

La mutevole attività dell'anidrasi carbonica da enzima respiratorio a enzima digestivo

L'anidrasi carbonica è un enzima che riveste un'importanza fondamentale per la corretta funzionalità digestiva. La produzione dell'anidrasi carbonica è influenzata da fattori alimentari che riescono a inibirla o ad attivarla.



La respirazione è l'attività che permette, tramite il corretto funzionamento dell'apparato respiratorio, di assimilare ossigeno dall'aria esterna ed espellere, attraverso il medesimo apparato, anidride carbonica all'esterno. A livello tissutale tutte le cellule dell'organismo raggiunte dal flusso sanguigno arterioso assumono ossigeno, per poter eseguire tutte le reazioni del metabolismo anabolico, e cedono anidride carbonica, come risultato finale del metabolismo catabolico, al ritorno venoso del flusso ematico. Tale attività può essere definita "respirazione cellulare".

Pier Enrico Rossi
Medico veterinario

Sia l'ossigeno che l'anidride carbonica sono molecole allo stato gassoso; per essere trasportato dal flusso ematico, l'ossigeno (molto reattivo) si lega direttamente all'emoglobina, mentre l'anidride carbonica (notoriamente inerte) deve prima subire una trasformazione, reagendo con l'acqua, per dare origine all'acido carbonico.

L'anidrasi carbonica, enzima presente nei globuli rossi del sangue, ha il compito di catalizzare la reazione tra anidride carbonica (CO₂) e acqua (H₂O), dando origine all'acido carbonico (H₂CO₃) secondo l'equazione chimica: $H_2O + CO_2 \leftrightarrow HCO_3^- + H^+$.

La direzione in cui la reazione ha luogo dipende dalla concentrazione di CO₂: se questa è bassa, come nei polmoni, l'acido viene dissociato e viene liberata anidride carbonica; se è elevata, l'anidride carbonica si lega all'acqua che forma i carbonati e questi vengono trasportati dal sangue ai polmoni.

Esistono almeno 12 isoforme di anidrasi carbonica, a seconda del tessuto o del tipo di cellule in cui sono localizzate. Tra i ruoli biologici ormai riconosciuti alle varie forme di anidrasi carbonica vi sono:

- acidificazione del tessuto renale;
- controllo della pressione oculare;
- controllo ionico dell'apparato riproduttivo;
- riassorbimento osseo;
- controllo della gluconeogenesi;
- controllo dell'eccitabilità neuromuscolare;
- secrezione acida gastrica.

Il ruolo svolto dall'anidrasi carbonica nella secrezione acida gastrica rende tale enzima indispensabile per la



Dida



FACCO "LIBERA"
 BARNY LAYER & BARNY PULLET SYSTEMS
 FOR YOUR COMPETITIVE CAGE FREE NEEDS



FACCO
 POULTRY EQUIPMENT

OFFICINE FACCO & C. S.p.A.
 Via Venezia, 30 - 35010 Marsango (PD) Italy
 Tel. +39 049 9698111 Fax +39 049 9630605
facco@facco.net • www.facco.net

corretta funzionalità digestiva. L'acido cloridrico, HCl, prodotto dalle cellule parietali dello stomaco, è in grado di portare il pH del lume gastrico a valori compresi tra 1 e 2. Le cellule parietali devono operare contro un gradiente molto elevato (essendo il pH una scala logaritmica, portare protoni dallo spazio intracellulare – avente un pH di circa 7 – a quello luminale – che può essere di 1 – significa avere una differenza di concentrazione anche di 1 milione a 1) e sono quindi dotate di molti mitocondri, poiché la loro attività è molto dispendiosa. Il pH basso ha la funzione di rendere l'ambiente inospitale per i macro e microrganismi, denaturare le proteine alimentari e attivare il pepsinogeno in pepsina. Inoltre l'acido cloridrico favorisce l'assorbimento di calcio e ferro combinandosi con essi, formando sali solubili.

Il bicarbonato HCO_3^- viene prodotto dalle cellule epiteliali e ha la funzione di neutralizzare l'alta acidità per rendere possibile la sopravvivenza delle cellule della parete dello stomaco. In questa funzione riceve l'aiuto del muco, un colloide viscoso prodotto dalle cellule mucipare che protegge la mucosa gastrica dagli acidi digestivi, intrappolando HCO_3^- al suo interno.

Quindi l'anidride carbonica derivata dal catabolismo cellulare, legandosi con l'acqua in una reazione catalizzata dall'anidrasi carbonica, dà origine all'acido carbonico: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$. L'acido carbonico si dissocia poi spontaneamente, formando bicarbonato e un protone $\text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$.

È grazie all'azione dell'anidrasi carbonica che viene alimentata la pompa protonica H^+/K^+ ATPasi che trasferisce protoni nel lume gastrico, scambiandoli con ioni potassio,

ed è sempre grazie all'anidrasi carbonica che si alimenta di ioni bicarbonato l'antiporto* $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ grazie al quale gli ioni di cloro entrano nel lume contro il loro gradiente, col risultato della formazione di acido cloridrico HCl nel lume gastrico.

L'anidrasi carbonica è quindi fondamentale oltre che per la respirazione anche per la digestione. In animali a lunga vita, quali riproduttori e ovaiole, frequentemente, con l'avanzare dell'età, si presenta una riduzione dell'attività epatica e renale, con conseguente limitazione delle principali vie metaboliche di attivazione e detossificazione dei substrati alimentari. Un fegato o un rene compromessi non saranno in grado di attivare la provitamina D a Vitamina D, con tutte le conseguenze negative che ne seguiranno.

La produzione di anidrasi carbonica è molto influenzata da fattori alimentari in grado di inibirne o attivarne la produzione. Inibitori dell'anidrasi carbonica sono l'anione clorato, silicati e solfati, mentre esercitano un'azione di attivazione gli anioni fosfato e calcico e in particolari alcuni glicosidi. Questi sono un gruppo eterogeneo di sostanze naturali, ampiamente diffuse nel mondo vegetale, accumulate da una struttura che vede legate assieme una parte zuccherina, chiamata glicone, e una parte non zuccherina, chiamata genina o aglicone. I glicosidi si comportano come dei veri e propri pro-farmaci: una volta assunti subiscono infatti dei processi di idrolisi enzimatica che separano la parte zuccherina dall'aglicone; quest'ultimo, in genere, rappresenta la frazione farmacologicamente attiva della molecola.

L'inclusione di essenze vegetali, quali *Solanum glaucophyllum* (insieme al Cardo mariano) ed estratto di *Aspergillus oryzae*, è in grado di esercitare una forte azione di attivazione della produzione di anidrasi carbonica.

L'azione dell'*Aspergillus oryzae* è in grado di attivare la produzione endogena di anidrasi carbonica, ma soprattutto di apportare direttamente nel lume intestinale acido carbonico ed enzimi, in grado di provocare l'idrolisi del glicoside presente nel *Solanum glaucophyllum*, liberando 1,25-diidrossicolicalciferolo, che rappresenta la forma attiva della Vitamina D₃. Tale essenza favorisce l'assorbimento intestinale del calcio e del fosforo, stimolando la deposizione ossea di Ca e P, mobilitando il Ca e il P osseo, favorendo le funzioni muscolari e l'attività immunitaria.

I glicosidi del Cardo mariano, quali la silibina, l'isosilibina e la silicristina, favoriscono invece la rigenerazione del tessuto epatico, ottimizzando l'indice di conversione.

* L'antiporto (trasporto di membrana) consente il passaggio contemporaneo, ma in direzioni opposte, di due ioni e/o molecole differenti. Il simporto consente il passaggio contemporaneo, ma nella stessa direzione, di due ioni e/o molecole differenti.