera. La disponibilità di ossigeno ha poi permesso l'affermazione dei processi metabolici aerobi che, rispetto a quelli anaerobici, sono caratterizzati da un miglio rendimento energetico.

La presenza di ossigeno nell'atmosfera ha permesso lo sviluppo della barriera di ozono nei suoi strati superiori. L'ozono infatti si forma dal bombardamento dei raggi ultravioletti (UV) sull'ossigeno stesso. Tale barriera, a sua volta, limita fortemente l'intensità delle radiazioni ultraviolette sulla superficie della Terra. Nell'acqua i raggi UV sono fermati, per la maggior parte, già dallo strato più superficiale di pochi centimetri). I raggi UV sono letali per gli organismi e prima dell'arricchimento di ossigeno nell'atmosfera (più o meno un miliardo di anni fa) e quindi prima della formazione della barriera di ozono, la vita era impossibile fuori dai mari. Circa 800 milioni di anni fa, grazie alla barriera di ozono, iniziò la colonizzazione delle terre emerse.