

Come aumentare, nell'alimentazione della bovina da latte, la digeribilità non solo della fibra, ma anche quella di tutta la razione? Per rispondere dobbiamo prima guardare ai meccanismi della fermentazione ruminale degli amidi e degli zuccheri.

**) Fantini Professional Advice srl, Roma.*

Digeribilità

Come fare per aumentarla

di **Alessandro Fantini ***

Come aumentare, nell'alimentazione della bovina da latte, la digeribilità non solo della fibra, ma anche quella di tutta la razione? Per rispondere dobbiamo prima guardare ai meccanismi della fermentazione ruminale degli amidi e degli zuccheri.

Gli amidi

Anche se "ecologicamente" sarebbe preferibile non impiegare gli amidi nelle razioni, e in particolare quello provenienti dal mais, ciò non è tuttavia possibile. La vacca da latte, specialmente nei primi 100 giorni di lattazione ha una grandissima necessità di glucosio da trasformare in lattosio e quindi in latte.

Ben sappiamo che la produzione di latte vede proprio nel lattosio il suo fattore limitante. Più lattosio può essere prodotto nella mammella e più latte essa sarà in grado di produrre. Il glucosio necessario alla produzione di lattosio viene per lo più prodotto dal fegato partendo dal propionato proveniente dalle fermentazioni ruminali dell'amido.

Una semplicistica conclusione porterebbe a pensare che possa esistere la semplice soluzione:

+ amido → + propionato → + glucosio → + lattosio → + latte

Se pur vero in via teorica ci sono alcune limitazioni fisiologiche da conoscere. La **prima** è quella che per aumentare la concentrazione di amidi di una razione è necessario togliere un'analoga quantità di fibra perché lo spazio ruminale è definito e comunque limitato.

La **seconda** è quella che togliere le fibre, specialmente se di una determinata lunghezza, riduce i cicli ruminali e quindi la produzione di saliva con la conseguente minore capacità tampone ruminale.

La **terza** è che l'eventuale accumulo di propionati nel rumine può



PER TROVARE UN EQUILIBRIO TRA PERFORMANCE DELLA BOVINA E IMPATTO AMBIENTALE È IMPORTANTE CONOSCERE LA FISIOLOGIA DELLE FERMENTAZIONI RUMINALI

E' da qualche anno che i ruminanti sono balzati alla ribalta per il loro contribuire alla produzione di gas serra come l'anidride carbonica ed il metano. Notizia ovviamente vera e fondata ma da non disgiungere dal fatto che essi hanno anche un ruolo positivo per l'uomo, per la loro capacità di trasformare alimenti vegetali in proteine e carboidrati necessari all'alimentazione umana. I ruminanti sono in grado di utilizzare, a differenza dell'uomo, l'azoto non proteico e le fibre per produrre carne, caseina, lattosio e grassi.

In un periodo in cui si è realizzata la necessità di "sfamare" i sette miliardi di uomini che popolano la terra gli scienziati stanno cercando di trovare un equilibrio tecnico tra l'allevamento dei ruminanti e l'impatto ambientale. Pensare di affidare l'alimentazione proteica dell'uomo a monogastrici come volatili e suini o direttamente alla soia non è pensabile perché le superfici coltivabili per questo obiettivo non sono già sufficienti per questo numero di abitanti del pianeta.

Sicuramente fino adesso i metodi di alimentazione dei ruminanti,

e in particolare della vacca da latte, sono stati poco attenti allo "spreco" di nutrienti ed alla piena valorizzazione di quelli che l'uomo e tutti i monogastrici non possono utilizzare come l'azoto non proteico e le cellulose. Tuttavia la necessità economica di performance elevate obbliga i nutrizionisti ad utilizzare anche le proteine vere della soia o delle altre leguminose e amidi per lo più provenienti dal mais. Alimenti, quindi, in diretta concorrenza con l'alimentazione umana.

Per trovare un equilibrio tra performance tecnico economiche, impatto ambientale e concorrenza alimentare diretta tra bovina da latte e uomo è importante conoscere a fondo la fisiologia delle fermentazioni ruminali e quindi acquisire gli strumenti necessari per guidarle nell'obiettivo di aumentare la digeribilità della razione nel suo complesso e quindi il suo rendimento. In particolare è ineludibile che sia i carboidrati non strutturali, come l'amido e gli zuccheri, che quelli strutturali, come le cellulose, vengano fermentati nel rumine nella maggiore percentuale possibile.

A.F. ●

TAB. 1 - CONTRIBUTO MASSIMO DEI SUBSTRATI ALLA GLUCONEOGENESI NEL FEGATO

SUBSTRATO	CONTRIBUTO MAX %
Propionato	32 - 73
Aminoacidi	10 - 30
Lattato	15
Glicerolo	Piccole quantità

Fonte: Seal e Reynolds, 1993

causare un aumento dell'acidità e, unitamente alla riduzione della produzione di saliva, la temibile acidosi ruminale.

La **quarta** è che un accumulo di propionati nelle cellule del fegato causa una significativa riduzione dell'ingestione e quindi vanifica di fatto la scelta di sostituire nel rumine le cellulose con gli amidi.

La strada più importante non è quindi quella di aumentare la concentrazione di amidi della razione delle vacche in lattazione ma quella di aumentare la degradabilità ruminale di amido in modo da utilizzarne una quota inferiore.

Le fonti di amido

Le razioni per bovine nella prima metà di lattazione vengono in genere formulate ad una concentrazione minima di amidi del 20% fino ad una massima del 28%. Per questo nutriente non esiste un vero e proprio fabbisogno se non all'interno dei carboidrati non strutturali (NFC o NSC) cioè di quelli contenuti nella cellula vegetale per i quali le tabelle dell'Nrc 2001 raccomandano un range molto ampio, che va dal 36% al 44% della sostanza secca della razione.

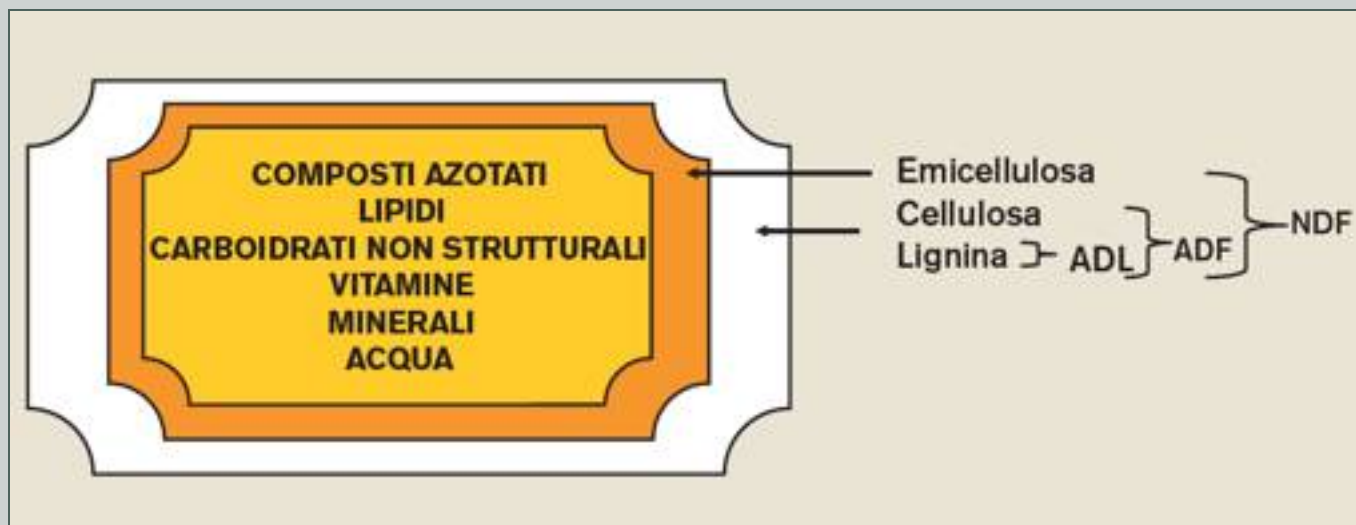
Nell'alimentazione della bovina "fresca" si tende a privilegiare il mais come fonte

di amido sia perché ne ha molto (70%) e sia perché una parte di esso può arrivare indegradato nell'intestino tenue ed essere assorbito, come avviene per i monogastrici, direttamente come glucosio o degradato ad acido lattico.

Le fonti di amido utilizzate per l'alimentazione della vacca da latte sono quindi il mais e il sorgo, molto simili come concentrazione di amido e degradabilità ruminale, e gli altri cereali come il grano ed i suoi derivati e l'orzo. Legumi come il favino ed il pisello proteico ed alcuni sottoprodotti del mais contribuiscono comunque agli apporti di amido della dieta.

Nell'obiettivo di ridurre al minimo la concentrazione di amido della razione, per far spazio alle ben più convenienti ed ecosostenibili fibre, è necessario conoscere i meccanismi che ne controllano la fermentescibilità ruminale con l'obiettivo "meno amido ruminale ma più degradabile" salvo la quota utile che arriva nell'intestino tenue della bovina.

L'amido, che altro non è che un polimero



● Fig.1 - La cellula vegetale

di glucosio, si trova nell'endosperma del seme ossia in quella struttura che avvolge l'embrione e per la quale ne assicura la nutrizione fintato che, dopo che ha germogliato, sia in grado di assumere i nutrienti direttamente dal terreno. Ovviamente oltre all'amido saranno presenti i grassi e le proteine.

L'amido in realtà, distinguibile in amilosio e amilopectina, si presenta in granuli in una matrice proteica più o meno complessa ed accessibile. L'endosperma vitreo contiene una proteina (prolamina) insolubile e molto resistente alla digestione. Nelle varietà "molto vitree" del mais questa quota è particolarmente elevata.

L'amido viene "idrolizzato" nel rumine da specifiche e molto prolifiche specie batteriche da parte di enzimi, come l'alfa e la beta amilasi, in unità più piccole di maltosio e glucosio. Questa precisazione serve a condividere il fatto che per aumentare la digeribilità ruminale dei cereali è necessario che l'amido in essi contenuto sia rapidamente accessibile agli enzimi amilolitici dei batteri ruminali per cui si ricorre ad alcuni trattamenti tecnologici. Questo ovviamente vale nella bovina in lattazione dove l'elevato impiego di concentrati causa un turnover ruminale elevato e quindi riduce il

tempo di permanenza degli alimenti nel rumine.

Esempio classico è quello della granella intera di mais. La stessa quantità di questo alimento data ad una manzetta comporta la piena e totale degradazione ruminale. Se data invece a una bovina in piena lattazione ne troveremo una parte rilevante nelle feci, proprio in virtù dello scarso tempo di permanenza di questo alimento nel rumine. A fronte di questo si utilizzano nei ruminanti in lattazione cereali macinati, fioccati, rullati o parzialmente fermentati perché insilati.

Per cereali come il grano e l'orzo le macinazioni "esasperate", ossia con griglie di diametro inferiore ai 3 mm, non aumentano la degradabilità ruminale come anche la fiocatura o l'insilamento, proprio grazie alla struttura degli amido nell'endosperma.

Ben diverso è il discorso relativo al mais e al sorgo. Questi due cereali hanno una sensibilmente diversa degradabilità ruminale a secondo del trattamento tecnologico a cui sono sottoposti. L'intensità della macinazione, della fiocatura e la tecnica d'insilamento cambiano molto il comportamento ruminale di questi cereali.

L'uso o meno dello "schiaccia-granella" per la produzione dell'insilato di mais

AMINOACIDI GLICOGENETICI

- Glicina
- Ac. glutaminico
- Metionina
- Prolina
- Triptofano
- Serina
- Ac. aspartico
- Treonina
- Idrossiprolina
- Cistina
- Alanina
- Istidina
- Valina

condiziona la percentuale di amido utilizzabile in razione. Anche il tempo che passa dall'insilamento all'uso di un insilato o pastone di mais.

Gli insilati hanno un tempo minimo necessario per completare la prima fermentazione ossia il consumo dell'ossigeno di circa 30- 45 giorni. Avrebbero bisogno di alcuni mesi per una parziale digestione enzimatica sia della cellulosa che dell'amido, per migliorare la loro digeribilità complessiva. E' tuttavia necessario tenere presente che un aumento della degradabilità ruminale di amido senza ridurne la concentrazione com-

promette sensibilmente la digeribilità della fibra e quindi delle cellulose.

Gli zuccheri

Per gli zuccheri il discorso è relativamente più semplice. Se degradati completamente nel rumine non sono precursori dell'acido propionico e quindi del glucosio.

Quelli che invece passano indegradati dal rumine possono contribuire direttamente al pool del glucosio ematico.

Gli zuccheri rappresentano un fattore di crescita importante per molte delle specie batteriche che colonizzano il rumine. Inoltre l'acido butirrico che deriva dalla sua fermentazione contribuisce all'efficienza di assorbimento sia dell'epitelio ruminale che dei villi intestinali. Inoltre l'acido butirrico è un precursore importante del grasso del latte.

Le fibre

Dopo aver guardato ai meccanismi della fermentazione ruminale degli amidi e degli zuccheri, passiamo a considerare la fermentazione ruminale delle fibre.

Anche se dalla fermentazione ruminale della fibra, ossia delle cellulose, non viene prodotto l'acido propionico, in qualità di precursore del glucosio, l'aumentare di questa attività dà enormi vantaggi. Il primo è che la maggioranza della biomassa microbica ruminale è costituita da batteri che si alimentano di cellulose e il secondo è che da una rapida rottura delle cellule vegetali, la cui parete è fibrosa, possono essere liberati i contenuti come amidi, proteine, grassi e minerali. Una razione costituita da fibra molto digeribile consente una grande produzione di biomassa microbica notoriamente ricca di aminoacidi essenziali oltre a quelli utilizzati dalla bovina come fonte energetica. La composizione aminoacidica della biomassa microbica ruminale è perfetta per consentire alla vacca da latte la sintesi di tutta quella caseina che la genetica gli permette di fare.

SINTESI EPATICA DEL GLUCOSIO

Ecco i fattori che possono portare, nella bovina da latte, alla sintesi epatica del glucosio:

- A) i-BUTIRRATI ed n-VALERATI.
- B) PROPIONATI (per il 76%): sono i primari regolatori dell'ingestione.
- C) AMINOACIDI GLUCOGENETICI (principalmente alanina)
- D) LATTATI.
- E) GLICEROLO.

I ruminanti hanno sviluppato, dalla selezione naturale, una discreta abilità a utilizzare aminoacidi cosiddetti glucogenetici, ossia precursori del glucosio. Gli aminoacidi glucogenetici possono contribuire fino al 30% nella produzione di glucosio.

Con gr 100 di questi si possono ottenere gr 58 di glucosio. I più importanti sono l'alanina e la glutamina.

Le pareti delle cellule vegetali altro non sono che emicellulose e cellulose ossia polimeri del glucosio. Ai fini di una classificazione chimica un tempo venivano genericamente definite "fibra grezza" (metodo Weende). Oggi sono più correttamente classificate con il cosiddetto "metodo di Van Soest" come NDF (fibra insolubile al detergente neutro), ADF (fibra insolubile al detergente acido) e ADL (che grosso modo corrisponde alla lignina).

Con semplici calcoli matematici si può capire la quota di emicellulose di un alimento sottraendo all'NDF l'ADF. Le emicellulose sono molto degradabili e rappresentano un substrato fermentativo ideale per la crescita dei batteri che fermentano le fibre.

Sottraendo all'ADF l'ADL si ottiene la cellulosa, che è la componente fibrosa più abbondante. La lignina ha solo una funzione meccanica in quanto indigeribile anche per i ruminanti.

Ogni alimento che viene utilizzato nell'alimentazione dei ruminanti altro non è che un insieme di cellule vegetali. Una volta ingerito, se secco, deve essere im-

bibito d'acqua prima di poter essere fermentato. Successivamente viene circondato dai batteri fibrolitici che con i vari enzimi di cui dispongono idrolizzano le pareti vegetali liberando zuccheri più semplici più utilizzabili per il loro metabolismo. La conoscenza di queste semplici ed elementari informazioni fornisce le chiavi di lettura per dare la giusta importanza ad alcuni concetti:

- Alimenti umidi, come l'erba, gli insilati o quelli inumiditi come una volta si faceva con i legumi e con le polpe di barbabietola, sono più facilmente e rapidamente fermentabili.

- Più un alimento fibroso, sia esso foraggero o concentrato, come i cruscamì, le polpe secche di bietola, le buccette di soia, il pastazzo secco d'agrumi, etc, è ricco di emicellulosa più alto sarà il tasso di crescita dei batteri cellulolitici.

- Più una fonte di fibre è macinata maggiore sarà la superficie disponibile per le fermentazioni batteriche.

- I foraggi più giovani più le cellule vegetali saranno sottili e quindi minore sarà la concentrazione di lignina.

Come manipolare le fermentazioni ruminanti

Ovvio è che la migliore soluzione per ottenere il massimo tasso di crescita delle biomasse microbiche che fermentano i carboidrati è somministrare alimenti più degradabili come foraggi giovani verdi o insilati e concentrati macinati o trattati al colore. Tutto questo non sempre è applicabile sia per ragioni tec-

TAB. 2 - STIMA DEGLI EFFETTI DEL FORAGGIO SUL FLUSSO DI TAMPONI SALIVARI

	% di foraggio nella razione		
	70	50	30
Ingestione (kg/giorno)	20	20	20
Flusso di saliva (litri/giorno)	292	284	276
Bicarbonato di sodio salivare (g/giorno)	3.066	2.982	2.989
Fosfato di sodio (g/giorno)	1.057	1.028	999
Equivalenti totali di bicarbonato	3.617	3.517	3.418

niche che economiche. Molti però sono gli additivi o le molecole utilizzabili per aumentare il tasso di crescita della biomassa ruminale.

Azoto. Il primo in ordine d'importanza è l'azoto, sia come proteina vera, ossia aminoacidi, e sia come forma non proteica, come ammoniacca, nitrati e urea. Sia i batteri, che i protozoi, che i funghi che popolano il rumine hanno bisogno d'azoto per il loro metabolismo. I batteri che fermentano le cellulose necessitano quasi esclusivamente di azoto non proteico mentre quelli che degradano gli amidi anche di aminoacidi ossia proteina vera. Quando si formulano piani alimentari per vacche da latte è bene che nella razione ci siano almeno il 5% di proteina solubile e l'11% di quella rumino-degradabile. Inoltre per razioni a media-alta concentrazione di amidi è raccomandabile apportare almeno gr 100 di peptidi. **Tamponi.** Importanti sono inoltre i tamponi, ossia composti come il bicarbonato di sodio che sono in grado di stabilizzare il pH ruminale oltre che apportare sodio utile per l'assorbimento degli acidi grassi attraverso le pareti ruminali. Anche se la presenza di bicarbonato di sodio nella saliva è molto elevata è consigliabile apportarlo anche con la dieta in quantità variabili dall'1% al 2% della sostanza secca della razione. Il mantenimento di un pH ruminale intorno al 6,00 è una condizione fonda-

mentale per creare un habitat favorevole allo sviluppo dei batteri fibrolitici e quindi per la digeribilità della fibra.

Dfm. Esiste poi un gruppo di additivi biologici definiti Dfm (Direct-Fed Microbial) costituito da batteri e funghi utilizzabili per l'ottimizzazione delle fermentazioni ruminali.

Batteri. Tra i batteri troviamo i propionibacteria, che aumentano la produzione di propionato ed i lattobacilli. Potenzialmente molto interessante è la *Megasphaera elsdenii* di cui è disponibile un solo ceppo non registrato in Europa. Questo batterio, unitamente al *Selenomonas ruminantium*, è in grado di consumare l'acido lattico prodotto nel rumine dai batteri lattici che si sviluppano quando il pH ruminale scende sotto al 6,00 e quindi scongiurare l'insorgenza della temibilissima acidosi lattica.

Funghi. Molto più interessanti sono i funghi. I più importanti di questa categoria sono il *Saccharomyces cerevisia* e (lievito) e l'*Aspergillus oryzae e niger*. I meccanismi d'azione di questi Dfm è differente se sono vivi oppure spenti. I ceppi vivi di *Saccharomyces* promuovono l'uso ruminale di acido lattico agevolando la crescita dei batteri che utilizzano l'acido lattico. Migliorano le condizioni di anaerobiosi ruminale consumando l'ossigeno e stimolano il tasso di digestione della fibra aiutando la crescita del *Fibrobacter succinogenes* e il *Rumino-*

coccus flavefaciens.

Più in generale l'uso dei lieviti nelle diete per vacche da latte è in grado di aumentare l'ingestione, la produzione di latte e la salute delle bovine. Ancor più interessanti sono i terreni di fermentazione dell'*Aspergillus oryzae* a volte associati con i lieviti. Con l'adozione di tecniche di coltivazione particolari si riesce ad arricchire questi terreni con una gamma di enzimi molto completa che vanno dalle amilasi alle cellulasi e le xilanasi. Gli estratti essiccati e inattivati di questi terreni di fermentazione aumentano il tasso di crescita dei batteri fibrolitici e quindi la digeribilità della fibra e l'uso dell'acido lattico da parte dei batteri che lo utilizzano. Quest'ultima azione si pensa sia dovuta all'apporto di fattori solubili come il malato.

Nelle diete per monogastrici si utilizzano i singoli enzimi purificati, cosa non replicabile nei ruminanti per il fatto che queste molecole proteiche sarebbero rapidamente distrutte dal rumine.

Altri. Oltre a queste classi di additivi ne esistono di secondari dotati di una efficacia meno elevata ma comunque utile. Tra essi possiamo ricordare lo zolfo, il cobalto, la biotina e gli isoacidi che stimolano la crescita della microflora ruminale.

Conclusioni

L'attenzione al miglioramento delle fermentazioni ruminali sta aumentando negli ultimi anni. In un passato ormai remoto si pensava che con il "by-pass" si potesse mettere il rumine e i suoi prodotti di fermentazione in secondo piano. Necessità ecologiche ed economiche ci spingono a migliorare le dinamiche di fermentazione del rumine attraverso una migliore qualità dei foraggi, una riduzione dell'impiego di concentrati e l'adozione di additivi con azione mirata. Tutto questo a vantaggio della salute dell'ambiente, degli animali e della redditività degli allevamenti. ●