

Sintesi - Capitolo 4

Bioenergetica

Reazioni esoergoniche e reazioni endoergoniche

L'analisi del ΔG si applica anche alle reazioni biologiche, distinguendole in *esoergoniche* ($\Delta G < 0$) ed *endoergoniche* ($\Delta G > 0$).

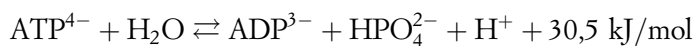
La variazione di energia libera riferita allo **stato standard biologico**, indicata con $\Delta G^{\circ'}$, è definita in condizioni diverse dal solito: le concentrazioni di reagenti e prodotti sono tutte pari a 1 M, salvo $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ (cioè pH = 7) e la temperatura è 37 °C.

I processi biologici si svolgono generalmente in molti passi successivi, al fine di avvicinarsi il più possibile a un processo reversibile, migliorando il proprio rendimento.

Quelli esoergonici compongono il **catabolismo**, ossia la demolizione dei nutrienti. L'energia che si libera viene utilizzata all'interno dell'**anabolismo**, vale a dire nella sintesi delle macromolecole, nel trasporto delle sostanze e nel **lavoro meccanico** (movimento).

Sistema ATP-ADP

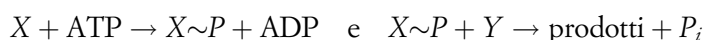
Il trasportatore obbligato di energia dal catabolismo ai processi endoergonici è l'**ATP** (adenosintrifosfato), che dà la reazione reversibile



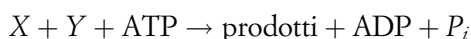
(in genere l'acqua e le cariche vengono omesse, e la specie HPO_4^{2-} viene indicata semplicemente con P_i)

Il ruolo fondamentale dell'ATP sta non tanto nel fatto di essere una molecola ad alta energia, quanto piuttosto nell'aver un contenuto energetico medio; di conseguenza, nell'essere in grado di accettare energia da molecole che ne sono ricche e di passarla ad altre che ne sono povere.

Per svolgere questo compito l'ATP sfrutta l'accoppiamento di due reazioni tramite un intermedio comune:



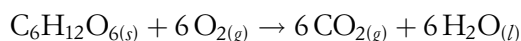
che, sommate, danno la reazione complessiva



Produzione di ATP

La maggior parte dell'ATP si forma a partire da due altre sostanze (**coenzimi**): il **NADH** (nicotinammideadeninucleotide ridotto) e il **FADH₂** (flavinadeninucleotide ridotto). Essi, trasportatori di elettroni, nella loro forma ossidata (NAD e FAD) accettano elettroni dalle sostanze nutrienti e li cedono all'ossigeno nella **catena respiratoria**, dando luogo, durante questa fase, a due (da ogni FADH₂) o tre (da ogni NADH) molecole di ATP.

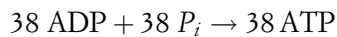
Per esempio, il catabolismo del glucosio complessivamente consiste nella sua combustione:



che ha un

$$\Delta G^{\circ'} = \Delta H^{\circ'} - T\Delta S^{\circ'} \approx \Delta H^{\circ'} = -2870 \text{ kJ/mol}$$

Da questo processo la cellula ricava 38 ATP:



che ha un

$$\Delta G^{\circ'} = 38 \times 30,5 = 1159 \text{ kJ}$$

Il rendimento si ricava quindi da

$$(1159/2870) \times 100\% \cong 40\%$$

Il rendimento reale è di fatto superiore, perché le concentrazioni dei reagenti non sono quasi mai 1 M, come previsto dalle condizioni standard.