



Modalità operative

Chi sono i destinatari del corso FAD?

Il corso, accreditato presso la Conferenza Nazionale per la Formazione Continua, è rivolto alla categoria dei medici veterinari.

È importante essere abbonati a *SUMMA Animali da reddito* per accedere al corso FAD?

Per gli abbonati a *SUMMA Animali da reddito* sono previste condizioni riservate e particolarmente vantaggiose.

Come si svolge il corso?

Il corso è composto da 9 dossier (materiale formativo) pubblicati in successione su *SUMMA Animali da reddito* a partire da gennaio/febbraio 2014 (SUMMA n. 1) e fino a dicembre 2014 (SUMMA n. 10). Soltanto il numero monotematico in uscita a maggio 2014 (SUMMA n. 4) NON conterrà alcun dossier riferito al corso FAD.

Come si ottengono i crediti ECM?

Per ottenere i crediti ECM è necessario seguire questi semplici passaggi:

Letture dei Dossier

I dossier pubblicati in successione sui numeri di *SUMMA Animali da reddito* durante l'anno 2014 rappresentano il materiale formativo e di studio. Si presentano come articoli scientifici, contraddistinti sulla pagina da uno specifico richiamo al corso FAD.

Sono consultabili anche in formato digitale, accedendo alla versione on line del periodico su www.pointvet.it.

Registrazione/Login su www.pviformazione.it

L'utente deve attivare un account all'indirizzo <http://fad.pviformazione.it/accedi>. L'operazione è gratuita e senza obbligo di acquisto. Naturalmente chi avesse già un account su questa piattaforma NON deve crearne uno nuovo, ma può utilizzare quello esistente.

Acquisto del questionario

Gli abbonati a *SUMMA Animali da reddito* possono ac-

quistare dall'account personale il SOLO questionario di valutazione dell'apprendimento al prezzo riservato di **€ 36,00 (IVA inclusa)**.

Attestato ECM

Superato il questionario di valutazione dell'apprendimento e compilato il questionario di valutazione della qualità percepita, è possibile dal proprio account effettuare il download dell'attestato con i crediti ECM.

A seconda della data di superamento del questionario, i crediti saranno attribuiti all'anno 2014 (corso concluso entro il 31.12.14) o all'anno 2015 (corso concluso dopo il 31.12.14).

Come è composto il questionario?

Il questionario verte sui temi trattati dai singoli dossier pubblicati su *SUMMA Animali da reddito* ed è disponibile soltanto on line.

Si compone di **9 test** in successione, attivati in contemporanea con l'uscita del dossier a cui si riferiscono. L'ultimo test pubblicato sarà pertanto quello riferito al dossier di *SUMMA Animali da reddito n. 10*, dicembre 2014.

Ogni test presenta una serie di domande a risposta quadrupla e scelta singola. Per superare il singolo test è necessario rispondere correttamente almeno all'80% delle domande.

Per informazioni dettagliate sul funzionamento dei test, si rimanda alle modalità operative FAD sul sito www.pviformazione.it.

Il questionario di valutazione dell'apprendimento si considera concluso una volta superati tutti e 9 i singoli test. Per accedere al download dell'attestato ECM sarà sufficiente a questo punto compilare il form di valutazione della qualità percepita.

Quando termina il corso?

La validità del corso abbinato a *SUMMA Animali da reddito* termina in data 14 febbraio 2015. Dopo la scadenza NON sarà più possibile ottenere i relativi crediti ECM.

ALIMENTAZIONE

L'ingestione nella bovina

Alessandro Fantini

Dairy Production Medicine Specialist, Fantini Professionale Advice srl, Anguillara Sabazia (Roma)

RIASSUNTO

La selezione delle vacche da latte mira a ottenere soggetti in grado di produrre sempre maggiori quantità di latte e, quindi, di rimanere gravidi in qualsiasi periodo dell'anno. Per soddisfare la necessità dell'allevatore di mungere bovine "fresche", il concepimento avviene sempre più precocemente, spesso in vicinanza del picco di lattazione, quando la bovina è in deficit energetico e proteico negativo. Quindi, è fondamentale fornire una razione che consenta di controllare il bilancio energetico e proteico nella fase di transizione e all'inizio della lattazione.

Parole chiave: bilancio energetico, bilancio proteico, alimentazione, periodo di transizione, vacca da latte.

SUMMARY

Ingestion in dairy cows

The selection of dairy cows is aimed at obtaining animals which are able to produce increasing quantities of milk and, therefore, to remain pregnant at any time of year. To meet the needs of farmers of milking "fresh" cows, conception occurs increasingly early, often in the vicinity of the peak of lactation when the cow is experiencing energy and protein deficiency. Hence, it is essential to provide a ration that controls energy and protein balance during transition period and early lactation.

Keywords: energy balance, protein balance, nutrition, transition period, dairy cow.

Le vacche da latte vengono selezionate ormai da molti secoli per produrre una quantità di latte sempre crescente, con la maggiore concentrazione possibile di grasso e proteine. Un'altra necessità importante è che ciò avvenga tutti mesi dell'anno, al punto che la selezione ha premiato quei soggetti in grado di rimanere gravidi a prescindere dalla stagione in cui vengono fecondati. Per avere la maggiore produzione possibile l'allevatore ha la necessità di mungere bovine "fresche", per sfruttare al meglio i primi mesi di lattazione dove la bovina produce di più. Per ottemperare a queste necessità è ineludibile che le bovine rimangano gravide precocemente, anche se ciò è spesso in concomitanza o subito dopo il picco di lattazione, ossia quando la bovina è in deficit energetico e proteico negativo. Esistono dei limiti fisiologici a oggi invalicabili nella concentrazione energetica e proteica delle razioni, dovuti alla peculiare fisiologia del rumine; quindi, la conoscenza dei meccanismi che controllano l'ingestione sono fondamentali per trovare le risposte sul come controllare il bilancio energetico e proteico negativo della fase di transizione e delle prime settimane di lattazione. Come per tutti gli argomenti della biologia, l'ingestione è anch'essa un'espressione fenotipica di una genetica che interagisce con la nutrizione, l'ambiente, il management e la salute delle bovine secondo l'equazione:

Fenotipo = genetica + (nutrizione + ambiente + management + sanità)

Obiettivo di questa review è esaminare nel dettaglio tutti i fattori che condizionano l'ingestione, per trovare le migliori soluzioni al fatto che "è meglio per una bovina mangiare tanto di una razione mediamente concentrata che poco di una dieta molto spinta".

Il comportamento alimentare della vacca da latte

Il comportamento alimentare della vacca da latte è molto diverso da quello dei monogastrici soprattutto se carnivori. Questi ultimi, non possedendo il rumine, possono alimentarsi saltuariamente, ossia quando il cibo si rende disponibile, senza che questo causi problemi metabolici particolari, a parte un senso molto fastidioso di fame. Gli erbivori e, in particolare, i ruminanti possiedono un comportamento alimentare particolare, acquisito da milioni di anni di selezione genetica ed epigenetica. Questo consiste nell'ingerire rapidamente grandi quantità di essenze vegetali, nella "consapevolezza" di essere, in quel momento, particolarmente esposti ai predatori. La fase successiva di ruminazione, solitamente, avviene in luoghi meno pericolosi. Appartati e al riparo dai pericoli. I ruminanti, poi, acquisirono un vantaggio evolutivo formidabile rispetto agli altri erbivori, ossia quello di possedere uno stomaco accessorio chiamato rumine, dove ospitare microrganismi in grado di trasformare carboidrati e proteine in molecole più semplici utili sia all'ospite sia all'ospitato, in particolare le fibre e l'azoto non proteico, molecole non utilizzabili dagli altri animali. In un lavoro del 1994, Dado e Allen hanno studiato a fondo il comportamento alimentare della vacca da latte, in condizioni sperimentali molto simili alla realtà (tabella 1) [4]. Sono state osservate sia primipare sia pluripare, con una produzione pro-capite di 28,7 e 37,5 kg rispettivamente, con una media complessiva di 33,1 kg di latte. È stata registrata un'ingestione di 22,8 kg, con un'efficienza alimentare, quindi, di 1,45, ad espressione di una condizione produttiva molto buona. L'unico parametro nutritivo ad essere rilevato è stata la concentrazione di NDF della razione, in quanto la ►►



fibra è fortemente condizionante l'ingestione. Gli autori hanno riportato che l'ingestione giornaliera era di 7.000 g di NDF e che le bovine che riuscivano a ingerire al massimo 670 g per pasto. Questo nutriente è probabilmente quello che condiziona maggiormente il fatto che, durante ogni pasto, la bovina non può ingerire più di 2.200 g di sostanza secca nei circa 11 pasti che effettua e in un tempo di 28,8 minuti, in condizioni ideali. I pasti della bovina non sono tutti uguali nel tempo e nelle dimensioni. I due o tre pasti che seguono la mungitura hanno una durata sensibilmente superiore. Secondo un altro autore che ha studiato il comportamento alimentare delle bovine [11], a stimolare l'ingestione interviene, oltre il "dopo mungitura", l'accostamento della razione alla mangiatoia, anche definito "push up". Le bovine della sperimentazione hanno speso 301 minuti al giorno per mangiare e 451 minuti per ruminare nell'ambito di 14 cicli ruminativi giornalieri. La bovina, pertanto, spende oltre 12 ore giornaliere per mangiare e ruminare.

Le equazioni di previsione dell'ingestione

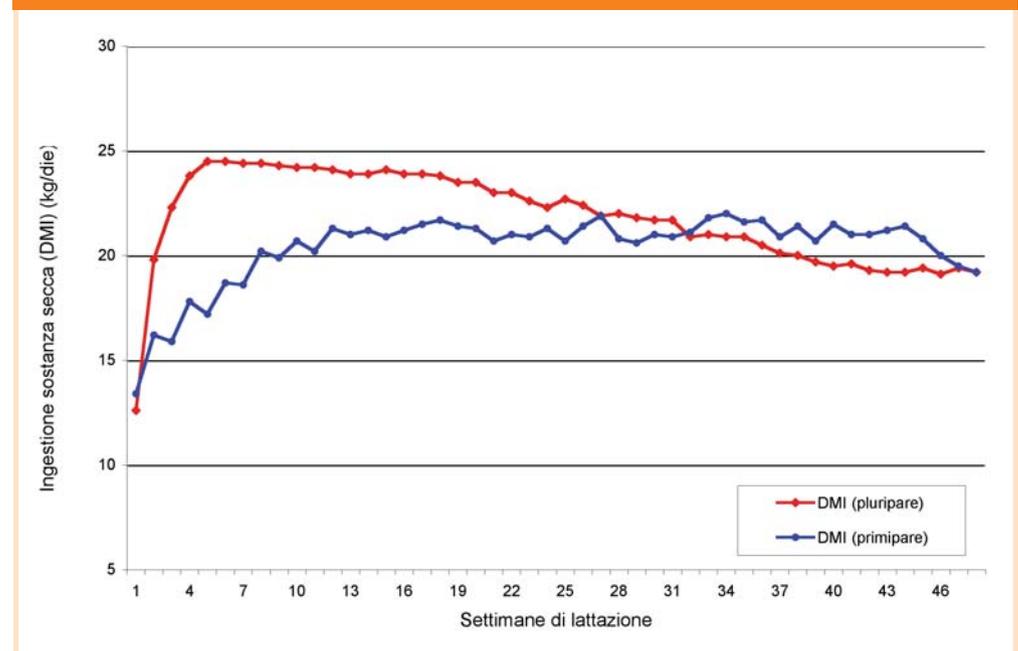
La bovina da latte è alimentata *ad libitum* fin dalla nascita, ad eccezione del latte che viene somministrato razionato dalla nascita allo svezzamento. Per verificare se l'ingestione reale o effettiva corrisponde

a quanto teoricamente potrebbe ingerire, sono state messe a punto numerose equazioni di previsione dell'ingestione. La conoscenza dell'ingestione teorica attraverso le equazioni di previsione consente ai nutrizionisti di analizzare se esistono fattori limitanti legati alla genetica, all'ambiente, agli alimenti, al management e alla sanità, che impediscono alla bovina di sfruttare al massimo la sua capacità di ingestione, soprattutto nelle fasi del suo ciclo produttivo in cui il bilancio energetico e proteico negativo è para-fisiologico, come la transizione e le prime settimane di lattazione. Le più importanti linee guida per l'alimentazione della vacca da latte sono contenute nel testo pubblicato dal *National Research Council (NRC)* nel *Nutrient requirements of dairy cattle*. Nell'edizione del 1978, si stimava che l'ingestione della vacche da latte fosse compresa il 2 e il 4% del peso vivo. Nella successiva edizione del 1989, l'equazione di stima dell'ingestione era basata sull'energia, facendo riferimento al concetto che la bovina consuma alimenti per soddisfare il suo fabbisogno energetico. L'equazione allora proposta era:

Ingestione (kg) = $\frac{\text{fabbisogno di energia netta latte (Mcal)}}{\text{concentrazione energetica della dieta (Mcal/kg)}}$

Nell'ultima edizione del 2001, l'equazione proposta nasce dalla metanalisi della

Figura 1. Grafico di previsione dell'ingestione di una bovina



ricca letteratura pubblicata sull'argomento dal 1988 al 1998 [2].

L'equazione proposta, che porta alla previsione dell'ingestione della bovina (figura 1) è la seguente:

$$\text{Ingestione (kg/giorno)} = (0,372 \times \text{kg di latte corretto al grasso al } 4\% + 0,0868 \times \text{peso corporeo}^{0,75}) \times (1 - e^{[-0,192 \times (\text{settimane di lattazione} + 3,67)])}$$

La fisiologia del controllo dell'ingestione

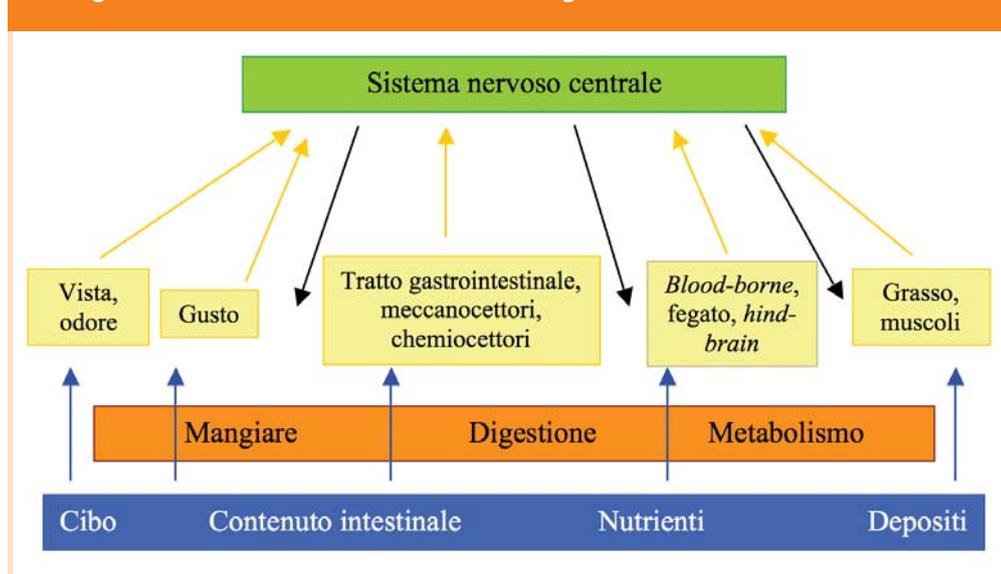
Abbiamo detto che attraverso il cibo l'animale cerca di soddisfare il suo fabbisogno energetico.

I meccanismi fisiologici che regolano l'ingestione nella vacca da latte sono stati oggetto di numerose ricerche che hanno generato varie teorie. La prima è quella formulata da Allen nel 1996, che si basa sul riempimento del rumine, affermando che "l'ingestione di sostanza secca è in funzione del peso e del volume dell'ingerito in rapporto al tasso di flusso del tratto reticolo-ruminale". Questa teoria si basa sul concetto che sono soprattutto gli stimoli meccanici del riempimento del rumine che, attraverso i meccanocettori e i recettori di tensione posti principalmente nel sacco craniale del rumine, stimolano il riflesso di sazietà ipotalamico [2]. Nel 1996, Illius e Jessop proposero la teoria del "feedback dei fattori metabolici" che si basa sull'affermazione: "Quando l'assorbimento dei nutrienti, specialmente proteina ed energia, supera i fabbisogni o quando il rapporto dei nutrienti assorbiti non è corretto un feedback metabolico negativo impatta sull'ingestione" [8]. Sempre nel 1996, Ketelaars e Tolkm formularono la teoria che "gli animali consumano energia netta a un tasso che ottimizza l'uso dell'ossigeno e minimizza la produzione di radicali liberi" [9]. Forbes, nel 2001, sosteneva che l'ingestione è regolata da vari tipi di segnale che agiscono in sinergia (figura 2) [5]. Nel 2005, Allen ha pubblicato quella che oggi è la teoria più accreditata sulla regolazione dell'ingestione di sostanza secca da parte della vacca latte. Allen parte dal presupposto che l'elevatissimo fabbisogno di glucosio della transizione e delle prime settimane di lattazione è principalmente soddisfatto dalla gluconeogenesi epatica, a partire principalmente dal propionato (75%) prodotto dalla fermentazione ruminale degli amidi. Secondo Allen la concentrazione di propionato negli epatociti è il principale fattore in grado di stimolare il centro ipotalamico della fame e della sazietà. Sono stati inoltre individuati recettori sensibili ai propionati anche nella vena porta, che trasporta al fegato anche gli acidi grassi volatili prodotti dalle fermentazioni ruminali [1]. Per sintetizzare le varie teorie, a stimolare il centro decisionale ubicato nell'ipotalamo laterale intervengono numero-

Quando l'assorbimento dei nutrienti, specialmente proteina ed energia, supera i fabbisogni o quando il rapporto dei nutrienti assorbiti non è corretto un feedback metabolico negativo impatta sull'ingestione" [8]. Sempre nel 1996, Ketelaars e Tolkm formularono la teoria che "gli animali consumano energia netta a un tasso che ottimizza l'uso dell'ossigeno e minimizza la produzione di radicali liberi" [9]. Forbes, nel 2001, sosteneva che l'ingestione è regolata da vari tipi di segnale che agiscono in sinergia (figura 2) [5]. Nel 2005, Allen ha pubblicato quella che oggi è la teoria più accreditata sulla regolazione dell'ingestione di sostanza secca da parte della vacca latte. Allen parte dal presupposto che l'elevatissimo fabbisogno di glucosio della transizione e delle prime settimane di lattazione è principalmente soddisfatto dalla gluconeogenesi epatica, a partire principalmente dal propionato (75%) prodotto dalla fermentazione ruminale degli amidi. Secondo Allen la concentrazione di propionato negli epatociti è il principale fattore in grado di stimolare il centro ipotalamico della fame e della sazietà. Sono stati inoltre individuati recettori sensibili ai propionati anche nella vena porta, che trasporta al fegato anche gli acidi grassi volatili prodotti dalle fermentazioni ruminali [1].

Per sintetizzare le varie teorie, a stimolare il centro decisionale ubicato nell'ipotalamo laterale intervengono numero-

Figura 2. Fattori che condizionano l'ingestione della bovina da latte.



Modificato da [6].

Figura 3. Fattori condizionanti l'ingestione

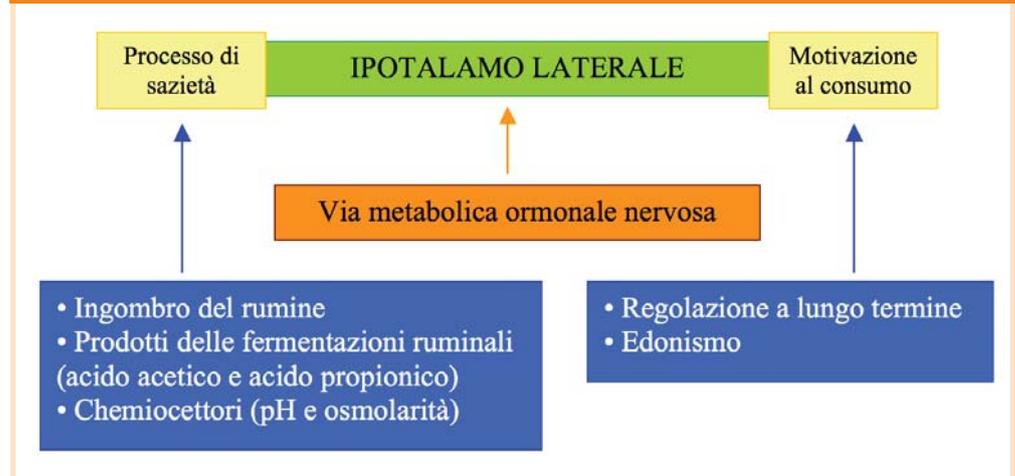
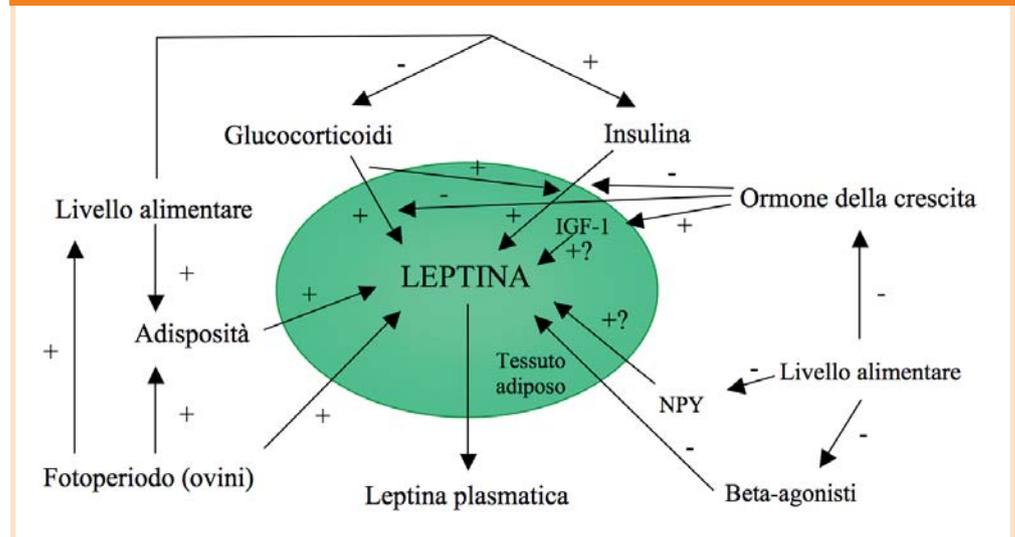


Figura 4. I fattori che controllano l'ingestione



si fattori, che giungono a questo distretto attraverso la via endocrina, metabolica e nervosa, portando le informazioni al centro della sazietà segnalando l'ingombro del rumine, e gli stimoli raccolti dai chemiocettori (pH e osmolarità) e dai prodotti della fermentazione ruminale, come l'acido propionico e l'acido acetico (figura 3).

Inoltre, esiste un ruolo non marginale alla motivazione al consumo, stimolato dalle riserve corporee di grassi attraverso l'ormone leptina, secreta dagli adipociti (figura 4).

Resler, nel 1994, ha pubblicato uno schema in cui venivano rappresentati i gruppi di fattori in grado di influenzare l'ingestione nella vacca da latte. Questi fattori sono stati suddivisi in fattori legati

agli animali, agli alimenti, al management e all'ambiente [12].

Questi fattori sono in grado di condizionare sia la frequenza sia le dimensioni dei pasti.

Fattori genetici

Non esiste allo stato attuale, negli indici di selezione della vacche da latte, il fattore "ingestione". Gli animali di taglia più piccola riescono a ingerire una quantità di sostanza secca, misurata come percentuale del peso corporeo, superiore a quelli di taglia più elevata e questo è un fattore positivo, in quanto consente una maggiore probabilità di soddisfare i fabbisogni energetici e proteici, soprattutto nelle fasi critiche. Tuttavia, in molti

programmi di selezione della Frisona nel mondo si prende in considerazione il BCS (*Body Condition Score*) come espressione indiretta del bilancio energetico e, quindi, del rapporto tra energia ingerita e energia spesa.

Fattori nutrizionali

1. Appetibilità degli alimenti e della razione

L'appetibilità di un alimento equivale alla preferenza dimostrata per quest'ultimo ed è determinata da diversi fattori, quali gusto, odore, apparenza, temperatura e struttura. Ma esistono anche altre definizioni. Una di queste lega l'appetibilità alle caratteristiche alimentari o alle condizioni che stimolano una risposta selettiva dell'animale. Secondo Forbes, l'appetibilità dipende anche dall'esperienza e dallo stato metabolico dell'animale [6].

Esistono alimenti che sono intrinsecamente appetibili o poco appetibili. È noto che, a volte, i fieni di medica dei tagli di fine estate o autunnali possono risultare poco graditi. In altri casi, può succedere che alimenti notoriamente appetibili non lo siano in alcuni allevamenti o per alcune bovine. Può accadere anche che le bovine associno un particolare odore o sapore a un disordine metabolico, come l'acidosi. Questo "ricordo" può rendere poco o per nulla appetibili alimenti notoriamente graditi alle bovine. Infatti, gli animali sono in grado di associare il gusto di un alimento con i suoi effetti post digestivi e l'esperienza fatta in giovane età, in questo senso, è determinante. Si segnala un'esperienza diretta dell'autore in un allevamento di vacche da latte, dove il cotone integrale, alimento solitamente molto appetibile, incluso in una razione unifeed, è stato all'origine di una marcata riduzione di ingestione.

Degni di approfondimento sono alcuni additivi, in genere utilizzati nella fase di transizione e, in modo specifico, durante le ultime tre settimane di lattazione, come il glicole propilenico o i sali anionici o additivi specifici. Spesso, queste sostanze, seppur dotate di intrinseche e riconosciute funzioni metaboliche positive, a causa della loro scarsa o nulla appetibilità, possono essere causa di dismetabolie, come la chetosi pre-parto; infatti, una volta inclusi nella razione ne possono deprimere l'ingestione complessiva in un momento dove il fisiologi-

co calo dell'appetito è il più importante fattore di rischio delle malattie del parto. In ogni caso, non tutti gli animali e neppure tutti gli allevamenti si comportano nello stesso modo di fronte agli additivi. È altamente consigliabile, prima di includere un nuovo additivo nella razione destinata alla preparazione del parto o al puerperio, verificare il livello di gradimento delle bovine, ossia verificare se la loro inclusione nella razione giornaliera ne deprime l'ingestione. È anche opportuno testare l'additivo sulla "mangiatoia pulita" per verificare se l'eventuale rifiuto sia dovuto all'odore o al sapore. Alcune malattie metaboliche importanti, come l'acidosi ruminale e la chetosi sia clinica sia sub-clinica, causano una riduzione di ingestione e ingenerano nella bovina un comportamento di rifiuto selettivo di concentrati, anche intrinsecamente molto appetibili.

L'appetibilità di un alimento è condizionata anche il suo stato di conservazione. Ci sono alcune micotossine, come il DON o vomitossina, che prende questo nome perché nel suino ha un potente effetto emetico. Nella vacca da latte, una somministrazione continuativa superiore a 2,5 ppm di DON possono causare cali produttivi superiori al 13% per ridotta ingestione. Anche la T-2 che, come il DON, è una micotossina prodotta da funghi del genere *Fusarium*, se presente negli alimenti alla concentrazione di 640 ppb e per un periodo di almeno tre settimane può causare un marcato calo di ingestione. La fumonisina, prodotta da *Fusarium verticillioides*, se presente alla concentrazione di oltre 100 ppm e per un periodo prolungato può causare una significativa riduzione dell'ingestione. Le micotossine, come le aflatossine e lo zearalone, seppur dotate di gravi effetti tossici, non sono in grado di indurre un calo dell'assunzione di alimento.

Alimenti ricchi di lipidi, come tutte le oleaginose, i cruscami, i sottoprodotti del riso e i grassi, se mal conservati, possono irrancidire. Il rischio che un alimento si arricchisca di perossidi e, quindi, irrancidisca, è legato alla presenza di ossigeno, alla sua percentuale di acidi grassi insaturi, al caldo e all'esposizione ai raggi solari diretti. Il livello massimo di perossidi negli alimenti viene indicato come il numero di perossidi per mEq O₂/kg di grasso. Solitamente, i valori riscontrati sono al di sotto di 5-10. Valori più elevati possono essere dannosi agli animali e causare vistosi cali di ingestione.





Negli insilati ben prodotti prevale l'acido lattico, che è dotato di un'elevata appetibilità. Ad esempio, in un insilato di mais di buona qualità si riscontra una concentrazione di acido lattico superiore al 5% della sostanza secca. L'acido acetico è invece prodotto dalla fermentazione dei lattobacilli omofermentativi facoltativi; elevate quantità di acido acetico possono ridurre l'appetibilità dell'insilato e, di conseguenza, l'ingestione. È considerato accettabile un rapporto di 2:1 tra acido lattico e acido acetico. Inoltre, gli insilati molto umidi e contaminati di terra possono arricchirsi di acido butirrico, prodotto da una fermentazione clostridica. L'acido gamma-amino butirrico (GABA), prodotto dalla decarbossilazione dell'acido glutammico, è il metabolita più coinvolto con l'ingestione. Una quantità di acido butirrico superiore a 50 g/giorno può causare una marcata riduzione dell'ingestione e indurre forme di chetosi secondarie. Gli insilati mal fermentati, con tipici segni di attività clostridiche, contengono una quantità di acido butirrico $> 25 \text{ g/kg}^{-1}$ della sostanza secca e un'alta concentrazione di azoto ammoniacale ($> 200 \text{ g/kg}^{-1}$ dell'azoto totale) e di amine biogene ($> 2 \text{ g/kg}^{-1}$), provenienti dalla deaminazione e dalla decarbossilazione degli aminoacidi. In ogni caso, è bene che negli insilati di mais ed erba la concentrazione di azoto ammoniacale rispetto all'azoto totale non superi rispettivamente il 10 e il 15%. Può succedere che, all'apertura delle trincee, l'ingresso di ossigeno causi lo sviluppo di lieviti epifiti, che convertono i carboidrati solubili, come gli zuccheri, in anidride carbonica e alcool. Quest'ultimo, oltre ad avere una spiccata epatotossicità, può causare sensibili cali d'ingestione. Le bovine, in genere, riconoscono le piante tossiche che possono incidentalmente contaminare i foraggi a loro destinati. Tutti i ruminanti al pascolo le evitano accuratamente, ma se presenti nei foraggi e negli insilati con cui si prepara una razione unifeed possono causare cali di ingestione della dieta giornaliera o, nella peggiore delle ipotesi, avvelenamenti o intossicazioni. Infine, per la bovina in lattazione, la granulometria degli alimenti, ossia le dimensioni medie delle particelle, condiziona il comportamento alimentare. Una ridotta granulometria aumenta la quantità ingerita e la velocità di ingestione, riducendo il tempo di alimentazione.

2. Umidità della razione

Esiste una correlazione negativa tra in-

gestione e diete molto umide. È stata dimostrata una riduzione di ingestione pari allo 0,02% del peso corporeo per ogni aumento di un punto percentuale di umidità per razioni con oltre il 50%. È stato osservato che l'aggiunta di acqua all'unifeed poco prima della somministrazione riduce l'appetibilità, mentre l'acqua aggiunta ai concentrati molte ore prima della somministrazione, anche a razioni con il 65% di umidità, non ha conseguenze.

3. Rapporto foraggi/concentrati

All'aumentare del rapporto foraggi/concentrati si osserva un aumento lineare dell'ingestione. È stato osservato che ciò avviene fino a un rapporto di 40:60, per l'intervento della stimolazione del centro della sazietà, dovuto ai motivi esposti nel paragrafo sulla fisiologia dell'ingestione. Una maggiore quota di concentrati, dotati solitamente di una ridotta granulometria, aumenta la velocità di degradazione ruminale delle particelle, aumentandone la velocità di transito verso la restante parte dell'apparato digerente. Inoltre, come descritto nel paragrafo successivo, in genere, nei concentrati la percentuale di fibra (NDF) è minore e ciò a vantaggio del riempimento del rumine, anch'esso coinvolto nel controllo dell'ingestione.

4. NDF della razione

Per NDF (*Neutral-Detergent Fiber*) si intende la quota di fibra solubile al detergente neutro. Si tratta delle pareti della cellula vegetale, composta principalmente da emicellulose, cellulose e lignina, secondo quanto suggerito da Mertens nel 1994. L'NDF della dieta viene utilizzata per definire i limiti minimi e massimi dell'ingestione. A un alto livello di NDF della razione, la sua capacità di ingombro ne limita l'ingestione, mentre a un basso livello l'effetto inibitore del feedback energetico esercita il suo effetto a livello ipotalamico. Dado e Allen, nel 1995, dimostrarono che razioni con una concentrazione superiore al 35% di NDF possono limitare l'ingestione per effetti meccanici nel rumine, mentre NDF inferiori al 25% non sono un fattore limitante [3]. Secondo le linee guida fornite agli utilizzatori del *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS), il range ottimale per l'NDF è compreso tra il 28% e il 35% della sostanza secca della razione. Queste considerazioni hanno una forte limitazione, in quanto prescindono dalla qualità dell'NDF, dal fatto che provenga da

foraggi o concentrati e dalla granulometria degli alimenti che la apportano. Nell'alimentazione della bovina da latte è di fondamentale importanza che la razione contenga una quantità minima di fibra "strutturata", che consenta di conservare un'adeguata ruminazione e, quindi, un sufficiente afflusso di saliva nel rumine (100-190 litri al giorno in condizioni ottimali). In tabella 1 si evidenzia che le bovine del test ingeriscono circa 7.000 g al giorno, che corrispondono a quello che viene considerato il range accettabile di NDF, ossia 1,2-1,4% del peso vivo, ovviamente in funzione dei giorni medi di lattazione. Si può partire da una percentuale inferiore all'1% nelle prime settimane di lattazione, per raggiungere il picco intorno alla dodicesima settimana. Il peso medio della Frisona italiana viene stimato in 680 kg circa, per cui l'NDF totale ingeribile varia da 8.000 a 9.500 g al giorno. Secondo il lavoro di Dado e Allen, in condizioni ottimali, le bovine compiono 14 cicli ruminativi al giorno della durata di 33 minuti; per cui la ruminazione impegna le bovine per circa 450 minuti giornalieri. Importante sottolineare che l'NDF limita l'ingestione per pasto. Infatti, le bovine non riescono a ingerire più di 670 g per pasto e per ogni kg di NDF è necessaria più di un'ora di ruminazione. Si è visto in precedenza come l'acidosi ruminale, ossia la condizione in cui il pH scende sotto la soglia di 5,80 per almeno 180 minuti al giorno, condiziona fortemente l'ingestione. L'abilità del nutrizionista è quella di massimizzare l'ingestione, riducendo al minimo l'NDF della razione. Questo consente di avere la massima crescita di biomassa ruminale e conseguentemente la maggiore quantità possibile di acidi grassi prodotti, in particolar modo di acido propionico. Questo per avere più proteina metabolizzabile, senza incorrere negli effetti negativi dell'acidosi ruminale sub-clinica.

In passato, per meglio definire il fabbisogno minimo di NDF si utilizzava l'NDF da foraggio, indicandone i livelli ottimali come percentuale del peso corporeo: lo 0,85% era considerato un valore minimo, mentre l'1% un valore moderatamente elevato.

Più preciso e affidabile del semplice NDF è il peNDF. Presentato da Mertens nel 1997 [10], rappresenta la quota di NDF > 1,18 mm. È universalmente condiviso che, per mantenere il pH ruminale stabilmente intorno a 6, è bene che il peNDF della ra-

TABELLA 1. Il comportamento alimentare di bovine in lattazione di razza Frisona

Variabile	Primipare		Pluripare		Tutte	
	Media	Cv %	Media	Cv %	Media	Cv %
Produzione kg/die	28,7	15,5	37,5	13,7	33,1	19,7
DMI kg/die	20	13,6	24,8	11,3	22,8	16,1
Ingestione NDF kg/die	6,2	13,8	7,6	11,4	7	16,1
Dimensione ss pasto kg	1,8	17	2,5	29,8	2,2	30,6
Dimensione NDF pasto kg	0,56	17,3	0,75	29,7	0,67	30,5
Numero pasti al giorno	11,3	17,3	10,8	25,4	11	22,1
Lunghezza pasto (minuti)	25,9	22,2	31,1	33,4	28,8	31,3
Tempo per mangiare min/die	284	16,5	314	16,8	301	17,3
Minuti per kg ss	15,9	23,7	13,6	14,1	14,6	21
Minuti per kg NDF	51,1	22,4	44,3	14,4	47,2	20,1
Atti masticatori al minuto	62,7	22,8	60,8	16,9	61,6	19,6
Cicli ruminativi al giorno	15,4	7,4	12,9	8,7	14	8,3
Lunghezza ciclo/minuto	29,7	17,5	36	13,3	33,3	17,8
Tempo per ruminare min/die	453	15,9	460	19,9	457	20,9
Minuti per kg/ss	22,9	18,3	18,7	14,8	20,5	16,3
Minuti per kg/NDF	74,1	21,1	60,9	18,9	66,6	22,5
Masticazione, ruminazione al giorno	29,6	20,8	28,9	19	29,2	22,3
Ciclo ruminale minuti	64,4	21,5	61,8	17,6	62,9	19,3
Masticazione totale min/die	738	10,7	774	7,2	758	9,1
Masticazione totale min/kg/ss	37,2	13,9	31,4	11,4	33,9	12,6
Masticazione totale min/kg NDF	120,7	15,6	102	13,6	110	17,1

Modificato da [71].

zione non scenda la disotto del 21% della sostanza secca, con un range ottimale del 21-28%. Le necessità di "campo" di valutazione della "ruminabilità" della razione sono state ben risolte da un dispositivo messo appunto da diversi anni, nel 1996, dalla *Penn State University*, denominato *Penn state particle separator*. Recentemente, questo dispositivo è stato completato con un 4° setaccio di 1,18 mm, per la misurazione del peNDF. Le linee guida che accompagnano questo utile strumento di campo indicano che, in condizioni ottimali, si dovrebbe avere il 2-8% di particelle trattenute dal setaccio di 19 mm, il 30-50% da quello di 8 mm e il 30-50% da quello 1,18 mm.

5. Amido della razione

Nelle prime settimane di lattazione, il bilancio energetico negativo è fisiologico. L'abilità del nutrizionista sta nel controllarne la gravità, cercando di incentivare al massimo la produzione ruminale di propinato e di biomassa ruminale, inserendo nella razione una quota di amido in grado di superare indenne il rumine per essere assorbito come glucosio nell'intestino tenue. Sia i propionati sia gli aminoacidi glucogenetici, presenti nella biomassa ruminale e nella quota proteica indegradabile nel rumine, sono utilizzati principalmente dal fegato per pro-



durre glucosio. Come indicato in precedenza, un'eccessiva produzione di propionato può limitare l'ingestione attraverso un feedback negativo ipotalamico. In particolare, si è visto che una quota eccessiva di amido rumino-degradabile (RDS) può inibire l'ingestione sia per la caduta del pH ruminale sia per effetto dei propionati. Più in generale, è consigliabile un livello di amido della razione compreso tra 21 e 28% della sostanza secca e un rapporto peNDF/RDS non inferiore a 1,45.

6. Proteine della razione

Più che la concentrazione totale di proteina grezza della razione sono alcuni dettagli della nutrizione azotata a influenzare l'ingestione nella vacca da latte. Il rumine è un complesso "ecosistema" che ospita più di 200 specie batteriche diverse, oltre a funghi e protozoi, e che fermenta i componenti della dieta. Alcune frazioni della proteina grezza come quella solubile e rumino-degradabile e i peptidi rappresentano fondamentali fattori di crescita per la biomassa ruminale e, quindi, in grado di modulare la degradabilità degli alimenti e, conseguentemente, il loro tempo di permanenza nel rumine.

Una regola fondamentale del modello matematico ormai universalmente adottato per elaborare le razioni per le vacche da latte, noto come CNCPS, afferma che più è elevata la degradabilità ruminale dei componenti delle diete e più rapidamente avverrà lo svuotamento del rumine e, quindi, la capacità delle bovine di ingerire la dieta che gli viene somministrata. I batteri che fermentano i carboidrati, per crescere e per idrolizzare gli alimenti, hanno bisogno di una determinata quota di azoto. I batteri che fermentano l'NDF hanno uno specifico fabbisogno di azoto non proteico (NPN), mentre quelli che fermentano gli amidi necessitano di "pro-

teina vera", ossia di azoto proveniente da aminoacidi e peptidi. La strada più semplice è quella di "ottimizzare la razione per la proteina metabolizzabile", ossia la sommatoria della proteina di origine microbica e di quella rumino-indegradabile, al netto della sua digeribilità intestinale. Più elevato è il tasso di crescita della biomassa ruminale maggiore è la degradazione ruminale dei componenti, lo svuotamento del rumine e, quindi, l'ingestione. Scegliendo invece una strada più semplice, nel calcolare una razione destinata alle vacche da latte è consigliabile che abbia almeno il 5% di proteina solubile e l'11% di proteina rumino-degradabile. Comunque, in generale, più elevata è la concentrazione proteica della razione maggiore è l'ingestione di sostanza secca, col limite di una eccessiva produzione di ammoniaca ruminale e, quindi, della tossicità di questa molecola.

7. Grassi della razione

Sempre nelle prime settimane di lattazione e sempre per mitigare gli effetti negativi del bilancio energetico negativo si aggiungono grassi alle razioni delle bovine. Si scelgono grassi rumino-protetti o fonti vegetali, come le oleaginose integrali, che rilasciano buona parte degli acidi grassi contenuti nelle loro cellule vegetali a valle del rumine. Nei ruminanti, gli acidi grassi liberi, soprattutto se insaturi, hanno un effetto negativo sulla degradabilità ruminale della fibra e sulla percentuale di grasso nel latte (sindrome da basso grasso nel latte).

I grassi possono ridurre l'ingestione attraverso l'azione degli ormoni intestinali e l'ossidazione epatica degli stessi. Elevati livelli di grasso di una dieta possono esercitare un marcato effetto ipofagico, per cui è necessario seguire scrupolosamente la linea guida riportata in tabella 2.

TABELLA 2. Classificazione dei grassi della diete per vacche da latte secondo CNCPS

Classificazione	Unità di misura	Descrizione	Livello massimo
EE1	% ss	Lipidi presenti negli alimenti di base	3
EE2	% ss	Lipidi provenienti dalle oleaginose	3
EE 1 ed EE 2	% ss	EE1 + EE2	5
EE 3	% ss	Grassi rumino-protetti	4
EE Totali	% ss	Somma totale	6
Totale insaturi	g/giorno	Acidi grassi insaturi	600
C18:1 trans	g/giorno	Acido vaccenico prodotto nel rumine	120

8. Minerali della razione

Più che specifiche concentrazioni dei singoli minerali della dieta, è il rapporto tra anioni e cationi della stessa a influenzare l'ingestione delle bovine in lattazione. È stato osservato solo che concentrazioni di zolfo maggiori dello 0,35% (sulla sostanza secca) possono ridurre l'ingestione. I minerali esercitano un'azione sul pH ruminale, contribuendo alla capacità tampone della saliva, notoriamente ricca di fosfati e bicarbonato di sodio.

In un'interessante metanalisi di Hu e Murpey del 2004 è stato evidenziato che il bilanciamento ionico della razione (DCAD) può influenzare lo *status* acido-base della bovina e, conseguentemente, sia l'ingestione sia la produzione di latte. Gli autori hanno utilizzato l'equazione

$$\text{DCAD (mEq)} = \text{Na} + \text{K} - \text{Cl}/100 \text{ g di sostanza secca}$$

La metanalisi ha evidenziato un valore ideale di DCAD per le vacche in lattazione di +33-45 mEq/100 grammi di sostanza secca. Gli autori hanno sottolineato come a un pH urinario di circa 8,00 (valore normale per gli erbivori), si registra la massima ingestione giornaliera e una regressione lineare tra pH ematico e ingestione. Inoltre, la massima ingestione si ha quando lo ione bicarbonato (HCO_3) nel sangue è compreso tra 28 e 30 mEq/l [7].

9. Acqua di bevanda

Restrizioni nella disponibilità di acqua da bere o acqua di scarsa qualità limitano il consumo di sostanza secca, ma anche in virtù del fatto che il contenuto ruminale è per l'86% acqua. Esiste una correlazione molto elevata ($r = 0,96$) tra ingestione di acqua e consumo di sostanza secca.

Il consumo di acqua è anche influenzato dalla concentrazione di alcuni minerali della razione; i solfati, ad esempio, lo riducono e, con esso, anche l'ingestione. Le razioni ricche di cloruro di sodio e bicarbonato innalzano i fabbisogni di acqua. Per ogni grammo di sodio ingerito si osserva un aumento nel consumo di acqua pari a 50 grammi. Inoltre, anche razioni molto ricche di foraggio o proteine aumentano il consumo di acqua.

Esistono numerose equazioni per calcolare il fabbisogno di acqua delle vacche in lattazione e, a titolo di esempio, si riporta la IGA (Ingestione Globale di Acqua):

$$\text{IGA (lb/die)} = 0,9 \times \text{prod. (lb/die)} + 0,11 \times (\text{ingestione Na (g/die)} + 2,64 \times (^\circ\text{F}/1,8 - 17,778) + 32,25$$

Per calcolare esattamente l'ingestione di acqua da bere si deve sottrarre l'acqua ingerita con la razione. In ogni caso, è bene ricordare che le bovine consumano il 60% del loro fabbisogno di acqua entro 1 ora dopo la mungitura e che ogni gruppo dovrebbe avere a disposizione almeno 1,2 m di vasche ogni 20 vacche. Il consumo di acqua, in estate, aumenta anche del 100%.

Fattori ambientali

1. Fotoperiodo

In molte ricerche, è stato riportato che il fotoperiodo e, in particolare, le ore diurne a elevata intensità di luce (300 lumen) influenzano positivamente sia la produzione di latte (fino a +16%) sia la fertilità, mediante un aumento del rilascio di IGF-1 e, probabilmente, anche per una maggiore ingestione (+6%).

2. Temperatura e umidità relativa

La temperatura media del periodo, l'umidità relativa e la presenza o meno del raffreddamento notturno in estate sono in grado di condizionare sensibilmente l'ingestione di sostanza secca delle vacche in lattazione. La zona di neutralità termica della vacca da latte è compresa tra il +5 °C e +20 °C. Un aumento della temperatura oltre la zona di neutralità termica comporta un calo di ingestione. Quando la temperatura e l'umidità relativa aumentano la bovina mette in atto una serie di comportamenti e modifiche del suo metabolismo, come l'aumento della frequenza respiratoria e dei consumi di acqua, la ricerca di zone di ombra, la riduzione dell'ingestione e l'assunzione di alimento nelle ore più fresche della giornata. Questi provvedimenti servono, da un lato, a ridurre la produzione endogena di calore e, dall'altro, a disperderne il più possibile. Se questi cambiamenti non danno risultati, la bovina si "ammala" di stress da caldo, caratterizzato da un aumento della temperatura corporea di oltre 0,5 °C e della frequenza respiratoria di oltre 80 atti al minuto.

Fattori manageriali

Le bovine hanno una gerarchia sociale molto rigida e le dimensioni del gruppo possono condizionare la competizione

TABELLA 3. Influenza della temperatura e dell'umidità sull'ingestione della vacca da latte

	T °C	Umidità relativa %	Raffreddamento notturno Sì/no	T min °C	Lattazione (aggiustamento % DMI) Prima	Successive
Freddo	< 5	0-100			+1,0	+1,3
Neutralità termica con raffreddamento notturno	5-24	0-100	Sì	< 5 (2 gg)	0	0
Neutralità termica senza raffreddamento notturno e bassa umidità	5-24	< 65	No	> 5	-1,0	-1,3
Neutralità termica senza raffreddamento notturno e alta umidità	5-24	66-100	No	> 5	-3,0	-3,5
Caldo con raffreddamento notturno e bassa umidità	> 24	< 65	Sì	< 10 (2 gg)	-1,0	-1,3
Caldo senza raffreddamento notturno e bassa umidità	> 24	< 65	No	> 10	-2,5	-3,0
Caldo con raffreddamento notturno e alta umidità	> 24	> 65	Sì	< 10 (2 gg)	-4,0	-4,3
Caldo senza raffreddamento notturno e alta umidità	> 24	> 65	No	> 10	-10,5	-14,0

Modificata da [13].

per lo spazio in mangiatoia e per l'acqua da bere. È bene dare alle bovine un posto ciascuna in mangiatoia e un posto ciascuna in cuccetta per riposare adeguatamente. Le vacche più anziane hanno un incremento di ingestione nelle prime 5 settimane di lattazione più rapido rispetto alle primipare. Le primipare in lattazione ricoverate in un gruppo a parte mangiano per un tempo superiore del 10-15%, consumando anche fino a due pasti in più. Questo comporta un aumento della produzione del 5-10%. Ai fini dell'ingestione, è molto importante che le bovine escano dalla stalle per essere munte per un periodo non superiore a 45 minuti. In genere, questo si realizza quando una posta di mungitura munge non più di 4 capi per gruppo. Inoltre, deve essere posta molta cura nella gestione dei gruppi, nella consapevolezza che le bovine sono animali con una forte gerarchia sociale e, ogni volta che vengono spostate, la gerarchia viene rimessa in discussione, con un inevitabile stress. È ormai abitudine consolidata eseguire molte operazioni come le terapie, le visite veterinarie, le fecondazioni e la profilassi in mangiatoia, utilizzando i cosiddetti "autocatturanti" per prendere le bovine. Questa pratica, seppur dotata di grande comodità, è poco coerente con l'obiettivo di creare alle bovine le condizioni ideali per un miglioramento della loro ingestione. È au-

spicabile, infatti, che l'area di alimentazione sia associabile solo alle sensazioni gradevoli del cibo e non a quelle più stressanti delle visite e delle terapie.

Fattori sanitari

Tutte le malattie infettive, metaboliche e traumatiche influiscono sull'ingestione. Vacche che vivono in stalle con cuccette che, o perché mal dimensionate o per fondi abrasivi, causano lesioni agli arti o vacche che trovano difficoltà a entrare o uscire dalle cuccette riducono l'ingestione di alimento. Analogo discorso vale per le malattie infettive a decorso febbrile.

Meritano un approfondimento a parte le malattie metaboliche e soprattutto quelle della transizione, che rappresentano ben il 75% delle patologie che colpiscono la vacca da latte. Le due malattie metaboliche più importanti, che hanno un effetto diretto sull'ingestione, sono l'acidosi ruminale e la chetosi metaboliche, a decorso sia clinico sia sub-clinico.

- La chetosi, ossia l'accumulo di corpi chetonici nel sangue, causa stato letargico e ipofagia, oltre alla classica sintomatologia. Soprattutto la forma sub-clinica, si presenta più spesso negli ultimi giorni di gravidanza e nelle prime settimane di lattazione, quando il bilancio energetico e proteico negativo è più grave, ossia quando sarebbe necessaria una

maggior assunzione di nutrienti.

- L'acidosi ruminale, invece, può colpire le bovine in qualsiasi fase del ciclo produttivo. La bovina in acidosi altera il suo comportamento alimentare evitando di mangiare gli alimenti che l'hanno causata, come i concentrati e l'unifeed. Se ne hanno la possibilità, cercano foraggi lunghi o paglia, nel tentativo di aumentare la salivazione e quindi il pH ruminale.
- Un discorso a parte è l'endotossicosi, ossia l'aumento nel sangue di endotossine batteriche (Gram negativi), che possono provenire dal rumine, dalla mammella, dall'utero dopo il parto e dall'apparato uro-genitale.

Conclusioni

L'ingestione di sostanza secca giornaliera o, meglio, espressa come percentuale del peso corporeo è un argomento fondamentale di studio per chi si occupa di bovine da latte. La soluzione più efficace per gestire il bilancio energetico e proteico negativo della transizione, dall'asciutta alla lattazione, e nelle prime 8 settimane dopo il parto è quello di creare quella una condizione affinché la bovina possa ingerire il più possibile. Esistono rigidi limiti fisiologici all'aumento della concentrazione energetica e proteica delle razioni legati alla salvaguardia della

salute del rumine. Conoscere i meccanismi che condizionano l'ingestione della bovina aiuta a migliorare nettamente le sue *performances* produttive, riproduttive e sanitarie e la sua longevità produttiva. La capacità di ingestione della bovina altro non è che l'espressione fenotipica di una genetica che interagisce con l'ambiente, il management, la nutrizione e la sanità. In ambito genetico, la selezione per il BCS premia indirettamente le bovine che riescono a mangiare di più durante le fasi critiche. L'ambiente, inteso come il luogo dove le bovine vivono, deve rispettare il più possibile l'etologia di questi animali, consentendo a tutte l'accesso alla mangiatoia, all'acqua e alle zone di riposo, per evitare stress e l'assunzione di comportamenti anomali. Inoltre, è di fondamentale importanza il management, inteso come criterio della formazione dei gruppi, gestione della mungitura e rapporti con l'uomo. Parlando di ingestione è ovvio che la conoscenza della nutrizione e degli alimenti è di fondamentale importanza. Da considerare poi sono gli aspetti sanitari. Molte delle malattie traumatiche, infettive e metaboliche che colpiscono le bovine hanno un impatto negativo con l'ingestione e la riduzione dell'appetito è esso stesso concausa della sindrome della sub-fertilità, dell'immunodepressione nel parto, della chetosi ecc. ■

Bibliografia

- 1-Allen M.S., Bradford B.J. The cows as model to study food intake regulation. *Annu. Rev. Nutr.*, 2005; vol. 25: pp. 523-547.
- 2-Allen M.S.. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 1996; vol. 74: pp. 3063-3075.
- 3-Dado R.G., Allen M.S. Intake limitations, feeding behavior and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber of inert bulk. *J. Dairy Sci.*, 1995; vol. 78: pp. 118-133.
- 4-Dado R.G., Allen M.S. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variable for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1994; vol. 77: pp. 132-144.
- 5-Forbes J.M. The multifactorial nature of food intake control. *J. Anim. Sci.*, 2003; vol. 81, n. 14 suppl. 2: E139- E144.
- 6-Forbes J.M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, 1995.
- 7-Hu W., Murpey M.R. Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cow: a meta-analysis. *J. Dairy Sci.*, 2004; vol. 82: pp. 2222-2229.
- 8-Illius A.W., Jessop N.S. Metabolic constraints of voluntary intake in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 1996; vol. 74: pp. 3052-3062.
- 9-Ketelaars J.J., Tolamp B.J. Oxygen efficiency and the control of energy flow in animal and human. *J. Anim. Sci.*, 1996; vol. 74: pp. 3036-3051.
- 10-Mertens D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1997; vol. 80: pp. 1463-1481.
- 11-National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academic Press, 2001.
- 12-Reseler D.K. Development and evaluation of feed intake and energy balance prediction models for lactating dairy cattle. Thesis Ph.D. Cornell University, 1994.
- 13-Roseler D.K., Fox D.G., Pell A.N., Chase L.E. Evaluation of alternative equations for prediction of intake for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1997; vol. 80: pp. 864-877.