



DAIRY ZOOM

Chimica, biochimica e fisiologia della produzione del latte

di ALESSANDRO FANTINI

Controllare la produzione di acido lattico ruminale

Chi alleva vacche da latte o bovini da carne conosce bene gli effetti nefasti dell'acidosi ruminale e quanto sia facile che i propri animali la possano contrarre. Errori anche banali nella formulazione della razione o errata somministrazione dei pasti giornalieri possono facilmente innescare questa grave patologia metabolica. L'acidosi ruminale si può presentare in forma clinica, con una sintomatologia molto evidente con un decorso acuto, breve, oppure cronica, prolungata nel tempo. Lo stesso si può dire per l'acidosi sub-clinica che decorre con una sintomatologia "subdola" cioè con sintomi di spesso difficile rilevazione e anch'essa può avere un decorso acuto o cronico.

L'acidosi sub-clinica cronica è la forma con maggiore incidenza sia negli allevamenti di vacche da latte che in quelli da ingrasso. Tutte le forme di acidosi sono causate da ingestioni di elevate quantità di carboidrati molto degradabili che in genere sono quelli non strutturali (NFC) come gli amidi e gli zuccheri. Le forme croniche derivano da una ingestione continuata nel tempo di razioni formulate con una quantità eccessiva di amidi oppure per unifeed mal confezionati dove le bovine riescono scegliere i concentrati oppure quando questi vengono somministrati manualmente. Le forme cliniche invece sono più legate ad "incidenti" di formulazione o somministrazione della razione giornaliera. Si sostituiscono i carboidrati strutturali come la fibra o NDF, di una razione, con carboidrati non strutturali come gli amidi

quando si vuole aumentare la sua concentrazione energetica soprattutto nella prima metà della lattazione dove si cerca un equilibrio tra produzione e fertilità in un momento dove il bilancio energetico è per definizione negativo. Quando si sostituisce la cellulosa con gli amidi si dà un vantaggio ai batteri che li fermentano rispetto a quelli che invece degradano le fibre. In questo modo aumenterà la produzione ruminale di acido propionico che rappresenta il principale precursore nella sintesi epatica di glucosio. La maggiore produzione di acido propionico e la minore produzione di saliva, derivante dal ridotto apporto di fibre, causano una riduzione del pH ruminale sotto a 6.00.

Se la bovina mangiasse solo foraggi il suo pH ruminale sarebbe molto vicino alla neu-

tralità (pH 7.00). Livelli di pH inferiore a 6.00 e la presenza di glucosio, che deriva dalla degradazione ruminale di amido in amilodestrine, promuovono la crescita "esplosiva" dello *Streptococcus bovis* che in determinate condizioni trasforma il piruvato in lattati ossia in acido lattico. Il piruvato deriva dal glucosio e quando il pH dell'ambiente in cui vive lo *Streptococcus bovis* scende sotto pH 5,5 viene attivato l'enzima lattico deidrogenasi (LDH) che lo trasforma in lattati. Quando invece il pH ruminale è tra 6.00 e 5.70 lo *Streptococcus bovis* cresce con molta rapidità, ma il piruvato viene trasformato in formiato, acetato ed etanolo. Questo batterio viene anche chiamato "weed of rumen" ossia "erbaccia del rumine" proprio per la sua invasività in determinate condizioni ambientali. Questa variazione del metabolismo dello *Streptococcus bovis* comporta la produzione e l'accumulo nel liquido ruminale di lattati che normalmente sono presenti nel rumine in quantità modeste (< 5 mM).

L'acido lattico può arrivare nel rumine anche tramite gli insilati dove può essere presente in concentrazioni elevate, cosa che garantisce un ottimo grado di conservazione degli stessi. Un buon insilato di mais può ospitare dai 40 ai 60 grammi di acido lattico per ogni chilogrammo di sostanza secca e quindi una bovina che ingerisce kg 25 di questo foraggio, al 30% di sostanza secca, può mangiare quotidianamente gr 300-450 di acido lattico. La costante di dissociazione (pKa) dell'acido lattico è di 3.8 ossia molto bassa per cui ha un potere di condizionare fortemente il pH del liquido ruminale. Esistono due



▼ Tutte le forme di acidosi sono causate da ingestioni di elevate quantità di carboidrati molto degradabili che in genere sono quelli non strutturali (NFC) come gli amidi e gli zuccheri.

tipi o meglio isomeri del lattato. La forma L-lattato è prodotta dall'apparato muscolare a partire dal glucosio e viene facilmente metabolizzata dai muscoli e dal cuore. La forma D+lattato viene prodotta sia dai batteri ruminali che da quelli presenti negli insilati e rappresenta una buona percentuale di quello che si ritrova nel rumine. Questo ultimo isomero non può essere prodotto nei tessuti. La conversione dalla forma D a quella L è molto lenta. Il D+lattato nel sangue è responsabile con le endotossine, derivanti dalla morte dei batteri gram-negativi, l'istamina, prodotta dall'*Allisonella istaminiformans* e la tiramina dei sintomi sistemici dell'acidosi ruminale lattica. Il D+lattato viene eliminato dall'organismo dei ruminanti attraverso le urine.

In condizioni "normali" il lattato non si accumula nel rumine. Quando la dieta è "strutturalmente" molto ricca di amidi oppure si verificano rapidi incrementi di amido ingerito, come nel passaggio dall'asciutta alla lattazione o quando le vacche possono scegliere i concentrati dall'unifeed, può aumentare la concentrazione di lattati ruminali anche fino a 100mM. Questa "accumulo" di un acido così "forte" come l'acido lattico provoca un'ulteriore riduzione del pH ruminale che può scendere repentinamente sotto il 5.00. Durante l'acidosi lattica aumenta l'osmolalità del rumine che inibisce l'assorbimento degli acidi grassi volatili come il propionico e l'acetico attraverso le pareti ruminale aggravando ulteriormente la situazione. Già alla soglia del pH 5.50, ossia quello dell'acidosi ruminale, è fortemente inibita la sopravvivenza dei batteri fibrolitici e alcuni amilolitici importanti come la *Prevotella ruminicola*. A pH inferiori a 5.00 viene inibita anche la crescita dello *Streptococcus bovis* che con la sua produzione di lattato ha contribuito sostanziosamente alla riduzione del pH ruminale fino a questi livelli. Quando il pH ruminale scende in questo modo il "testimone" della produzione di lattati passa dallo *Streptococcus bovis* ai lattobacilli che contribuiscono anche loro alla produzione ruminale di acido lattico. Il primo si sviluppa a pH compresi tra il 5.6-6.00 e gli altri a pH ruminale inferiore a 5.6. Esistono

nel rumine ben 117 ceppi diversi di questi microrganismi. Esiste pertanto un antagonismo tra *Streptococcus bovis* e lattobacilli. Il delicato e complesso ecosistema ruminale possiede una "via di fuga" all'accumulo di acido lattico ruminale essendo lo smaltimento per via renale poco efficiente.

Esistono nel rumine dei batteri in grado di utilizzare come fonte energetica e di carbonio l'acido lattico come il D+Lattato. I più importanti sono la *Megasphaera elsdenii* e il *Selenomonas ruminantium* batteri in grado di utilizzare i lattati ruminali. È tuttavia necessario premettere che nessuno dei due batteri utilizzatori dell'acido lattico è in grado di metabolizzare tutti i lattati prodotti durante l'acidosi lattica. Il *Selenomonas* è un gram-negativo e può rappresentare il 50% dei batteri che fermentano i carboidrati solubili. È in grado di utilizzare sia il glucosio che il lattato come fonte energetica e di carbonio. La *Megasphaera elsdenii* è ancora più efficiente nel fermentare il lattato superando spesso il 60% di quello presente nel rumine. Inoltre la crescita di questo batterio non è influenzata negativamente dalla presenza di eccessive quantità di glucosio nel rumine. La necessità di aumentare la produzione di acido propionico ruminale, e quindi glucosio epatico, obbliga i nutrizionisti ad aumentare la concentrazione di amidi della razione alla condizione di non "innescare" nessun sintomo di acidosi come il calo d'ingestione che vanificherebbe, di fatto, gli sforzi per aumentare la produzione di glucosio e quindi controllare il bilancio energetico negativo del close-up e delle prime settimane di lattazione.

Molti sono gli accorgimenti adottabili. Innanzitutto sono da evitare i bruschi incrementi di concentrazione di NFC come gli amidi. Questa condizione si può verificare facilmente nel passaggio della dieta dell'asciutta a quella della lattazione. Se la dieta della preparazione al parto è troppo concentrata, oppure viene somministrata per troppo poco tempo, il rischio per le bovine di contrarre un'acidosi ruminale nella fase di transizione è molto elevato. Lo stesso si può dire per diete for-

mate con una quantità di amidi elevata oppure se si utilizzano fonti di NFC molto degradabili come i cereali trattati al calore oppure diversi dal mais. Se non sussistono divieti all'uso e dove è agronomicamente possibile, la presenza degli insilati nella dieta delle vacche da latte, e quindi di acido lattico, è in grado di stimolare la crescita e quindi una presenza significativa di batteri come la *Megasphaera elsdenii* e il *Selenomonas ruminantium*. Inoltre è di fondamentale importanza sia la percentuale di proteina solubile e degradabile e tamponi, come il bicarbonato, per mantenere il pH ruminale intorno al 6.00 pur impiegando quote significative di NSC. Ci sono inoltre additivi interessanti che possono essere adottati. I più importanti sono gli acidi dicarbossilici come l'acido malico attivo nella forma di anione malato. Questo acido è presente nel mondo vegetale ed in quello animale in quanto è un importante intermedio nel ciclo di Krebs degli organismi aerobi. Lo troviamo anche in microrganismi anaerobi come il *Selenomonas ruminantium* dove rappresenta un intermedio "chiave" del passaggio succinato-propionato. Il malato stimola l'uptake di lattato da parte dei batteri ruminali che lo possono utilizzare.

Esiste la possibilità di utilizzare ceppi di *Megasphaera elsdenii* come additivi nei momenti più rischiosi del ciclo produttivo della bovina, come la fase di transizione. Una buona opportunità, specialmente nelle diete prive d'insilati, è quella di utilizzare i DFM, ossia batteri produttori di acido lattico come il *Lactobacillus plantarum* e l'*Enterococcus faecium* che con la loro capacità di produrre acido lattico stimolano la crescita e la presenza costante di *Megasphaera elsdenii* e di *Selenomonas ruminantium* nel rumine. Utile anche l'uso del *Saccharomyces cerevisiae* che ha un effetto di crescita "generico" per la biomassa ruminale ma non specialistico nel controllo della produzione e nello "smaltimento" dei lattati. È superfluo infine ricordare il ruolo positivo nel controllo della produzione dell'acido lattico ruminale degli antibiotici ionofori come il Monensin, in quanto vietati da tempo dalla Comunità europea. ■