Cenni sulla fisiologia della digestione nei mammiferi poligastrici

written by Rivista di Agraria.org | 31 maggio 2014
di Giuseppe Accomando

Gli animali poligastrici sono caratterizzati dall'avere tre prestomaci (*rumine, reticolo, omaso*) e uno stomaco vero e proprio, l'*abomaso*. La digestione nell'abomaso è preceduta da un'azione meccanica ed una fermentazione microbica che avvengono nei prestomaci.
L'azione meccanica:

- facilita la macerazione dell'alimento digerito;
- determina una uniforme distribuzione dei microrganismi;
- provoca il rimescolamento del contenuto con la saliva;
- agevola la mobilizzazione degli AGV e il loro riassorbimento attraverso le pareti del rumine;
- provvede alla rimozione della anidride carbonica (CO_2) e del metano (CH_4) derivate dai processi fermentativi.

Prima della digestione, operazione indispensabile in questi animali è la Ruminazione. Questa consta di due fasi:

- inspiratoria ed espulsiva, permettono al bolo alimentare il passaggio dal rumine alla bocca;
- masticatoria mericica, il bolo viene insalivato e finemente masticato, e si chiude con la deglutizione, in cui il bolo essendo costituito da materiale più finemente sminuzzato con peso specifico maggiore tende a sedimentare ed a depositarsi nel sacco ventrale del rumine, successivamente spinto nel reticolo attraverso lo sfintere reticolo-omasale e nell'ultimo settore omaso-abomaso.

L'azione fermentativa: i prestomaci hanno funzione fermentativa, sono privi di ghiandole gastriche, accolgono la microflora ruminale rappresentata da batteri: cellulosolitici, emicellulosolitici, amilolitici, proteolitici (circa 10–100 miliardi/ml); protozoi: circa 100.000-1.000.000/ml (ruolo non ben conosciuto – intensa attività proteolitica) e funghi. Quasi tutti i ceppi sono proteolitici cioè attaccano le proteine dell'alimento e arrivano a degradare gli aminoacidi ad ammoniaca (NH_3) e chetoacidi. I batteri sono in grado anche di produrre lipasi e quindi i grassi nel rumine vengono scissi in glicerolo ed acidi grassi volatili (AGV); la temperatura nel rumine è di 38-40°C, il pH: 6.2-6.5. Questi microrganismi simbionti digeriscono: zuccheri semplici (fruttosio, glucosio, galattosio); disaccaridi (saccarosio, maltosio); polisaccaridi (amidi e cellulose); sostanze peptiche (polimeri di acidi uronici); emicellulose, polimeri insolubili in acqua (xilosio, arabinosio, galattosio, mannosio); lignina (polimero di aldeidi con gruppi benzenici). Gli enzimi dei microrganismi demoliscono i polisaccaridi fino a zuccheri semplici e questi sono in parte utilizzati per il metabolismo batterico con produzione finale di acidi grassi volatili AGV (acetico, propionico, butirrico, valerianico) che, assorbiti dalle mucose del rumine, passano nel sangue e vengono metabolizzati a livello del fegato. Questi acidi rappresentano il 60% dell'energia necessaria agli animali per vivere e formare sostanze.
Mediamente il quantitativo giornaliero prodotto da una bovina è circa di 2 – 2.5 kg di *acido acetico*, 0.8 – 1 kg di *acido propionico* e 0.5 – 0.7 kg di *acido butirrico*.
L'acido acetico entra a far parte del grasso del latte ecco perché è importante favorirne la formazione somministrando agli animali da latte più foraggi a fibra lunga e meno mangimi concentrati. Con questo tipo di alimentazione il quantitativo di acido acetico che si forma è circa il 65 – 75 % degli AGV, l'acido propionico corrisponde a 15 – 20%, mentre l'acido butirrico si attesta mediamente sul 10%. *L'acido propionico*, invece, entra a far parte del grasso di copertura esso è importante per gli animali da ingrasso ed è favorito somministrando più foraggi ricchi di carboidrati semplici e proteine, più velocemente digeribili come i mangimi concentrati. Con questa razione alimentare l'acido acetico che si forma è pari al 55 – 60% mentre l'acido propionico che si sviluppa è pari al 30 –35 %.

Digestione ruminale delle proteine

Gli aminoacidi liberi possono esser utilizzati dalla flora e fauna microbica per la propria sintesi proteica oppure deaminati con formazione di ammoniaca; oppure utilizzati come fonte energetica e trasformati in AGV. La flora batterica può utilizzare l'azoto non proteico contenuto nell'urea, idrolizzandola ad ammoniaca e CO_2, sono in grado di ridurre ad ammoniaca anche l'azoto dei nitrati e nitriti. Le proteine batteriche e protozoarie hanno un alto valore biologico per il maggior contenuto di aminoacidi essenziali. In sintesi nel rumine, ad opera della microflora batterica, vengono scisse le proteine in amminoacidi con perdita di materiale plastico per l'animale, dai batteri, però, vengono sintetizzati amminoacidi partendo da azoto non proteico presente negli alimenti o introdotto sotto forma di urea, nitrati o nitriti. L'industria mangimistica proprio per evitare perdita di proteine ad opera dei batteri ruminali ha messo a disposizione degli allevatori proteine *by pass*, che passano indenni dall'opera di demolizione dei batteri ruminali per arrivare ad essere digerite in parte nell'abomaso e successivamente nel duodeno.

Digestione dei lipidi

Nelle razioni i lipidi più rappresentati sono in prevalenza insaturi: palmitioleico, oleico, linoleico, arachidonico, i trigliceridi sono scarsamente presenti 3%, acidi grassi liberi, fosfolipidi carotenoidi ecc. I batteri hanno una intensa attività lipolitica che porta all'idrolisi dei trigliceridi, fosfolipidi con formazione di glicerolo. Gli acidi grassi insaturi vengono idrogenati e trasformati in acidi grassi saturi. I lipidi alimentari comprendono fosfolipidi, glicolipidi, grassi neutri, i fosfolipidi e glicolipidi sono presenti nelle foglie, mentre i grassi neutri nei semi dei cereali, delle leguminose e nei grassi animali. Gli animali al pascolo o alimentati con foraggi verdi introducono acidi grassi saturi, monoinsaturi e polinsaturi. Mentre gli animali che vengono alimentati con concentrati assumono acidi grassi polinsaturi.

Degradazione dei composti organici azotati

Proteolisi: gli enzimi dei batteri e dei protozoi operano l'idrolisi delle proteine apportate con gli alimenti oltreché quelle degli stessi microrganismi, entro le 16 ore dall'ingestione; gli aminoacidi vengono ridotti ad ammoniaca, questa è importante per la sintesi *ex novo* di aminoacidi, l'urea è idrolizzata ad NH_3. Altri composti organici contenenti azoto possono formare AGV, CO_2 e NH_3. Nel rumine è attiva la riduzione dei nitrati ad ammoniaca e le fonti per la riduzione è rappresentata da H_2, formiato, lattato, citrato , glucosio.

Sintesi delle vitamine

Nel rumine vengono sintetizzate anche alcune vitamine quali: Tiamina B1, Riboflavina B2, – Nicotinamide PP- Acido Pantotenico- Acido Folico- Piridissina B6- Cianocobalamina B12 e la vitamina K, la vitamina C è sintetizzata dall'organismo ma non nel rumine

Digestione gastrica

Nell'abomaso o vero stomaco il bolo alimentare detto *Chimo* viene attaccato dai succhi gastrici e digerito. Il succo gastrico è formato da: pepsinogeno, chimosina, muco e acido cloridrico. Quest'ultimo, oltre ad altre funzioni, abbassa il pH gastrico trasformando così il *pepsinogeno in pepsina* che demolisce le proteine in *peptoni*. La *chimosina* determina la coagulazione del latte, trasformando, in presenza di ioni calcio Ca^{++}, la caseina in paracaseinato di calcio insolubile, demolito dalla pepsina, il *muco* protegge le pareti dello stomaco dall'azione degli enzimi proteolitici.

Digestione intestinale

Dal *Piloro* il *chimo* passa nel primo tratto dell'intestino tenue *il Duodeno* dove avviene la digestione intestinale, il chimo in questo tratto prende nome di *Chilo*, il pH è subalcalino, in esso versano il secreto il pancreas, la bile e

l'intestino stesso. Il chimo acido proveniente dallo stomaco contiene materiale proteico parzialmente digerito, carboidrati solo in parte intaccati dalle diastasi salivare e lipidi praticamente immodificati dalla digestione gastrica. Quando passa nell'intestino tenue (duodeno) si mescola con il succo pancreatico, con la bile e il succo enterico, questi con il loro corredo enzimatico completano l'azione digestiva riducendoli a strutture elementari assorbibili attraverso la mucosa intestinale. Il materiale alimentare sfuggito ai processi enzimatici in sede gastrica ed intestinale, nei monogastrici come gli equini, i suini i coniglio viene sottoposto ad un successivo processo di tipo fermentativo a livello dell'intestino crasso. Le funzioni dell'intestino tenue sono: Digestiva: Completa la digestione iniziata nella bocca e nello stomaco – Assorbente: Attiva il passaggio nel sangue e nella linfa dei prodotti della digestione e di altre sostanze ingerite (acqua, sali minerali, vitamine) – Motoria : Causa il mescolamento del contenuto e il suo progressivo spostamento in senso caudale – Endocrina : Secerne ormoni che regolano le funzione dell'apparato digerente. Nel Duodeno vengono immesse altre sostanze quali: succo pancratico, la bile e il succo enterico.

Succo pancreatico

È prodotto dal pancreas esocrino, contiene tre gruppi principali di enzimi Proteasi, Lipasi e Amilasi. Tra i primi ricordiamo: il *tripsinogeno* è attivato a *tripsina* ad opera di un enzima enterico *enterochinasi* nonché da un processo autocatalitico accelerato dalla presenza di ioni Calcio. La *tripsina* è responsabile altresì dell'attivazione del chimotripsinogeno, procarbossipeptidasi e della proelastasi. Essa scinde i legami tra aminoacidi basici quali la lisina e l'arginina. *La chimotripsina* idrolizza preferibilmente legami peptidici tra aminoacidi aromatici quali la tirosina e fenilalanina, in presenza di Ca++ si comporta come la rennina. L'*elastasi* ha la capacità di idrolizzare le scleroproteine dei tendini e legamenti, è specifica per i legami peptidici tra aminoacidi alifatici quali: valina leucina serina .
La *Carbossipeptidasi*si comporta da *esopeptidasi* ed attacca le catene aminoacidiche all'estremità.
Le *ribonucleasi*idrolizzano gli acidi nucleici DNA e RNA a nucleotidi. L'*amilasi* agisce sugli amidi, sia cotti che crudi, trasformandoli in destrina e maltosio. La *lipasi*ha come substrato i trigliceridi che trasforma in acidi grassi liberi e in monogliceride, la sua azione è accentuata da diversi fattori fra i quali gli ioni calcio e sali biliari.
Bile
La bile è il prodotto di secrezione degli epatociti che il fegato riversa nel lume duodenale, si presenta come un liquido vischioso, di colore verdastro o verde giallastro di sapore amaro. Nella sua composizione troviamo:acqua, sali degli acidi biliari, pigmenti, colesterolo, lecitina. I sali sono bicarbonati e cloruri di sodio e potassio. L'azione digestiva sui grassi è legata alla presenza di sali biliari che con la loro azione detergente abbassano la tensione superficiale dell'interfaccia acqua – trigliceridi e ne favoriscono l'emulsionamento- provvedono alla suddivisione dei grassi in minutissime goccioline favorendo così l'azione delle lipasi.

Succo enterico

Il duodeno, digiuno ed ileo sono le sedi dove si completano i processi digestivi enzimatici di tutte le specie animali, si realizzano anche i principali processi di assorbimento dei prodotti finali della digestione. Questo compito è svolto dagli enterociti che non solo hanno una funzione assorbitiva, ma anche digestiva legata alla presenza di enzimi. Come: enterochinasi, amilasi, peptidasi, oligosaccarasi (maltasi, saccarasi, lattasi) lipasi enteriche. L'assorbimento delle sostanze digerite si realizza per mezzo dei villi o per diffusione(semplice o facilitata) o per trasporto attivo.

Digestione nell'intestino crasso

Negli erbivori monogastrici: cavallo, coniglio, maiale-la fermentazione microbica è piuttosto intensa, ma i microrganismi che attuano i processi fermentativi non vengono utilizzati attraverso la digestione del succo gastrico ed enterico come nei ruminanti, gli AGV prodotti vengono assorbiti dalla mucosa del crasso, ma giocano un ruolo metabolico minore. In entrambe le specie l'acqua viene assorbita nel colon. Le sostanze assorbite possono prendere la via sanguigna o quella linfatica, prendono la via linfatica gli acidi grassi, i glucidi, gli amminoacidi; piccole quantità di acidi grassi prendono la via sanguigna e mediante la vena porta sono convogliati al fegato.

Giuseppe Accomando, laureato in Scienze agrarie presso l'Università Federico II di Napoli, è docente di zootecnica.
Curriculum vitae >>>

	Tecniche delle Produzioni Animali Giuseppe Accomando Delta3 Edizioni ISBN 978 88 6436 173 4