



DAIRY ZOOM

Chimica, biochimica e fisiologia della produzione del latte

di ALESSANDRO FANTINI

Guidare le fermentazioni ruminanti

L'essenza stessa della nutrizione della vacca da latte è quella di "pilotare" a nostro vantaggio le fermentazioni ruminanti, con l'obiettivo di ottenere nelle 24 ore la massima produzione di biomassa ruminale e di acidi grassi volatili. Visto che il rumine non è in grado da solo di apportare l'intero pool di nutrienti necessari all'espletamento di tutte le funzioni fisiologiche essenziali come la produzione, il mantenimento, la crescita, la gravidanza, etc. si completano questi nutrienti con una quota di essi a bassa degradabilità ruminale, ma alta digeribilità intestinale, definiti in gergo "by-pass".

In quest'ultima frazione di alimenti troviamo proteine vere, carboidrati digeribili a livello intestinale, come gli amidi e gli zuccheri, i grassi, le vitamine, gli oligoelementi e i macrominerali.

Come spesso si suol dire l'alimentazione della vacca da latte s'interessa distintamente del rumine e della bovina stessa. Quando per formulare razioni vengono utilizzati i vari nutrienti con le loro innumerevoli sottofrazioni cerchiamo sostanzialmente di onorare questi principi. Milioni di anni fa, alcune linee evolutive di erbivori si affacciarono sul nostro pianeta, grazie alla selezione naturale, in grado di fermentare la cellulosa. Questa molecola è la più diffusa nel mondo vegetale in quanto è il maggior componente della cellula vegetale. Per un organismo vivente poter trarre energia da una molecola così diffusa fu un vantaggio evolutivo fortemente premiante, in quanto gli dava accesso ad un'enorme quantità di cibo, di disponibilità quasi illimitata. Questo tipo d'animale si è potuto evolvere grazie ad un rapporto saprofitico con popolazioni batteriche in grado di utilizzare le cellulose. Per rapporto saprofitico s'intende che tra i batteri e l'ospite si stabilisce un rapporto vantaggioso per entrambi. I batteri trovano

quelle condizioni ideali per vivere e replicare e l'ospite utilizza le popolazioni microbiche morte e i loro prodotti secondari della fermentazione, come cibo per se. Da presenze marginali di popolazioni batteriche in grado di fermentare la fibra e lo sviluppo di strutture anatomiche a valle dello stomaco ghiandolare (abomaso) in grado di accogliere biomasse considerevoli, il passo fu breve, anche se i tempi dell'evoluzione naturale sono sempre nell'ordine di milioni di anni.

Adattamenti e conflitti delle popolazioni ruminanti

Con l'avvento del complesso ruminoreticolo i batteri cellulosolitici, quasi esclusivamente anaerobi, trovarono un ambiente ideale per vivere. Temperatura costante, condizioni di quasi assoluta mancanza d'ossigeno, rimescolamento continuo di un pool di nutrienti hanno creato un habitat ideale per questi organismi. Le variazioni delle essenze vegetali e il loro stadio di maturazione variava in maniera sincrona con le varie specie colonizzanti il rumine. Il ruminante esiste perché esistono queste biomasse e viceversa. Il vantaggio per il ruminante è enorme e risiede nella possibilità, mediata dagli organismi ruminanti, di utilizzare come nutrienti molecole non utilizzabili dalle altre specie animali come la cellulosa e anche e soprattutto, l'azoto non proteico. Essendo però il mondo vegetale ricco di altre molecole, utilizzate anche dagli animali non ruminanti, si sono adattate alle condizioni di vita del rumine popolazioni batteriche in grado di fermentare gli altri carboidrati come l'amido, gli zuccheri, le emicellulose e le pectine e i complessi di proteina vera ossia costituite da sequenze di amminoacidi. Quando, quindi, si parla di biomassa ruminale, s'intendono oltre 200 specie batteriche

diverse, alcune specie di protozoi e funghi, ma tutti con la caratteristica di vivere o in assoluta o in parziale assenza d'ossigeno. Le differenze tra queste popolazioni sono riconducibili al tipo di substrato in grado di fermentare e ai prodotti terminali della loro fermentazione. Questa enorme popolazione vive ovviamente in uno stato di perenne conflitto anche se ha sviluppato nel corso della selezione la capacità di "aiutarsi a vicenda". Il conflitto tra le varie popolazioni batteriche è essenzialmente determinato dal pool di nutrienti che la bovina, attraverso l'ingestione degli alimenti, mette a disposizione del rumine. Se a prevalere saranno i carboidrati strutturali, ad essere avvantaggiati saranno i batteri cellulosolitici e emicellulosolitici le cui condizioni di fermentazione e i loro prodotti terminali favoriranno sé stessi scoraggiando la replicazione, ad esempio, dei batteri che fermentano gli amidi, ossia gli amilolitici, e viceversa. Stesso dicasi per il tipo di proteine ingerite. L'azoto non proteico presente nei vegetali o che rientra nel rumine attraverso il ciclo salivare dell'urea è preferenzialmente utilizzato dai batteri cellulosolitici, che ne troveranno un vantaggio, rispetto a quelli amilolitici che necessitano anche di proteine vere, ossia sequenze di amminoacidi. La maggior parte dei batteri ruminanti vivono attaccati al substrato che stanno fermentando (più del 70%) e una parte più limitata di essi in forma planctonica. È interessante, soprattutto sugli sviluppi applicativi futuri, comprendere che la maggioranza della biomassa ruminale vive organizzata in biofilm fortemente adesi alle particelle alimentari. Nei biofilm le interazioni tra specie batteriche diverse sono molto importanti. Si può dire che esiste anche una forma di saprofitismo tra le varie popolazioni batteriche soprattutto nel comune utilizzo degli

enzimi e nella condivisione dei sottoprodotti della fermentazione. I biofilm a motivo della loro natura chimico-fisica sono un tipo di organizzazione strutturale molto vantaggiosa per i batteri ruminali, ma possono creare qualche problema qualora si voglia modulare favorevolmente la fermentazione ruminale.

Fermentazione degli amidi e fermentazione della cellulosa

Abbiamo detto in precedenza che l'ambiente favorevole alle fermentazioni della cellulosa è diverso da quello ideale per la fermentazione degli amidi. I primi prediligono un pH ruminale ben stabile sopra al 6.00 e gli altri hanno il massimo tasso di crescita sotto questa soglia. Per la bovina da latte "poter contare" su un'abbondante biomassa ruminale a livello intestinale è molto importante. La composizione aminoacidica e la digeribilità intestinale di essa è ovviamente ideale. Lo stesso interesse è anche dell'allevatore, perché l'apporto proteico garantito da queste biomasse è sicuramente la fonte proteica a minor costo disponibile, anche se abbiamo già detto che è purtroppo insufficiente a garantire la copertura nutrizionale necessaria alla produzione di latte attesa e alle altre funzioni metaboliche indispensabili, come la riproduzione. La composizione della biomassa ruminale è per il 63% di una proteina frazionabile, per il 38% di proteina vera (aminoacidi), per il 9% di acidi nucleici (RNA e DNA) e per il 16% di azoto delle pareti cellulari. Il resto è rappresentato da carboidrati (21%), lipidi (12%) e ceneri (4%). La quantità di biomassa prodotta dal rumine nelle 24 ore e disponibile per essere assorbita a livello intestinale, e quindi al netto della sua digeribilità, viene definita proteina metabolizzabile, espressa come MP nel CNCPS, o PDI nel sistema dell'INRA.

La quantità di MP prodotta da una bovina correttamente alimentata supera facilmente i 1500 grammi giornalieri, ma non è sufficiente alle funzioni metaboliche principali. Per ovviare a questo il nutrizionista sceglie delle fonti protei-

che vegetali a bassa degradabilità ruminale che siano costituite da proteina vera e abbiano una composizione aminoacidica il più possibile vicina a quella della MP di origine batterica. Questa quota può rappresentare, in condizioni normali, dal 30 al 40% della MP disponibile a livello intestinale ed è la quota più costosa e meno efficace rispetto alla biomassa ruminale. Altro aspetto della nutrizione della bovina da latte è legato alla produzione degli AGV, metaboliti secondari della fermentazione dei carboidrati che la bovina, assorbendoli dalle pareti ruminali, utilizza come fonte energetica primaria o come substrato per la sintesi dei principali componenti del latte. Una razione alimentare destinata a bovine che mediamente producono 30 kg al giorno di latte causa la produzione di ben 7.5 kg al giorno di questi AGV, di cui più di 2.5 kg rappresentati da acido propionico, utilizzato nel fegato come precursore primario nella sintesi di glucosio attraverso la gluconeogenesi. L'acido propionico rappresenta il 75% dei precursori della sintesi di questa molecola fondamentale. La restante quota deriva dagli aminoacidi e da alcuni altri AGV ruminali minori.

Le dinamiche della fermentazione ruminale

Appare pertanto molto evidente che nell'economicità dell'allevamento della vacca da latte sia importante conoscere approfonditamente le dinamiche della fermentazione ruminale, il tasso di crescita delle singole specie batteriche, protozoarie e fungine che colonizzano il rumine e le condizioni che le favoriscono. L'obiettivo pertanto della nutrizione della vacca da latte è ottenere il massimo tasso di crescita batterica per unità di carboidrati ingeriti, azione propedeutica per ottenere più MP batterica possibile, più AGV e, in particolare, massimizzare la produzione di propionati ruminali. Si assume, ma con le dovute cautele, in 0.5 grammi di batteri per grammo di carboidrati l'obiettivo ideale di crescita a cui tendere. Tutto ciò potrebbe essere semplice da ottenere se

non fosse che esistono dei limiti fisiologici che ad oggi è difficile pensare di superare, ma che a volte si travalicano per imperizia. Da questa breve trattazione e considerando che il tasso di crescita della flora batterica che fermenta i carboidrati non strutturali (NSC) come gli amidi e gli zuccheri, in presenza di una sufficiente quota di proteina vera riesce a raggiungere il tasso di crescita di 0.15 grammi di carboidrati per grammo di azoto batterico contro lo 0.05 ottenibile dai batteri che fermentano i carboidrati strutturali (SC) come le cellulose. C'è da tener ben presente che la massimizzazione delle fermentazioni ruminali ottenibili sostituendo SC con NSC comporta un'inevitabile riduzione della quantità di saliva prodotta e quindi della capacità tampone del rumine. È anche importante conoscere tutti quei meccanismi che governano il tasso d'assorbimento degli AGV attraverso le pareti del rumine.

Grave effetto collaterale di un approccio troppo superficiale alla modulazione delle fermentazioni ruminali è l'acidosi ruminale, patologia metabolica in grado di vanificare tutti i vantaggi derivanti da una stimolazione della capacità fermentativa del rumine.

A conclusione di queste brevi considerazioni possiamo affermare che il primo obiettivo del nutrizionista è quello di esaltare nel rumine la degradazione della cellulosa attraverso l'uso di foraggi o concentrati fibrosi di qualità e macinati il più finemente possibili, di utilizzare tutti gli quelli additivi, compatibilmente con i costi, conosciuti per essere fattori di crescita di questa cospicua fetta delle biomasse ruminali. Contemporaneamente a questo, deve saper "convincere" le cellule dell'epitelio ruminale ad assorbire più AGV possibili nell'unità di tempo e gestire l'enorme massa di ioni idrogeno che si accumulano nel rumine. A complemento di tutto questo è fondamentale conoscere con profondità tutte quelle fonti di proteine e carboidrati in grado di aiutare il rumine a supportare adeguatamente i fabbisogni produttivi, riproduttivi e sanitari della vacca da latte. ■