

La **fissazione dell'azoto** è un processo biologico grazie al quale l'azoto atmosferico N_2 viene organizzato in ammonio NH_4^+ , una forma che permette all'azoto di entrare nel suo **ciclo biogeochimico**. In natura, però, soltanto alcuni batteri sono in grado di compiere questa trasformazione e tutti gli altri organismi si appoggiano ad essi instaurando delle vere e proprie relazioni simbiotiche, come è il caso delle piante superiori.

Chi compie la fissazione dell'azoto?

I batteri che fissano l'azoto sono chiamati **azotofissatori** e possono trovarsi sia in associazione con piante ospiti che liberi nel suolo. Fra le piante ospiti più comuni vi sono le leguminose che vivono in simbiosi con alcuni generi di batteri azotofissatori, comunemente chiamati **rhizobia**; quelli liberi invece sono solitamente cianobatteri (*Anabaena*), batteri aerobici (*Azotobacter*) e batteri anaerobici fotostintetici (*Rhodospirillum*) o non fotosintetici (*Clostridium*). In generale, pur essendoci una gran tipologia batterica, per la fissazione si richiede un ambiente anaerobico o poco ossigenato.

Questo perchè la **nitrogenasi**, enzima che catalizza le reazioni di fissazione, possiede dei siti che facilitano lo scambio di elettroni ad alta energia, per cui l'ossigeno, essendo un forte accettore di elettrone, potrebbe danneggiare lo stesso complesso enzimatico. Ora, tra i batteri sopracitati alcuni vivono già in condizione anaerobiche mentre altri hanno la facoltà di creare un proprio ambiente anaerobico anche in presenza di ossigeno: un esempio sono i cianobatteri che hanno delle cellule specializzate, le eterocisti, che mancando del fotosistema II non possono dunque produrre ossigeno.

Dove avviene la fissazione?

I siti che ospitano i batteri azotofissatori sono i **noduli**, organi della pianta ospite racchiusi da membrane che derivano dalla membrana plasmatica delle cellule vegetali. Nelle leguminose, sono proprio i batteri che inducono la pianta a formare tali strutture: in condizioni di concentrazioni limitate di azoto avviene che i simbionti si cercano attraverso un elaborato sistema di segnali.

I geni delle piante specifici per la nodulazione sono i geni della **nodulina** (*Nod*) mentre quelli dei batteri sono i geni della **nodulazione** (*nod*); i batteri vengono richiamati dalla pianta attraverso degli attrattanti chimici, come isoflavonoidi e betaine secrete dalle radici, che attivano la proteina NodD dei batteri che a sua volta induce la trascrizione di altri geni *nod*. Questi ultimi codificano per proteine di nodulazione, chiamate **fattori Nod**, ovvero delle molecole di segnale lipochitin oligosaccaridiche, necessarie per formare la struttura di base del nodulo.

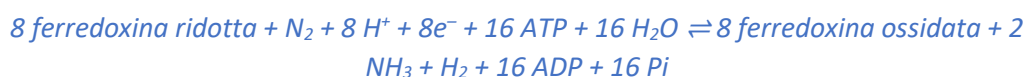
Formazione del nodulo

Il primo processo di formazione del nodulo è l'**infezione**, durante la quale i fattori Nod sintetizzati dai rizobi attaccati ai peli radicali inducono un incurvamento della cellula del pelo radicale; così i rizobi vengono racchiusi nel compartimento formato dal ripiegamento portando alla degradazione delle pareti cellulari dei peli. Il passaggio seguente implica la formazione del **filamento d'infezione**, un'estensione tubulare interna alla membrana e prodotta dalla fusione delle vescicole del Golgi nel punto d'infezione.

Questo, pieno di rizobi in proliferazione, si allunga attraverso i tessuti radicali in direzione del nodulo in via di sviluppo (**primordio del nodulo**), generato dalla proliferazione delle cellule corticali della radice. Soltanto dopo un segnale da parte delle piante, i batteri smettono di proliferare e iniziano a differenziarsi ed ingrandirsi in organuli definiti **batterioidi**, circondati da una membrana batterioidea ben definita.

La Nitrogenasi fissa N₂

Individuato il sito di fissazione, bisogna esaminare l'enzima batterico, o meglio il complesso enzimatico, che è in grado di svolgere la seguente reazione:



Questo complesso è la **nitrogenasi**, che può essere separato in due componenti:

- la Fe proteina (30-72 KDa) che contiene per ogni dimero un gruppo 4Fe e un gruppo 4S²⁻, che partecipano alle reazioni di ossidoriduzioni coinvolte nella fissazione;
- la MoFe proteina (180-235 KDa) che ha quattro subunità, con due atomi di Mo per molecola in due ammassi Mo-Fe-S.

Nella reazione generale di riduzione complessiva dell'azoto, la ferredossina dona elettroni (si ossida) alla Fe proteina (si riduce); è necessaria l'idrolisi di ben 16 molecole di ATP in ADP e P inorganico per far cambiare conformazione alla Fe proteina. Questa è capace, in tale conformazione, di ridurre la Mo-Fe proteina, la

quale riduce sia l'azoto in due molecole di ammoniaca sia due protoni per formare H_2 .

In conclusione, vedendo l'enorme spesa energetica che molti organismi microbici compiono per effettuare questa reazione, si può dire che, ad oggi, la fissazione dell'azoto atmosferico rimane uno dei processi biologici più importanti per garantire a tutti gli esseri viventi di poter utilizzare uno degli elementi essenziali per la vita.

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/microbiologia/fissazione-dell-azoto-simbiosi-tra-piante-e-batteri/>

© BioPills. All Rights Reserved