

**Corso di Laurea in Tecnologie delle produzioni Animali e Qualità dei Prodotti
Curriculum Produzione di Alimenti per l'Allevamento (Feed)**



Materiale didattico per il corso

Valutazione Nutrizionale dei Mangimi

aa. 2003/2004

a cura di

**Prof.ssa Doriana Tedesco
doriana.tedesco@unimi.it**

con il contributo di

Dott.ssa Sara Galletti

Università degli Studi di Milano – Facoltà di Medicina Veterinaria
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Veterinarie per la Sicurezza Alimentare



Indice

1. Introduzione: gli alimenti per animali.....	3
2. Valutazione qualitativa dei foraggi.....	8
3. Valutazione qualitativa degli insilati.....	11
4. I carboidrati.....	18
5. Le proteine.....	24
6. I lipidi.....	31
7. I trattamenti.....	39
8. Etichettatura dei mangimi OGM.....	49
9. I probiotici in alimentazione animale.....	51
10. La prevenzione della contaminazione da aflatossine e metodologie di campionamento degli alimenti.....	58
11. La certificazione dei mangimi nel settore biologico.....	64
Per saperne di più.....	69

Allegati

Listino prezzi della Borsa Granaria di Milano

Regolamento (CE) 1829/03

Regolamento (CE) 1830/03

Regolamento (CE) 1831/03

Legge 281/63

Premessa

La presente dispensa ha l'obiettivo di fornire agli studenti uno strumento di studio per la preparazione dell'esame finale e la base per effettuare approfondimenti autonomi su importanti temi nell'ambito della nutrizione animale.

Per completare le conoscenze sulla materia è necessario fare riferimento a testi disponibili per la consultazione. In particolare, le informazioni relative agli alimenti descritti durante il corso possono essere reperite sui seguenti testi:

Dizionario degli alimenti per il bestiame, M. Piccioni – Ed. Edagricole, Bologna, 1989, consultabile nella biblioteca di facoltà,

The Feeds Directory, W.N.Ewing – Ed. Context, Packington, UK, 1997, a disposizione presso il docente.

Gli studenti interessati possono inoltre ritirare una copia dei contratti italiani inter-associativi dei principali alimenti emessi dall'Associazione Granaria di Milano. In questi contratti vengono riportati le buone norme a cui devono attenersi la parte compratrice e la parte venditrice.

Oltre al programma sviluppato nell'ambito delle lezioni frontali, oggetto della presente dispensa, il colloquio finale avrà come oggetto anche i temi affrontati durante le esercitazioni pratiche (analisi degli alimenti in laboratorio, ricerca su banche dati in aula informatica) e le uscite didattiche.

E' possibile accedere all'aula alimenti del Dipartimento per visionare gli alimenti che sono stati oggetto di esercitazioni mettendosi in contatto col docente.

Gli argomenti trattati nell'ambito delle lezioni tenute dal docente esterno (Dr. Dubini) sono considerate parte integrante del programma del corso.

- Inversione del rapporto grasso/proteine nel latte non dipendente dai foraggi
- Le pectine: significato nutrizionale
- Anticipo della raccolta della granella di mais: esperienza in alcune realtà aziendali
- Caratteristiche qualitative degli insilati
- Problematiche associate alla cattiva conservazione dei foraggi

A conclusione della dispensa sono forniti alcuni siti di interesse generale nell'ambito della Valutazione Nutrizionale, che potranno essere utili anche in vista della carriera professionale nel settore della produzione degli alimenti per animali.

In allegato vengono forniti i seguenti documenti:

Listino prezzi della Borsa Granaria di Milano (da consultare per avere una conoscenza di massima dei prezzi delle materie prime maggiormente utilizzate in alimentazione animale)

Regolamento (CE) 1829/03

Regolamento (CE) 1830/03

Regolamento (CE) 1831/03

Legge 281/63

1. INTRODUZIONE: GLI ALIMENTI PER ANIMALI

ALCUNE DEFINIZIONI DALLA LEGGE 281/63

- Alimenti per animali: sostanze organiche ed inorganiche, semplici o in miscele, comprendenti o no degli integratori e degli additivi, destinate alla nutrizione animale per via orale
- Mangimi: i prodotti di origine vegetale o animale allo stato naturale, freschi o conservati, nonché i derivati della loro trasformazione industriale, come pure le sostanze organiche o inorganiche, semplici o in miscela, comprendenti o no additivi, destinati all'alimentazione degli animali per via orale
- Mangimi semplici di origine vegetale: singoli prodotti vegetali allo stato naturale, freschi o conservati, ed i derivati delle lavorazioni industriali dei medesimi. Ad es.: mais, erba medica, farina di orzo, pannello di semi di lino
- Mangimi semplici di origine animale: singoli prodotti animali allo stato naturale, freschi o conservati, ed i derivati delle lavorazioni industriali dei medesimi. Ad es.: latte (liquido o in polvere), farina di carne, farina di pesce, farina di sangue, ecc.
- Materie prime per mangimi: i diversi prodotti di origine vegetale o animale, allo stato naturale, freschi o conservati, nonché i derivati della loro trasformazione industriale, come pure le sostanze organiche o inorganiche, comprendenti o no additivi, destinati ad essere impiegati per l'alimentazione degli animali per via orale, direttamente come tali o previa trasformazione, per la preparazione di mangimi composti oppure come supporto delle premiscele
- Mangimi composti: le miscele di materie prime per mangimi, comprendenti o no additivi, destinati all'alimentazione degli animali per via orale, sotto forma di mangimi completi o di mangimi complementari
- Mangimi completi: le miscele di materie prime per mangimi, che, per la loro composizione, bastano ad assicurare una razione giornaliera
- Mangimi complementari: le miscele di materie prime per mangimi che contengono tassi elevati di alcune sostanze e che, per la loro composizione, assicurano la razione giornaliera soltanto se sono associati ad altri mangimi
- Mangimi minerali: i mangimi complementari costituiti principalmente da minerali e contenenti almeno il 40% di ceneri gregge
- Mangimi melassati: i mangimi complementari preparati a base di melasso e contenenti almeno il 14% di zuccheri totali espressi in saccarosio
- Mangimi d'allattamento: i mangimi composti somministrati allo stato secco o diluiti in una determinata quantità di liquido, destinati all'alimentazione dei giovani animali come complemento o in sostituzione del latte materno postcolostrale o destinati a vitelli da macellazione
- Mangimi medicati: mangimi contenenti premiscele per alimenti medicamentosi
- Integratore per mangimi: preparazioni contenenti in stato di dispersione in un supporto anche liquido, singolarmente o associati tra loro, determinati "principi attivi", (aminoacidi, vitamine,

antibiotici, sali minerali, ecc.), ed altri costituenti ad azione biologica ed destinati ad essere aggiunti ai mangimi allo scopo di potenziarne il valore nutritivo oppure di stimolare determinate funzioni produttive e/o energetiche degli animali

- Mangimi composti integrati: preparazioni ottenute associando ai mangimi composti dei mangimi concentrati ed uno o più integratori, oppure un adeguato "nucleo". Ad es.: mais + orzo + mangimi concentrati vari + minerali + vitamine; oppure: mais + orzo + nucleo
- Nuclei: mangimi composti concentrati integrati. Da essi, mediante miscelazione con mangimi semplici o composti, si ottengono mangimi composti integrati. Contengono mangimi concentrati, minerali e vitamine

CLASSIFICAZIONE DEGLI ALIMENTI: FORAGGI E CONCENTRATI

FORAGGI

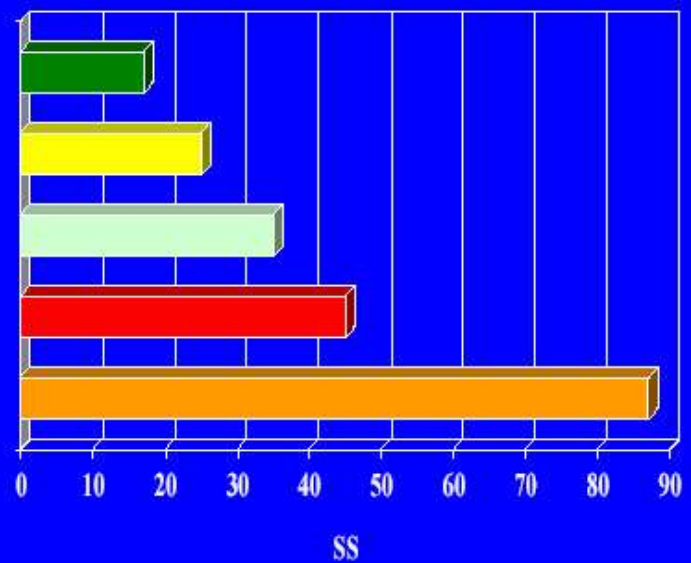


FORAGGI

✓ **freschi (erba)**

✓ **insilati**

✓ **essiccati (fieni)**



CONCENTRATI

- cereali e sottoprodotti
- semi di oleaginose e sottoprodotti
- radici-tuberi e sottoprodotti
- sottoprodotti della frutta ed erba medica
- alimenti di origine animale
- altri alimenti

ALIMENTI ENERGETICI

	UFL/kg	EM, kcal/kg	Mcal ENI/kg
<u>cereali</u>			
mais granella	1.05	3400	1.84
mais fioccolato	1.14	3500	2.04
orzo	1.00	2900	1.99
avena	0.81	2600	2.04
<u>tuberi</u>			
patata	1.06	3200	1.87
<u>grassi</u>			
animali	2.73	7900	5.39
olio soia	2.73	8500	4.66
saponi calcio	2.73	---	5.24

Caratteristiche chimiche di alcuni cereali (% su tal quale)

	PG	FG	EE	AMIDO	UFL/ql	EM
mais	9.1	2.2	3.7	63.6	110	3315
orzo	11.3	5.1	1.8	51.7	100	2935
frumento tenero	11.3	2.4	1.6	58.7	103	3210
avena	10.9	10.9	4.5	38.6	91	2659
sorgo	12.6	5.0	3.1	52.6	100	3155

ALIMENTI PROTEICI

titolo proteico		
basso (20-28%)	medio (30-40%)	alto (>40%)
cotone semi (20%)	soia integrale	soia f.e. (44-49%)
cocco f.e. (21)	girasole f.e.	arachide f.e. (49%)
germe mais f.e. (21%)	colza f.e.	cotone f.e. (41%)
semola glut. (21%)	lino f.e.	mais glutine (59%)
distillers (25%)		
trebbie birra (24%)		
erba medica dis (17%)		

ALIMENTI FIBROSI

- polpe di bietola
- crusca
- trebbie di birra
- distillers
- expeller di cotone
- farina di medica disidratata

2. VALUTAZIONE QUALITATIVA DEI FORAGGI

Il valore nutritivo di un foraggio varia in funzione di:

- ≠ SPECIE
- ≠ VARIETA'
- ≠ CONDIZIONI CLIMATICHE
- ≠ MANAGEMENT
- ≠ TRATTAMENTI

Esistono differenti metodi per la conservazione di foraggi.

Tabella 1 Metodi di conservazione dei foraggi (da Bittante et al., 1990)

	<i>Fienagione</i>	<i>Disidratazione</i>	<i>Insilamento</i>	<i>Conservazione Chimica</i>
Processo	Conservazione mediante essiccamento naturale con o senza ventilazione forzata in fienile	Conservazione mediante essiccazione con aria fortemente riscaldata in appositi impianti	Conservazione mediante eliminazione dell'aria e acidificazione (fermentazione)	Conservazione mediante aggiunta di sostanze chimiche
Essenze idonee	Prevalentemente foraggi verdi	Prevalentemente erba medica, cereali umidi, sottoprodotti umidi	Prevalentemente foraggi verdi, cereali a maturazione latteo-cerosa, granelle umide, sottoprodotti umidi	Prevalentemente granelle umide di cereali
Perdite di sostanza secca	A seconda dell'andamento climatico, del tipo di foraggio e della tecnica di raccolta 20-50%	A seconda delle tecniche di raccolta e disidratazione 5-10%	A seconda del contenuto idrico, della qualità del prodotto e della tecnica di insilamento 5-30%	A seconda del contenuto idrico e della durata di immagazzinamento 2-7%

FATTORI CHE INFLUENZANO LA QUALITA' DEL FORAGGIO E L'EFFICIENZA DELLA RAZIONE

- La **specie** foraggere influenza la digeribilità e l'assunzione: rispetto alle leguminose, le graminacee hanno una fibra più digeribile ma di lenta utilizzazione: limita di fatto l'assunzione alimentare
- l'avanzare della **maturità** del foraggio diminuisce il potenziale digestivo, sia per le graminacee che per le leguminose

- **fattori ambientali:** i foraggi cresciuti in ambienti molto caldi sono meno digeribili

Foraggi di bassa **qualità** non possono essere compensati aumentando il tenore energetico della dieta ma un foraggio di buona qualità è la base per una corretta formulazione della dieta.

La qualità finale di un fieno dipende dall'epoca di sfalcio (la più indicata è rappresentata dalla fase che va dalla formazione dei bottoni fiorali e il 10% della fioritura per le leguminose e da quella compresa tra l'incipiente fioritura e l'inizio della stessa per le graminacee e i prati polifiti), le condizioni climatiche durante la fienagione, le modalità di taglio, andatura, rivoltamento, raccolta e immagazzinamento del foraggio; l'ambiente in cui il fieno viene conservato.

La valutazione di qualità di un fieno viene empiricamente effettuata mediante l'esame della composizione floristica, del rapporto steli/foglie, della consistenza, del colore, dell'odore e dell'eventuale presenza di essenze infestanti e alterazioni. Il fieno:

deve avere un colore tendente al verde: l'ingiallimento è imputabile a piogge o comunque a una eccessiva permanenza in campo, l'imbrunimento è dovuto al riscaldamento che ne abbassa digeribilità e valore nutritivo;

dev'essere tendenzialmente foglioso e morbido; il rapporto steli/foglie dipende dall'essenza foraggera e dall'epoca di sfalcio: il fieno di un prato stabile è normalmente più foglioso di quello ottenuto da piante foraggere avvicendate; un fieno grossolano (poche foglie e steli duri e pungenti) è per lo più dovuto a un ritardo nello sfalcio e a perdite subite nel corso della fienagione;

deve avere un buon odore, tipico del fieno, e non presentare alterazioni: un fieno putrido, con molta muffa o marcio non deve essere somministrato alle bovine;

deve essere esente da impurità e non contaminato da essenze infestanti.

FORAGGIO DI QUALITÀ PER UNA RAZIONE BILANCIATA

La fibra è fisiologicamente importante per la salute e la longevità della bovina. Razioni altamente energetiche per bovine ad elevata produzione richiedono una sufficiente quantità di fibra per non incorrere nei fenomeni di acidosi. Il concentrato non può sostituire una razione con foraggi di bassa qualità.

IMPLICAZIONI DEL MODELLO DI INTERAZIONE TRA FIBRA E DIMENSIONE DI PARTICELLE

Se si somministrano elevate quantità di fibra da concentrato, la quota di foraggio sarà inevitabilmente bassa, quindi le dimensioni di particelle dovranno essere grandi a sufficienza per stimolare la ruminazione e la ritenzione delle particelle più piccole

DIMENSIONE DELLE PARTICELLE DI FORAGGIO

Dal 15 al 20% delle particelle in un foraggio dovrebbero avere una dimensione media pari a 38 mm di lunghezza.

In conclusione

La dimensione delle particelle è associata all'eNDF¹:

- se la razione ha il 30% di NDF con il 5-10% delle particelle dei foraggi superiori a 3.8 cm non occorre intervenire
- se il 15% delle particelle eccede i 3.8 cm si può ridurre l'NDF del 2%
- aumento del 2% l'NDF se poche particelle hanno una dimensione adeguata

Per ogni riduzione di unità percentuale di NDF da foraggio al di sotto del 19% s.s., la concentrazione di NDF nella razione aumenta di 2 unità percentuali, mentre la concentrazione di NFC si riduce di due unità percentuali.

¹ Cfr. capitolo 4 "I carboidrati"

TASSO DI DEGRADAZIONE (kd)

E' una proprietà intrinseca di ogni alimento, valutata mediante cinetiche di primo ordine (substrato limitato, enzimi in eccesso). In questo modo vengono valutate le frazioni A B C:

- Kd della frazione A si assume essere istantaneo
- Kd della frazione C si assume essere zero
- Kd della frazione B:

veloce (200-300%/h)

intermedio (5-15%/h)

lento (<2%/h)

Durante la fermentazione degli insilati alcune delle componenti non strutturali della cellula sono metabolizzate primariamente in acido lattico e acido acetico. Questi acidi organici sono utili agli animali come componente della energia metabolizzabile ma sono sottratte alle fonti di ATP per la crescita microbica. Di conseguenza l'insilamento ha poco effetto sul valore di energia ma può influenzare il valore proteico sostanzialmente deprimendo la produzione di proteina batterica. Gli acidi organici entrano nella frazione A: per compensare tale passaggio il Kd viene ridotto del 10%/h.

Mais insilato: effetto della lunghezza di trinciatura e della rottura delle cariossidi sulla digeribilità ruminale ed intestinale della frazione B

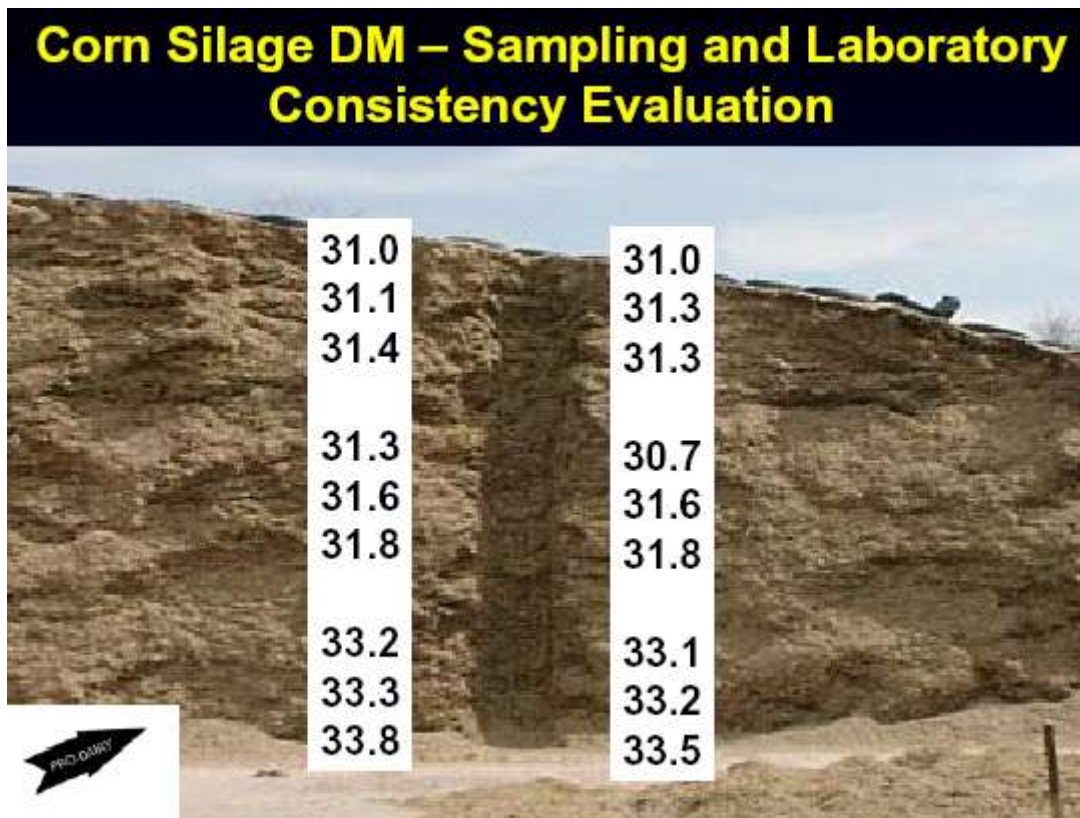
Dimensioni del foraggio									
Sostanza secca	Grande			Medio			Fine		
	B ₁ kd	B ₂ kd	B ₁ Int. Diges.	B ₁ kd	B ₂ kd	B ₁ Int. Diges.	B ₁ kd	B ₂ kd	B ₁ Int. Diges.
Non processato									
40	15	2	60	20	3	60	25	4	60
35	25	3	70	30	4	70	35	5	70
30	35	5	80	40	6	80	45	7	80
Con rompigranella									
40	38	4	75	40	5	78			
35	40	5	80	42	6	83			
20	43	7	85	44	8	87			

3. VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DEGLI INSILATI

Influenza dei foraggi sulla variabilità delle razioni formulate²

I nutrizionisti tipicamente spendono la maggior parte del loro tempo nella formulazione delle razioni per i propri clienti, ma la possibilità di successo varia notevolmente da un allevamento ad un altro. Naturalmente numerose variabili sono legate alle differenze nel management aziendale, che influenza le produzioni, ma molti fattori legati alla gestione dell'alimentazione possono fortemente influenzare il successo di una razione formulata. Tre aree fondamentali possono essere individuate: gli alimenti, gli addetti all'alimentazione e gli animali (*“the feed, the feeder and the cow”*).

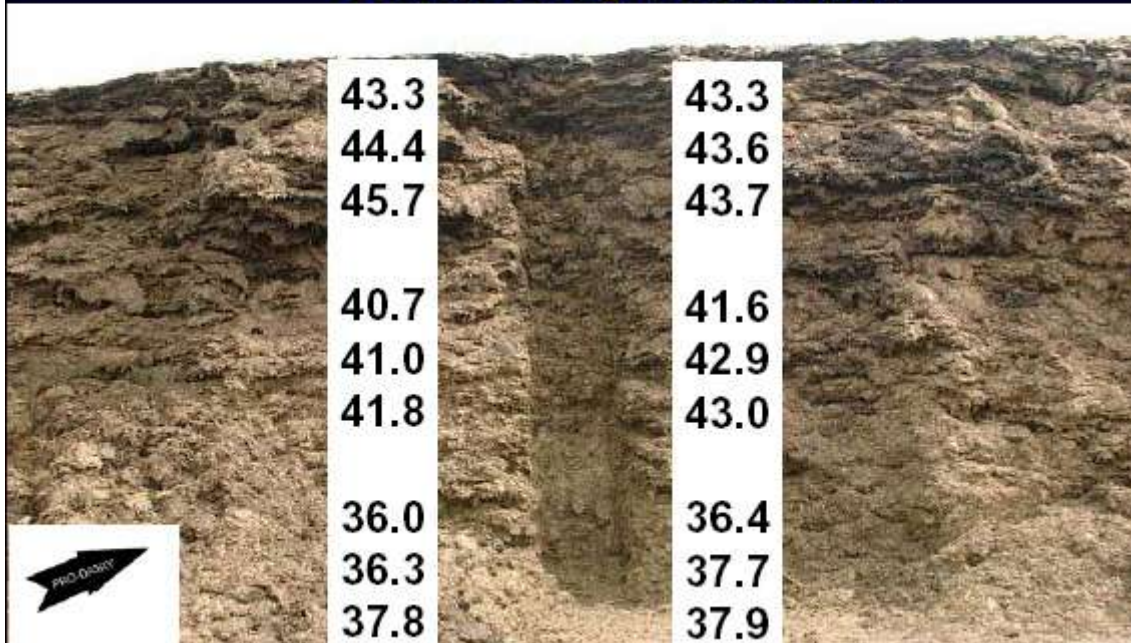
I foraggi hanno un grande potenziale di variabilità. Il grado di variazione in una data azienda dipende prevalentemente dalla capacità di gestire la coltivazione e la raccolta. Un vantaggio che hanno i silos a trincea è che l'alimento insilato proveniente da una determinata partita o da un campo è distribuito su una grande area del silo. Di conseguenza i cambiamenti nella sostanza secca del foraggio o in alcuni parametri chimici avvengono più gradualmente che in altri tipi di stoccaggio. Tuttavia le variazioni possono avvenire attraverso l'altezza del silo. Per stimare queste variazioni sono stati effettuati degli studi sperimentali su diversi insilati in diverse aziende in America in cui sono stati valutati sostanza secca, NDF, ADF, proteina grezza, lattato e acidi grassi volatili.



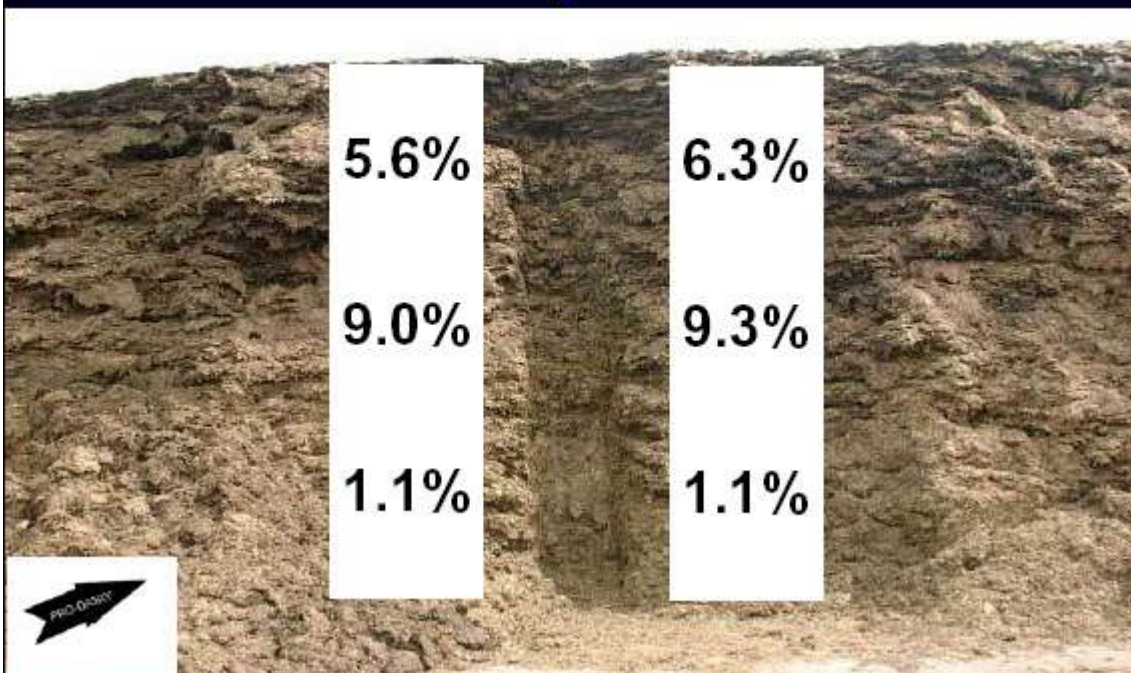
La validità delle analisi effettuate è stata accertata facendo in tre punti diversi dello stesso silo delle analisi della sostanza secca triplicate. Come evidente dalla figura il risultati relativi a ogni zona del silo non sono differenti e possono quindi essere ritenuti attendibili. La stessa validazione è stata fatta per gli altri parametri, dando risultati altrettanto attendibili.

² Da *“Reducing the variation between formulated and consumed rations”*, W. C. Stone, Department of Animal Science, Cornell University

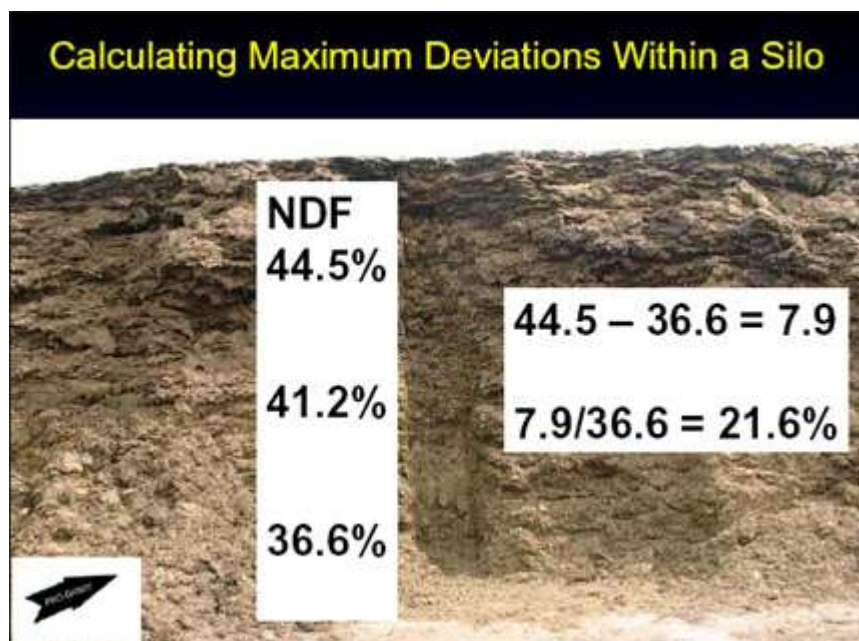
Haylage NDF – Sampling and Laboratory Consistency Evaluation



Haylage Lactate – Sampling and Laboratory Consistency Evaluation



Per ogni valutazione si può calcolare la massima deviazione all'interno del silo, dividendo la differenza tra il valore maggiore e quello minore (cioè il range di variazione) per il minimo valore analizzato. Ad esempio:



Nella seguente tabella sono riassunte le deviazioni tra le tre regioni del silo (alta, media e bassa).

	DM	CP	ADF	NDF	NEL	Lactic	Acetic	Total VFA
Haylage results								
Minimum deviation, %	5.2	3.3	1.1	5.4	1.6	5.2	25	7
Maximum deviation, %	44.7	52.1	20.0	24.8	20.0	646	163	287
Average deviation, %	21.0	17.6	10.7	14.7	9.9	112	72	69
Median deviation, %	19.4	9.5	9.9	14.4	9.3	57	50	38
Corn silage results								
Minimum deviation, %	1.3	2.5	2.3	.5	1.4	3.8	11.2	.1
Maximum deviation, %	55.0	29.5	18.3	18.6	5.6	48.7	131	41.3
Average deviation, %	12.3	11.0	8.4	8.6	3.1	25.6	53.7	20.5
Median deviation, %	8.3	10.0	8.6	8.4	2.8	26.0	29.9	21.4

DM= sostanza secca; CP=proteina grezza; NEL=energia netta per lattazione; Total VFA= acidi grassi volatili totali

In alcune situazioni può essere somministrata una razione completamente diversa tra un carico e un altro se non si presta attenzione a come si effettua un carico dal silo. Per esempio, una razione con il 54.5% di foraggio può variare in realtà dal 46 al 63% di foraggio se preparando il carico l'insilato viene prelevato il alto piuttosto che in basso.



Variazioni come queste devono essere considerate quando si effettua un campionamento per l'analisi della sostanza secca o per una analisi completa. Probabilmente il miglior metodo per effettuare un campionamento in un silo a trincea sarebbe di scavare un'infossatura nella sezione mediana della trincea, il foraggio così ottenuto dovrebbe essere miscelato nel carro miscelatore, scaricato, risottoposto a prelievo di campione e rimiscelato. Di questo un ulteriore campione dovrebbe essere prelevato e sottoposto ad analisi.

Valutazione visiva degli insilati

La sola valutazione visiva di un insilato non fornisce accurate informazioni sul contenuto in principi nutritivi. Tuttavia, associati a una analisi chimica, fattori come il colore, l'odore e l'aspetto generale danno una buona indicazione del complessivo valore nutritivo dell'insilato. L'effetto di processi microbiologici sui foraggi durante l'insilamento necessita un'attenta valutazione, anche se il materiale di partenza era di buona qualità.

Caratteristiche chimiche e visive di graminacee e leguminose¹

<i>Qualità</i>	<i>Stadio di maturazione</i>	<i>Proteina</i>	<i>ADF</i>	
Eccellente	prefioritura	19	< 31	40-50% foglie, meno del 5% materiali estranei come paglia e erbe infestanti
Molto buona	inizio fioritura	17-19	< 34	35-45% foglie nelle leguminose, più del 50% foglie nelle graminacee, meno del 5-10% materiali estranei
Buono	50% o più di leguminose in fiore, bottone fiorale nelle graminacee	13-17	< 39	25-40% foglie nelle leguminose, più del 40% foglie nelle graminacee, meno del 15% materiali estranei
Accettabile	Piena fioritura nelle leguminose, maturazione lattea nelle graminacee	8-13	> 39	Meno del 30% foglie nelle leguminose, 30-40% foglie nelle graminacee, più del 10-15% materiali estranei
Scarso	Leguminose dopo la piena fioritura, maturazione fisiologica nelle graminacee	< 8	> 42	Più del 20% materiale estraneo nelle leguminose, foraggio molto maturo, poche foglie...

¹ Modificato da Rohweder, Barnes and Jorgensen. 1978 J. Animal Science 47:747.

Analisi chimiche

Anche se la qualità degli insilati può essere stimata visivamente esaminando l'insilato, essa può essere valutata accuratamente solo tramite analisi chimica. Le più importanti analisi che possono essere effettuate in laboratorio sono: sostanza secca, pH, proteina grezza, fibre, calcio e fosforo. Altri nutrienti possono essere analizzati, a seconda delle esigenze. Nella valutazione dei risultati delle analisi è importante ricordare che alcuni fattori che agiscono sui silos possono influenzare la digeribilità dei nutrienti. Ad esempio l'esposizione al calore può diminuire la digeribilità delle proteine e ridurre il tenore di sostanza secca.

Il pH come indicatore della qualità di un insilato

Il miglior indicatore dell'effetto dell'insilamento sul valore nutritivo degli insilati è il pH. La relazione tra pH e qualità dell'insilato può essere determinata servendosi della seguente tabella. In generale minore è il pH meglio è, poiché indica che è avvenuta una fermentazione di tipo lattico. È importante ricordare però che il pH non è un buon indicatore di qualità in insilati che contengono meno del 65% di acqua.

Valutazione visiva e pH¹ dell'insilato

<i>Caratteristica</i>	<i>Buona qualità</i>	<i>Intermedia</i>	<i>Scarsa qualità</i>	
			<i>Poco fermentato</i>	<i>Sovrariscaldato</i>
Caratteristiche dell'insilato				
Colore	Brillante, giallo-verde o giallo-marrone a seconda del materiale di partenza	Da giallastro-verde a marrone	Verde molto scuro, verde-bluastro, grigio o marrone	Da marrone a nero
Odore	Di acido lattico ² senza tracce di odore di acido butirrico ⁴	Leggero odore di acido butirrico e odore di ammoniacca	Forte odore butirrico, di ammoniacca e di rancido	Odore di zucchero bruciato o di tabacco
Struttura	Solida, con materiale più morbido non facilmente separabile dalla fibra	Il materiale più morbido può essere facilmente separato dalla fibra	Sottili e morbidi tessuti facilmente separabili dalla fibra, presenza di muffa	Secco, facilmente rompibile quando strofinato, presenza di muffa
Umidità	60-70% nei silos orizzontali 60-65% silos a torre	Tendenza ad essere sopra il 65%	Sopra il 72%	Meno del 55%
pH ¹	< 4.2 per colture umide, < 4.8 per insilati appassiti	Da 4.6 a 5.2	> 5.2	
Cause		Troppa umidità, insufficienti zuccheri nelle piante	Troppa umidità, insufficienti zuccheri nelle piante	Troppo poca umidità, scarso impaccamento, chiusura non accurata, lunghezza di taglio eccessiva, lento rimpimento del silo.

Rimedi		La scarsa fermentazione può essere corretta insilando con un minor tenore di umidità, usando conservanti o sigillando il silo	Appassimento in campo o uso di additivi chimici o microbiologici, chiusura rapida del silo	Impaccamento del silo per escludere l'aria, taglio corto per facilitare l'impaccamento, chiusura sigillata, insilare con un tenore maggiore di umidità, riempimento rapido del silo e copertura se si ritarda la chiusura
---------------	--	---	--	---

¹ Il pH può essere determinato in modo approssimativo ma rapido con una cartina al tornasole, acquistabile in farmacia, oppure con uno strumento apposito, il pHmetro.

² L'odore di acido lattico è simile a quello del latte acido.

³ L'odore di acido butirrico è simile a quello del burro o del grasso rancido.

Prodotti delle fermentazioni negli insilati

I normali laboratori commerciali non determinano le concentrazioni degli acidi o dell'ammoniaca negli insilati. Tuttavia, se questa informazione è disponibile è molto utile. La tabella successiva fornisce alcune caratteristiche di diverse qualità di insilati.

Prodotti della fermentazione (sulla ss) e qualità degli insilati

	<i>Qualità dell'insilato</i>		
	<i>Buona</i>	<i>Intermedia</i>	<i>Scarsa</i>
pH dell'insilato con umidità <65%	< 4.8	< 5.2	> 5.2
pH dell'insilato con umidità > 65%	< 4.2	< 4.5	> 4.8
Acido lattico %	3-14	variabile	variabile
Acido butirrico %	< 0.2	0.2-0.5	> 0.5
Proporzione di acidi totali %			
Lattico	> 60	40-60	< 40
Acetico	< 25	25-40	> 40
Butirrico	< 5	5-10	>10
Azoto ammoniacale (% dell'azoto totale)	< 10	10-16	> 16
ADIN ¹ (% dell'azoto totale)	< 15	15-30	> 30

¹ acid detergent insoluble nitrogen= azoto insolubile acido deterso

Valori di riferimento per giudicare la qualità di conservazione di un insilato

- azoto ammoniacale ≤ 5% dell'azoto totale
- azoto solubile ≤ 50% dell'azoto totale
- etanolo <2% della sostanza secca

- acido acetico ≤ 25 g per kg di sostanza secca
- acido propionico \Rightarrow assente o in tracce
- acido butirrico \Rightarrow assente o in tracce
- queste caratteristiche di eccellente qualità si ottengono con insilati mantenuti a pH inferiori a 4 per la quantità di acido lattico formato

4. I CARBOIDRATI

I carboidrati sono sostanze organiche formate da carbonio, idrogeno ed ossigeno e, dal punto di vista della distribuzione nella cellula vegetale, possono essere suddivisi in due frazioni: i carboidrati delle pareti cellulari (**carboidrati strutturali**) e quelli contenuti all'interno della cellula (**carboidrati non strutturali – NSC**).

PARETE CELLULARE	
Carboidrati strutturali:	
<ul style="list-style-type: none">• cellulosa• emicellulose• lignina• ceneri	CELLULA
	Carboidrati non strutturali:
	<ul style="list-style-type: none">• zuccheri• amido• pectine



Metodiche analitiche per la determinazione del contenuto in fibra degli alimenti

- Metodiche di Weende = fibra grezza
- Metodo di Van Soest = fibra neutro detersa (NDF), fibra acido detersa (ADF), lignina acido detersa (ADL)

Il metodo ufficiale universalmente utilizzato è quello di **Weende**.

Principio del metodo: una aliquota dell'alimento macinato, dopo delipidizzazione con etere o acetone, viene trattata all'ebollizione per 30 min. con una soluzione di acido solforico 0,26 N. Dopo filtrazione e lavaggio del residuo con acqua bollente questo viene trattato all'ebollizione per 30 min. con una soluzione di KOH 0,23 N. Quindi si filtra, si lava con acqua bollente e si secca il residuo in stufa; si pesa e si incenerisce il campione, che viene di nuovo pesato: la differenza tra le due pesate costituisce la fibra grezza del campione. Questo metodo sottostima il reale contenuto in fibra dell'alimento perchè il 50-90% della lignina, lo 0-50% della cellulosa e fino all'85% delle emicellulose può essere solubilizzato e quindi non dosato come fibra grezza.

Il sistema delle frazioni fibrose secondo **Van Soest** consente una migliore classificazione dei costituenti delle pareti cellulari.

Principio del metodo:

- a) fibra residua al detergente neutro (NDF). Si tratta un'aliquota dell'alimento macinato con una soluzione contenente un detergente neutro (sodio laurilsolfato) all'ebollizione per 1 ora, si essicca in stufa il residuo e si pesa; quindi si incenerisce in muffola e si pesa; la differenza fra le due pesate, rapportata al peso del campione, costituisce l'NDF;
- b) fibra residua al detergente acido (ADF). Si tratta una aliquota dell'alimento macinato con una soluzione contenente il detergente (bromuro di cetil-trimetilammonio) in acido solforico 1 N, all'ebollizione per 1 ora. Si filtra, si essicca in stufa il residuo e si pesa. Questo residuo costituisce l'ADF;
- c) lignina (ADL). Il residuo dell'ADF viene trattato con acido solforico al 72% a freddo per 3 ore. Si lava, si essicca in stufa il residuo e si pesa; quindi si incenerisce in muffola e si pesa di nuovo: la differenza tra le due pesate costituisce l'ADL.

Il metodo **NDF** consente di separare i costituenti fibrosi delle pareti cellulari vegetali, e cioè:

cellulosa, emicellulose, lignina, dal materiale cellulare solubile rappresentato da zuccheri, acidi organici, sostanze azotate proteiche e non proteiche, lipidi, sali minerali solubili. All'analisi NDF sfuggono le pectine, che vengono solubilizzate, anche se sono intimamente legate alla parete cellulare.

Il metodo **ADF** consente di determinare un residuo fibroso costituito da **cellulosa, lignina, cutina e silice**. La differenza tra NDF-ADF dà una stima delle emicellulose.

Il metodo **ADL** consente di determinare la **lignina**, al netto delle ceneri.

Metodiche analitiche per la determinazione del contenuto in carboidrati non strutturali degli alimenti

Amido

Il campione viene trattato a caldo con HCl 3N: l'amido presente viene idrolizzato a glucosio; la soluzione filtrata viene versata in un tubo polarimetrico e posta in un polarimetro. Il polarimetro è uno strumento che permette di misurare il potere rotatorio di sostanze otticamente attive, quali sono gli zuccheri, ed in particolare il glucosio. Dalla lettura dell'angolo di deviazione della luce polarizzata effettuata col polarimetro, è possibile risalire alla concentrazione di glucosio, che moltiplicata per un opportuno coefficiente, dipendente dal tipo di amido (mais, orzo, frumento...) ci fornisce la percentuale di amido presente nel campione.

Zuccheri

Il campione macinato viene estratto con alcole etilico al 40%; dopo evaporazione dell'alcool gli zuccheri risuttori presenti vengono determinati secondo il procedimento classico della riduzione della soluzione di Fehling (contenente Cu^{2+}) ed ossido rameoso (Cu_2O). Il saccarosio, che non è riduttore, non viene determinato. Se si vuole determinare il tenore in zuccheri totali, occorre effettuare, prima dell'aggiunta del Fehling, la cosiddetta inversione, cioè un'idrolisi acida per l'atrasformazione del saccarosio in glucosio e fruttosio, che sono riduttori.

Classificazione dei carboidrati secondo il sistema CNCPS

Il sistema di classificazione della Cornell University distingue i carboidrati nelle seguenti frazioni:

Frazione non disponibile fraz. C	Ottenuta moltiplicando il contenuto in NDF per il contenuto di lignina per 2.4, espressa come percentuale dei C.T.
Carboidrati strutturali disponibili fraz. B₂	Contenuto in NDF al netto delle quote di proteina associata all'NDF stesso (N-NDF) espresso come percentuale dei C.T. e al netto anche della frazione C
Carboidrati non strutturali amidi e fibra solubile (pectine e β-glucani) fraz. B₁ zuccheri fraz.A	Calcolati come differenza a 100 delle frazioni C e B ₂ espressa come percentuale di C.T. I valori delle due frazione A e B ₁ devono essere desunti dalla letteratura o in base a dati analitici.

Tabella 1. Composizione e degradazione delle frazioni dei **carboidrati** nel ruminale CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System)

<i>Composizione</i>	<i>Degradabilità Ruminale (%/h)</i>	<i>Frazione CNCPS</i>
Zuccheri	200-350	A
Acidi organici e di fermentazione	1-2	A
Amido	10-40	B ₁
Fibra solubile Pectine β-glucani	40-60	B ₁
Fibra insolubile disponibile Cellulosa Emicellulose	2-10	B ₂
Fibra non disponibile Lignina Fibra associata alla lignina	0	C

I CARBOIDRATI NON STRUTTURALI

La frazione A

La frazione A consiste in zuccheri, acidi di fermentazione negli alimenti insilati e acidi organici. La frazione A viene calcolata sottraendo agli NSC la frazione B₁.

La frazione B₁

Nel sistema CNCPS la frazione B₁ è costituita da amido e fibra solubile.

L'amido è formato da due polimeri: l'amilosio e l'amilopectina. La fermentescibilità ruminale dell'amido varia a seconda delle materie prime (frumento > orzo > mais > sorgo) e può essere aumentata da trattamenti che determinano la distruzione degli strati protettivi del seme o che provocano la gelatinizzazione e la rottura delle particelle dell'amido. Gli enzimi che idrolizzano l'amido sono l'α e la β amilasi.

La frazione amilacea degli alimenti è in realtà costituita dall'amido, da saccarosio e da fruttani. I fruttani fermentano allo stesso modo dell'amido perciò la loro inclusione nella frazione amilacea non crea problemi. Le graminacee, eccetto il silomais, e le leguminose contengono una piccola parte di vero amido e quello che è analiticamente riportato come amido è per lo più costituito da fruttani. Per alimenti come le polpe di bietola quello che è riportato come amido è per lo più saccarosio. Per il silomais, le granelle e molti sottoprodotti la frazione di amido è quasi completamente costituita da amido.

La fibra solubile è quella non covalentemente legata alla lignina ed è completamente disponibile per la fermentazione. Essa è fermentata come la cellulosa e non dà luogo alla produzione di acido lattico e la sua fermentazione è inibita da bassi valori di pH.

Per la maggior parte degli alimenti, la frazione B_1 è per la maggior parte costituita da amido e di conseguenza la percentuale di amido come % di NSC permette un'accurata valutazione della frazione A. Tuttavia alcuni ingredienti come alcuni foraggi (es. Erba medica), sottoprodotti dei semi di soia e le polpe di bietola contengono apprezzabili quantità di fibra solubile. Usando il tenore in amido fornito dalle analisi di laboratorio come unico componente della frazione B_1 , si forza la fibra solubile nel calcolo della frazione A. Così facendo, essendo il tasso di degradazione (kd) della frazione A da 5 a 10 volte superiore di quello della frazione B_1 , si tende a sovrastimare la crescita microbica. Sfortunatamente la fibra solubile non viene analizzata routinariamente. Di seguito vengono riportati i valori per convertire il tenore in amido (% NSC) nel valore di frazione B_1 che tenga conto anche della fibra solubile.

<i>Alimento</i>	<i>Coefficiente da moltiplicare</i>	<i>Alimento</i>	<i>Coefficiente da moltiplicare</i>
Fieno di Medica	6.40	Medica insilata	4.50
Polpe di Bietola	9.00	Corn Distillers	1.40
Sorgo	1.70	Bucchette di soia	3.70
Soia farina	1.50	Soia seme intero	2.00

La fermentescibilità dei carboidrati non dipende soltanto dai tassi di degradazione delle frazioni ma anche dal tempo di permanenza degli alimenti nel ruminale, che è determinato dal tasso di passaggio. Il fattore che più influenza il tasso di passaggio ruminale è l'assunzione di sostanza secca, e di conseguenza la fermentescibilità dei carboidrati aumenta tanto più diminuisce l'assunzione di sostanza secca. Bisogna quindi tener conto del fatto che il tasso di fermentescibilità è maggiore in una razione per vacche in asciutta o per manze che in una razione per vacche in lattazione.

NDF

L'NDF (fibra neutro detergera) è il residuo insolubile dopo bollitura in un detergente neutro. I maggiori componenti dell'NDF sono: lignina, cellulosa ed emicellulosa, ma l'NDF contiene anche proteine, azoto legato e minerali. Nel sistema CNCPS, l'NDF contiene le frazioni C (fibra non disponibile) e B2 (fibra disponibile). L'NDF è espressa come % su ss.

Fibra effettiva (eNDF)

L'effective NDF (eNDF) è un parametro che quantifica in un unico concetto le caratteristiche chimiche e fisiche della fibra. L'eNDF è l'applicazione all'NDF della grandezza delle particelle fibrose. Il valore base di eNDF è rappresentato dalla percentuale di NDF che rimane su di un setaccio di 1.18 mm dopo setacciatura a secco. Questo valore viene poi corretto in base a densità, umidità e grado di lignificazione dell' NDF all'interno di classi di alimento. E' riferita alla proprietà di stimolare la masticazione, salivazione, la successiva ruminazione e l'azione tampone a livello ruminale ed è in relazione alla misura delle particelle, del materiale di origine e della fibra contenuta nell'alimento.

NDF, ADF o altre caratterizzazioni chimiche non possono essere considerate alla pari del concetto di fibra effettiva perché valutate su campioni macinati finemente

Effective NDF (eNDF) è definita come:

capacità dell’NDF di un alimento di sostituire l’NDF dei foraggi in una razione in modo tale da mantenere la percentuale di grasso del latte

Il valore effettivo di NDF derivante dai concentrati è da considerarsi pari al 50% di quello derivante dai foraggi

La eNDF non dovrebbe essere inferiore al 22% di s.s.

Tabella 2. eNDF di alcuni foraggi

	<i>NDF (%ss)</i>	<i>eNDF (% dell’NDF)</i>
Fieno di leguminosa, lungo	42-55	92
Fieno di leguminosa, trinciato grossolano	42-55	82
Fieno di leguminosa, trinciato fine	42-55	67
Insilato di medica	40	75
Erba medica pellets	44	40
Fieno di graminacea, lungo	55-70	98
Fieno di graminacea, trinciato grossolano	55-70	88
Fieno di graminacea, trinciato fine	55-70	73
Insilato di graminacea	67	95
Insilato di mais, trinciato grosso	49	93

Tabella 3. eNDF di alcuni sottoprodotti

	<i>NDF (%ss)</i>	<i>eNDF (% dell’NDF)</i>
Semi di cotone	44.6	57
Bucchette d’avena	66.2	47
Mais distillers	30.2	31.5
Polpe di bietola	48.3	21
Bucchette di soia	70.0	21

Tabella 4. Fabbisogni in NDF e NFC delle bovine in lattazione secondo l’NRC.

<i>NDF minimo da foraggio</i>	<i>NDF minimo dalla dieta</i>	<i>NFC massimo della dieta</i>	<i>ADF minimo della dieta</i>
19 ^a	25 ^a	44 ^a	17 ^a
18	27	42	18

<i>NDF minimo da foraggio</i>	<i>NDF minimo dalla dieta</i>	<i>NFC massimo della dieta</i>	<i>ADF minimo della dieta</i>
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	36	21

^adiete che contengono presenza di fibra inferiore ai valori minimi e valori superiori al 44% di NFC non devono essere somministrate

Tabella 5. Correlazione tra alcuni parametri di produzione della bovina da latte e l’NDF da foraggi (tanto più è alto il valore assoluto tanto più correlato è il parametro con l’NDF, una correlazione negativa [segno meno] indica che il parametro è inversamente correlato all’NDF)

<i>Parametro</i>	<i>NDF da foraggio</i>
Assunzione ss, kg	-0.31
Latte, kg	-0.24
Grasso nel latte, %	0.46
pH ruminale	0.36
Rapporto C2:C3	0.49
Tempo di masticazione	0.79

Tabella 6. Masticazione in relazione al contenuto di vari fieni in bovine in NDF(Mertens, 1997)

<i>Alimento</i>	<i>FG (%ss)</i>	<i>NDF (%ss)</i>	<i>Masticazione (min/kg ss)</i>
Fieno Loietto	18.6	48	53
Erba Medica	28.4	49	61
Fieno Graminacee	21.4	51	63
Loietto	33.2	68	104
Paglia di avena	44.7	84	164

5. LE PROTEINE

Il livello proteico di un alimento viene di norma determinato in base al suo tenore in azoto; questo viene moltiplicato per il coefficiente 6,25, ottenendo così la proteina grezza. Il fattore 6,25 è stato scelto ipotizzando per tutte le proteine un tenore di azoto del 16% ($100/16=6,25$); nel caso delle proteine del latte, il fattore moltiplicativo da usare è 6,38.

In realtà, parte dell'azoto dei foraggi e degli altri alimenti non è di natura proteica, derivando da aminoacidi liberi, da ammidi, da vari composti organici (basi azotate), nonché da composti ammoniacali: tuttavia, la maggior parte di queste sostanze non proteiche viene utilizzata nel metabolismo (particolarmente per quanto riguarda i ruminanti) e quindi altera il significato nutrizionale dei protidi grezzi.

Il metodo analitico ufficiale è quello di **Kjeldhal**.



Principio del metodo: si trasforma l'azoto organico in solfato di ammonio, facendo bollire una aliquota pesata di campione in acido solforico (o fosfosolforico) concentrato, in presenza di un acatalizzatore (vengono utilizzati gli ossidi di mercurio o di selenio, il selenio metallico, il solfato di rame) e di solfato di potassio per innalzare il punto di ebollizione dell'acido.

Dopo la digestione completa del campione, si raffredda e si diluisce con acqua distillata, quindi si alcalinizza con una soluzione concentrata di idrossido di sodio; si distilla immediatamente l'ammoniaca, che viene raccolta in acido bórico al 4% e titolata con acido solforico 0,1N.

Ciascun mL di acido N/10 consumato nella titolazione corrisponde a 0,0014 g di azoto. Si trova così l'azoto presente nel campione che, riferito a 100 e moltiplicato per 6,25, darà la % di proteina grezza contenuta nell'alimento.

Con il metodo Kjeldhal viene determinato tutto l'azoto sotto forma amminica (proteine, aminoacidi, urea), iminica (basi puriniche, citosina), amidica (nicotinamide) e ammoniacale (ammoniaca e sali d'ammonio); non viene determinato l'azoto nitrico e nitroso (nitrato e nitrito di potassio).

Per alzare quindi fraudolentemente il tenore in protidi grezzi, oltre all'urea (che è ammessa per i ruminanti, purchè venga dichiarata) possono venire impiegate sostanze che contengono azoto nelle forme sopra elencate, quali gli aminoplasti (ureaform, un polimero tra l'urea e la formaldeide che non viene dosato coi comuni metodi per l'analisi dell'urea) o la melamina (un composto che contiene il 66,6% in peso di azoto). Per la rivelazione di queste sostanze, come per l'urea, bisogna utilizzare metodi specifici.

Il metodo Kjeldhal, universalmente utilizzato, se correttamente applicato è un metodo preciso e affidabile; si può verificare la correttezza della procedura dell'analisi utilizzando sostanze a titolo noto di azoto (acido solfanilico, acetanilide).

COME VALUTARE LE FONTI PROTEICHE ALIMENTARI

Come visto sopra, il tenore proteico degli alimenti è generalmente espresso come proteina grezza, ma sotto questo termine viene incluso anche l'azoto non proteico (**NPN**, non protein nitrogen).

Nei ruminanti è necessario fare anche una distinzione tra la proteina che non è degradata dai microrganismi ruminali e viene quindi digerita ed assorbita a livello dell'abomaso e dell'intestino e la proteina di origine microbica, sintetizzata dai microrganismi ruminali, e che viene digerita e assorbita sempre a livello abomasale ed intestinale.

In funzione della solubilità in tampone borato-fosfato, in detergenti neutri e in detergenti acidi, la proteina può essere classificata come in figura 1. Nel sistema Cornell la proteina è classificata in base alla sua degradabilità ruminale, stimata in base a lavori sperimentali in cui diversi alimenti sono stati incubati *in situ* o *in vitro* con enzimi proteolitici (Tabella 1). La **proteina solubile** comprende l'azoto non proteico (**A**) e la proteina vera solubile degradata velocemente dai

microorganismi ruminanti (**B1**); la **proteina degradabile** (RDP) comprende l'azoto non proteico (**A**) + la proteina solubile velocemente degradabile (**B1**) + la proteina non solubile lentamente degradabile (**B2**); la **proteina non degradabile** (RUP) comprende sia la quota degradabile molto lentamente a livello ruminale (**B3**), in quanto associata all'NDF e quindi disponibile a livello intestinale, sia quella non disponibile in assoluto, cioè legata all'ADF (**C**).

Figura 1. Classificazione delle proteine.

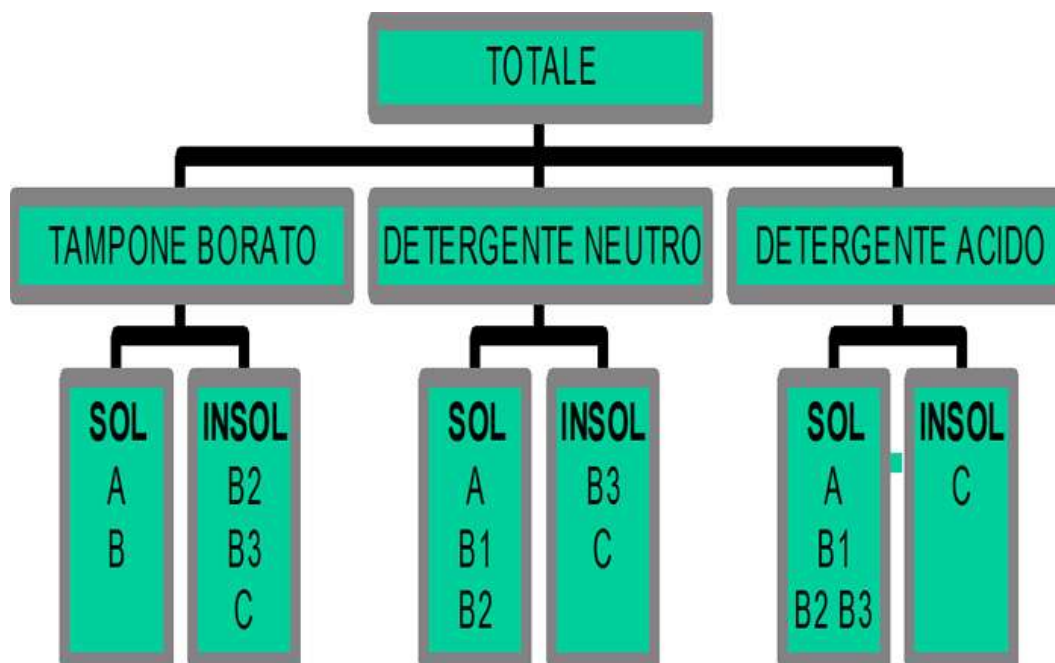


Tabella 1. Composizione e degradabilità ruminale delle proteine.

<i>Frazione</i>	<i>Composizione</i>	<i>Degradabilità ruminale (%/h)</i>	
A	NH ₃ , NO ₃ , AA peptidi	Istantanea	solubile degradabile
B1	Globuline Alcune albumine	200-300	
B2	La maggior parte delle albumine Gluteline	5-15	
B3	Prolamine Proteine associate alla parete cellulare Proteine denaturate	0.1-1.5	non degradabile
C	Prodotti della reazione di Maillard Azoto legato alla lignina	0	

Un ulteriore parametro considerato è quello della proteina metabolizzabile (**MP**) definito come la proteina vera che viene digerita a livello post-ruminale e che fornisce quindi gli aminoacidi assorbiti a livello intestinale.

La proteina degradabile e quella non degradabile hanno due funzioni ben distinte: la prima fornisce una miscela di peptidi, aminoacidi e ammoniaca per la crescita della microflora ruminale e la sintesi di proteina microbica. La proteina microbica fornisce la maggior parte degli aminoacidi che vengono assorbiti nell'intestino. La proteina non degradabile a livello ruminale è la seconda più importante fonte di aminoacidi assorbibili dall'animale.

La degradabilità ruminale della proteina è influenzata da diversi fattori. La costituzione chimica della proteina grezza è senz'altro il fattore più importante, e all'interno di questa si devono considerare la concentrazione di NPN (azoto non proteico) rispetto alla proteina vera e le caratteristiche fisiche e chimiche delle proteine che costituiscono la frazione proteica vera dell'alimento.

La degradazione dell'NPN è così rapida (>300%) che la sua degradabilità è assunta essere del 100%. Questo assunto non è completamente corretto perchè oltre al coefficiente di degradazione (Kd) bisogna tener conto anche del tasso di passaggio (Kp).

Per quanto concerne la proteina vera, la struttura tridimensionale può notevolmente influenzare la degradabilità, in quanto condiziona l'accesso dei batteri alla molecola stessa. Proteine ricche in legami incrociati (*cross-linking*), ad esempio ponti disolfuro naturalmente presenti in albumine e immunoglobuline, oppure legami causati da trattamenti termici, sono meno accessibili agli enzimi proteolitici e quindi degradate più lentamente. Per questo motivo i trattamenti termici degli alimenti possono diminuire la frazione degradabile della proteina, in favore di quella non degradabile.

Altri fattori influenzanti la degradabilità ruminale sono il tempo di ritenzione ruminale, l'attività proteolitica microbica e il pH ruminale.

Per quanto concerne gli animali monogastrici, la valutazione di una fonte proteica tiene conto principalmente della quantità e qualità di aminoacidi assorbiti e dalla efficienza della loro utilizzazione a livello metabolico. Essa dipende dalla composizione in aminoacidi di un alimento e dalla sua digeribilità, mentre nei ruminanti si tiene conto anche della degradabilità e della capacità di sintesi microbica.

Il **valore biologico** è definito come il rapporto tra l'azoto trattenuto e l'azoto assorbito da un animale. Esso è misurato con la formula:

$$V.B. = \frac{N \text{ alim.} - N \text{ feci} - N \text{ urine}}{N \text{ alim.} - N \text{ feci}}$$

In questa formula al numeratore figura la differenza tra l'azoto alimentare consumato e l'azoto perduto (con feci e urine), cioè l'*azoto trattenuto* dall'organismo, mentre al denominatore figura l'azoto alimentare consumato e l'azoto indigerito contenuto nelle feci, cioè l'*azoto assorbito*. Il valore biologico così calcolato andrebbe in realtà depurato da due fonti di azoto endogeno: l'*azoto metabolico fecale* (azoto di costituzione degli enzimi digestivi, degli acidi biliari, degli epitelii di sfaldamento del canale alimentare, delle spoglie della microflora intestinale) e l'*azoto endogeno urinario* (azoto derivante non dal catabolismo degli aminoacidi assunti con l'alimento, ma dal catabolismo degli aminoacidi e delle basi puriniche che provengono dal ricambio tissutale, l'azoto cioè che si troverebbe nelle feci anche con una dieta aproteica).

Il valore biologico di una proteina dipende dalla sua composizione in aminoacidi: infatti una proteina è utilizzata meglio tanto più la sua composizione aminoacidica si avvicina a quella della proteina da sintetizzare da parte dell'organismo animale. Le proteine animali hanno una composizione aminoacidica molto più vicina a quella del corpo animale di quanto non abbiano le proteine vegetali. La carenza di un solo aminoacido rispetto alla quantità richiesta (aminoacido limitante) è responsabile del basso valore biologico di una proteina alimentare, valore che può quindi essere migliorato integrando con l'aminoacido mancante. In generale il valore biologico è decrescente passando da proteine animali, a quelle batteriche e infine a quelle vegetali.



Tabella 2. Valore biologico di alcuni alimenti.

<i>Alimento</i>	<i>VB</i>	<i>Alimento</i>	<i>VB</i>
Uovo, tuorlo	96	Patate	67
Uovo, in toto	94	Avena	66
Latte di vacca crudo	90	Orzo	64
Germe di mais	78	Lievito di birra	63
Lino, farina d'estraz.	78	Carne di vitello	62
Carne bovina	76	Cotone, farina d'estraz.	62
Soia, farina d'estraz.	75	Erba medica	61
Crusca di frumento	74	Granoturco	60
Prosciutto	74	Segale	58
Caseina	73	Arachidi	56
Frumento	67	Farina di carne	48

IL CONTENUTO PROTEICO DEGLI ALIMENTI

80 %	farine di origine animale (sangue)
44 %	soia f.e.
30 %	latte in polvere
15 %	fieni: leguminose, prato stabile
10 %	fieni graminacee, cereali
	insilato mais
3 %	paglie

Il contenuto proteico dei foraggi è influenzato da diversi fattori:

- **STADIO VEGETATIVO:** un foraggio a stadio vegetativo *precoce* ha un maggiore contenuto di proteina degradabile e un minor contenuto di proteina bypass, mentre contiene abbondante NPN (NH₃, NO₃, amine, aa). In uno stadio vegetativo *tardivo* aumenta la parete cellulare rendendo più difficile l'accesso alla cellula.
- **SPECIE:** le leguminose sono più degradabili delle graminacee. Una eccezione è rappresentata da *Lolium m.*
- **CONCIMAZIONI:** un eccesso di NO₃ e NH₄ nel terreno aumenta NPN del foraggio a discapito delle proteine
- **INSILAMENTO:** a causa dei processi di parziale proteolisi, aumenta la quota degradabile sia per le leguminose che per le graminacee (ad eccezione del trifoglio violetto)

Tabella 3. Frazioni proteiche secondo l'NRC e solubilità secondo il sistema Cornell.

<i>Alimento</i>	<i>PG</i> <i>% s.s.</i>	<i>DIP- RDP</i> <i>% PG</i>	<i>UIP- RUP</i> <i>% PG</i>	<i>Solubilità</i> <i>% PG</i> <i>(Cornell)</i>
Fieno Medica	20	72	28	28
Insilato Medica	20	77	23	50
Fieno di loietto	12	78	22	25
Insilato di erba	10	71	29	52
Insilato di mais	8.1	69	31	50
Mais	10	40	60	16
Mais Fiocchi	9	32	68	15
Mais Pastone	9	60	40	30.5
Orzo	13	73	27	17.5
Frumento	16	78	22	30
Crusca	18.4	71	29	40
Polpe di Bietola	9.7	55	45	26.5
Semola glutinata	25.6	75	25	49
Glutine di mais	65.9	45	55	4.2

<i>Alimento</i>	<i>PG % s.s.</i>	<i>DIP- RDP % PG</i>	<i>UIP- RUP % PG</i>	<i>Solubilità % PG (Cornell)</i>
Distillers	25	46	54	22
Trebbie di birra	25.6	48	52	4.1
Pannello di cocco	22.4	37	63	
Soia f.e.	49.9	65	35	20
Girasole f.e.	26	74	26	30
Colza f.e.	37	72	28	30
Pannello di lino	38.3	65	35	20
Soia fiocchi	42.8	51	49	5.7
Pannello di cotone	44.8	57	43	20
Penne farina	87.3	17.8	82.2	14.8
Sangue farina	90.1	18.4	81.6	6.5
Pesce farina	65.9	32.6	67.4	14.1
Carne e ossa	59.9	42.4	57.6	10.8

6. LIPIDI

I grassi sono tipicamente utilizzati per aumentare la densità di energia della razione, ma la supplementazione di grassi può avere anche altri effetti positivi come quello di aumentare l'assorbimento di alcune sostanze liposolubili (es. vitamine) e di ridurre la polverosità della razione. Il termine grassi viene generalmente utilizzato per definire composti ricchi in acidi grassi (AG o, dall'inglese, FA) a lunga catena e comprende: trigliceridi, fosfolipidi, AG non esterificati, sali di AG a lunga catena.

DIGESTIONE E ASSORBIMENTO DEI GRASSI NEI RUMINANTI

Solo poche specie batteriche ruminali lipolitiche sono state isolate e identificate. La maggiore attività esterasica è espressa da ceppi associati alle particelle del digesto ovvero dai batteri che attaccano l'amido, la pectina e la cellulosa. Del resto è proprio sulla superficie di tali particelle che i lipidi alimentari tendono a collocarsi in un ambiente acquoso come il fluido ruminale.

Gli AG esterificati, soprattutto trigliceridi, vengono idrolizzati rapidamente dalla flora lipolitica del rumine, ottenendo AG liberi e glicerolo, dalla cui fermentazione deriva propionato. Dopo l'idrolisi, gli AG insaturi (PUFA) vengono idrogenati dai microrganismi ruminali (es. *Butyrivibrio fibrisolvens*). L'attività batterica porta alla formazione di acidi grassi saturi, molto spesso con un legame tra i carboni 9 e 10 in configurazione *trans*. I batteri effettuano quindi anche una operazione di isomerizzazione a carico dei doppi legami, spostandone la posizione all'interno dell'acatena idrocarburica e modificandone l'isomeria geometrica. Il tasso di idrogenazione dipende dal grado di insaturazione degli AG e dal livello e dalla frequenza di assunzione di alimento. Stime del tasso di saturazione degli AG nel rumine vanno dal 60 al 90%. La bioidrogenazione degli AG PUFA può essere ridotta al 30-40% se vengono somministrati AG protetti sotto forma di sali di calcio.

A causa del fenomeno di bioidrogenazione, sono soprattutto AG C18:0 e vari isomeri di C18:1 a lasciare il rumine.

La sintesi di AG da parte dei microrganismi ruminali è limitata, e gli AG prodotti vengono per lo più inclusi in fosfolipidi. Dalla sintesi *ex novo* di acidi grassi da parte dei batteri derivano per lo più AG a numero dispari di atomi di carbonio. AG a catena ramificata (isovalerato, 2-metilbutirato, isobutirato) derivano invece dal catabolismo aminoacidico (leucina, isoleucina, valina).

Approssimativamente l'85-90% degli AG che lasciano il rumine sono AG liberi, e il 10-15% sono fosfolipidi di origine microbica.

Anche se solo una piccola quantità di trigliceridi arriva al piccolo intestino, pre la loro digestione è necessaria la presenza di lipasi biliari e pancreatiche.

RUMINE

□ idrolisi: trigliceridi \Rightarrow glicerolo \Rightarrow propionato
 \Rightarrow acidi grassi

□ idrogenazione: a.g. insaturi \Rightarrow a.g. saturi

C 18:0
C 18:1

□ isomerizzazione: a.g. cis \Rightarrow trans

Tab. 3.2 - I più diffusi acidi grassi naturali.

Nome	Sigla	Formula	Punto di fusione (°C)
<i>a) saturi</i>			
butirrico	C 4:0	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	- 4,3
caproico	C 6:0	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	- 2,0
caprilico	C 8:0	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	+ 16,5
caprico	C 10:0	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	+ 31,5
laurico	C 12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	+ 44,0
miristico	C 14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	+ 58,0
palmitico	C 16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	+ 63,0
stearico	C 18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	+ 71,5
arachidico	C 20:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	+ 77,0
<i>b) insaturi</i>			
palmitoleico	C 16:1 Δ 7	C ₁₅ H ₂₉ COOH	+ 47,0
oleico	C 18:1 Δ 9	C ₁₇ H ₃₃ COOH	+ 16,3
linoleico	C 18:2 Δ 9, 12	C ₁₇ H ₃₁ COOH	- 5,0
linolenico	C 18:3 Δ 9, 12, 15	C ₁₇ H ₂₉ COOH	- 11,3
arachidonico	C 20:4 Δ 5, 8, 11, 14	C ₁₉ H ₃₁ COOH	- 49,5

DIGERIBILITA' DEI GRASSI

La digeribilità dei grassi può essere influenzata dall'assunzione di sostanza secca, dalla quantità di grassi ingeriti, dalle caratteristiche dei grassi che fanno parte della razione e dalle caratteristiche di grassi aggiunti. Il grado di insaturazione è forse la caratteristica che più influenza la digeribilità.

Il **Numero di iodio (IV=Iodine Value)** è un'indice del grado di insaturazione: più alto è il valore maggiore è il tenore in AG insaturi nel grasso in oggetto. Il grado di insaturazione influenza la digeribilità del grasso: il declino della digeribilità, all'aumentare dell'inclusione dei grassi nella dieta è maggiore quando il numero di iodio è > di 40 rispetto a grassi con numero di Iodio < di 40.

- Digeribilità elevata con IV > 40 è del 89%
- Digeribilità con IV < 40 scende al 74%

Gli acidi grassi saturi sono meno digeribili di quelli insaturi, e la differenza diventa sempre più marcata quando aumenta la quantità di AG saturi assunti. Questo indica che gli AG insaturi possono avere un'azione sinergica sulla digeribilità degli AG saturi.

Anche la **lunghezza delle catene degli AG** può aumentare la digeribilità. Ci sono probabilmente interazioni tra la lunghezza catena acidica e il grado di insaturazione. Ad esempio è stato mostrato che l'aumento del rapporto C16:C18 ha un effetto maggiore sulla digestione quando aumenta IV.

La digeribilità intestinale è inversamente correlata al **punto di fusione** degli AG, il quale probabilmente influenza la formazione di micelle e il movimento degli AG attraverso lo strato acquoso adiacente ai microvilli nel piccolo intestino.

Se gli AG sono somministrati come sali, la digeribilità dipende dalla caratteristica degli AG stessi, in quanto i sali sono dissociati nelle condizioni acide in abomaso e duodeno.

La concentrazione dei grassi nella dieta influenza anche la digeribilità posttruminale. Studi hanno mostrato che la digeribilità degli AG diminuisce del 2.2% per ogni 100 g di AG assunti quando si passa da 200 a 1400 g/d di grassi aggiunti alla dieta.

Colza (119)	7%	21%	11%	61%
Girasole (113)	12%	65%		21%
Mais (126)	13%	57%		29%
Soia (131)	15%	54%	8%	23%
Arachide (95)	19%	33%		48%
Cotone (107)	27%	54%		19%
Strutto (65)	43%	9%		47%
Sego (50)	48%			49%
Palma (50)	51%	10%		39%
Cocco (10)	91%			7%



EFFETTO DEI GRASSI SULLE FERMENTAZIONI RUMINALI

Sebbene il grado di insaturazione aumenti la digeribilità, esso aumenta la probabilità di una influenza negativa sulle fermentazioni ruminali. Fonti alimentari ricche in acidi grassi polinsaturi sono, ad esempio, gli oli di pesce e gli oli vegetali: riduzione dell'assunzione alimentare, riduzione del grasso nel latte e riduzione digeribilità fibra sono indicatori di alterazione delle fermentazioni ruminali. Il tasso di rilascio degli AG insaturi dall'alimento all'ambiente ruminale determina il grado di influenza sulle fermentazioni. Se la capacità dei microrganismi di idrogenare gli AG insaturi viene "saturata" si ha un accumulo di AG insaturi che interferiscono con le fermentazioni. Se i PUFA assunti dall'animale sono parte di semi interi, si ha poco o nessun effetto sulle fermentazioni perchè c'è un rilascio lento degli stessi. Il processo di estrusione dei semi oleosi determina un parziale rilascio di AG, di conseguenza il grado di esposizione dei microrganismi agli AG potrebbe essere sufficiente da determinare un'influenza sul loro metabolismo. I sali e gli AG idrogenati hanno una minor influenza sulle fermentazioni rispetto agli AG insaturi, probabilmente per la minore solubilità in ambiente acquoso.

Il sego potrebbe avere una maggior influenza sulle fermentazioni rispetto ai sali e ai semi oleosi: in realtà studi hanno dimostrato che una inclusione anche maggiore al 3% non dà problemi di riduzione del grasso nel latte e dell'assunzione alimentare.

L'effetto dei semi oleosi o del sego sulle fermentazioni ruminali può dipendere anche dalla composizione della dieta: maggiori influenze negative si riscontrano se la razione è basata sul silomais o è carente in foraggio.



I GRASSI NELLE RAZIONI PER BOVINE DA LATTE

I grassi totali nella razione per bovine da latte non dovrebbero superare il 6-7% della ss. Un valore superiore potrebbe causare una depressione dell'ingestione di ss, anche nei casi in cui il grasso abbia una minima influenza sulle fermentazioni ruminali. La riduzione dell'ingestione potrebbe neutralizzare i vantaggi in termini di energia che vogliamo ottenere con la supplementazione di grassi e può limitare la risposta positiva sulla produzione di latte. Diverse teorie sono state formulate per spiegare gli effetti dei grassi sull'assunzione alimentare. Tra le ipotesi: un'influenza sulla motilità del tratto gastroenterico, effetti sulla accettabilità dieta, influenza sul rilascio di ormoni intestinali e sull'ossidazione dei grassi nel fegato.

La quantità ottimale di grassi della razione dipende da numerosi fattori:

- tipo di grassi
- alimenti che compongono la razione
- stadio di lattazione
- ambiente
- livello di produzione
- gestione dell'alimentazione

Una quantità inferiore al 6% potrebbe essere prudente nella prima fase della lattazione, in quanto è stata osservata sperimentalmente una riduzione dell'ingestione, già normalmente ridotta nei primi giorni dopo il parto.

E' importante considerare che i cereali e i foraggi contengono di solito un 3% di grassi, di conseguenza il restante 3-4% di grassi dev'essere fornito con una supplementazione. Semi oleosi e grassi animali/vegetali sono supplementi accettabili, ma è sempre consigliabile fornire una quota di grassi inerti a livello ruminale per evitare gli effetti negativi sulle fermentazioni ruminali, la percentuale di grasso nel latte e l'ingestione di ss.

I grassi aggiunti nella dieta dei ruminanti potrebbero ridurre la digeribilità di calcio e magnesio: infatti sembra che i saponi possano ridurre l'assorbimento ruminale del magnesio e quello intestinale del calcio, ed è quindi necessario aumentare la quantità di questi elementi nella razione per garantire comunque la copertura dei fabbisogni.

Grassi e riproduzione

La supplementazione di grassi può influenzare positivamente la riproduzione.

Gli effetti positivi riscontrati in diversi studi sono:

- una diminuzione dell'intervallo parto-concepimento e
- un minor numero di interventi fecondativi.

I meccanismi attraverso i quali la supplementazione di grassi esplica un effetto positivo sulla riproduzione possono essere diversi: un miglioramento del bilancio energetico negativo che si ha in concomitanza con il parto e l'inizio della lattazione, un aumento dello sviluppo follicolare a causa di

cambiamenti nell'assetto endocrino (riduzione dei livelli plasmatici di insulina), stimolazione della sintesi di progesterone, modificazione della produzione e del rilascio di prostaglandina F_{2α}, che influenza la persistenza del corpo luteo.

I GRASSI NEL SISTEMA DI RAZIONAMENTO CNCPS

Nel sistema CNCPS i grassi sono classificati come FAT 1, FAT 2 e FAT 3.

FAT 1	grassi naturalmente presenti in alimenti come i foraggi e i cereali, normalmente varia dal 2 al 4% della ss.	vengono considerati attivi a livello ruminale e non devono eccedere il 5-5,5% della ss per evitare influenze negative sulle fermentazioni ruminali.
FAT 2	grasso presente in alimenti naturalmente ricchi in grassi come le oleaginose e il sego.	
FAT 3	grassi ricchi in AG saturi, come palmitico e stearico, o in forma di Sali	considerati inerti a livello ruminale possono essere utilizzati per raggiungere il 7% di grassi nella razione*

*i grassi inerti a livello ruminale basati su una alta concentrazione di acido stearico in forma di trigliceridi hanno una minore digeribilità intestinale rispetto ai grassi inerti sottoforma di saponi di calcio.

DETERMINAZIONE DEI LIPIDI NEGLI ALIMENTI

Questo dato analitico viene definito estratto etereo poichè il metodo utilizzato determina la quantità totale di sostanze solubili in etere di petrolio, vale a dire i lipidi insieme ad altri composti (pigmenti, olii eteri, fosfolipidi, cere, steroli, resine, vitamine liposolubili).

Principio del metodo: una aliquota di prodotto macinato viene pesata in un ditale cilindrico di cellulosa, che viene chiuso con un batuffolo di cotone. Indi si pone il ditale nell'estrattore dell'apparecchio Soxhlet che viene collegato con un refrigerante a ricadere e unito con un palloncino pesato, nel quale viene introdotto l'etere di petrolio. Tutto l'apparecchio viene montato su bagnomaria, in modo che l'etere distilli e ricada nel ditale, estraendo il grasso del campione. Raggiunto un certo livello, un piccolo sifone riporterà l'etere nel palloncino. L'estrazione continua per 6 ore, quindi si elimina l'etere per distillazione; si secca il palloncino contenente il grasso e lo si pesa. Per differenza con la tara si ricava il peso del grasso contenuto nel campione, che viene riportato a 100.

Quando si devono analizzare materie prime, quali semi oleosi, mangimi semplici di origine animale, lievito, residui di distillerie, mangimi composti contenenti polveri di latte e le cui materie grasse non possano essere completamente estratte con etere di petrolio, occorre sottoporre preventivamente il campione ad idrolisi con HCl 3N all'ebollizione per 1 ora; poi si filtra, si essicca in stufa e si introduce il filtro nell'apparecchio Soxhlet proseguendo l'analisi come già descritto.

Sull'estratto etereo è possibile determinare i grassi saponificabili, trattando l'estratto nel palloncino con KOH N/2 in soluzione alcolica all'ebollizione. I trigliceridi vengono saponificati, cioè si formano i sali degli acidi grassi più glicerina; i sali possono essere estratti con acqua, mentre il residuo insaponificabile è costituito da resine, pigmenti, steroli ecc. Il potere energetico dell'estratto etereo è legato al suo contenuto in sostanze saponificabili (acidi grassi), che aumenta passando da foraggi a cereali a semi oleosi e relativi panelli o farine d'estrazione; principalmente per questo motivo, nel calcolo delle unità foraggere si utilizzano 3 coefficienti adipogenetici, e cioè 1,91; 2,12 e 2,41 per i tre tipi di alimenti.

Tabella 1. Alimenti fonte di acidi grassi essenziali

<i>Alimenti</i>	ω -6 %linoleico	ω -3 %linolenico
Mais	60	0.5
Lino	14.5	56
Colza	19	10
Soia	55.5	8.5
Sego	3.1	0.6
Lardo	9.5	0.4
Olio di pesce, aringa	1.1	0.7

Tabella 2. Alterazioni dei grassi

<i>Alterazione</i>	<i>Causa</i>	<i>Substrato</i>	<i>Effetto</i>	<i>Esempi</i>	<i>Misura</i>
Irrancidimento chimico o rancidità idrolitica	Lipasi calore H ⁺ OH ⁻	Acidi grassi	Liberazione acidi grassi	Grasso del latte: sapore di acido butirrico Burro: sapore di rancido Sego e grassi animali: sapore di candela	Indice di acidità
Autossidazione o rancidità chimica	Aria O ₂ Calore Luce Lipossidasi	Acidi grassi insaturi	Liberazione di aldeidi, acido formico, perossidi	Tutti i grassi	Numero di perossidi
Irrancidimento chetonico o rancidità biochimica	Microrganismi Muffe Lieviti	Acidi grassi	Profumi caratteristici, liberazione chetoni		Identificazione colonie, gascromatografia

Tabella 3. Analisi per valutare le caratteristiche dei grassi

<i>Analisi qualitative</i>	<i>Significato</i>
<i>Caratteristiche chimico-fisiche:</i> Numero di iodio Numero di saponificazione Colore	Indice del grado di insaturazione Peso molecolare medio dei trigliceridi Valutazione di massima delle caratteristiche di conservazione ed organolettiche del grasso (Scala FAC*: 10-35)

<i>Analisi qualitative</i>	<i>Significato</i>
<i>Caratteristiche di composizione</i> Analisi acidi grassi Contenuto frazione sterolica	Determinazione profilo acidico Valutazione della provenienza animale del prodotto
<i>Caratteristiche di conservazione</i> Acidità libera Numero perossidi <i>Saggio di Kreiss</i>	Indice dell'irrancidimento idrolitico (1-10%) Indice dell'irrancidimento chimico Indice dell'irrancidimento biochimico
<i>MIU (Moisture Impurities Unsaponificable)</i>	Valutazione della presenza di sostanze estranee contaminanti, parametro merceologico di commercializzazione ed indice del valore nutrizionale (1.5%)

*Determinata grazie ad uno strumento apposito in grado di determinare la gradazione cromatica dei grassi

Tabella 4. Composizione in acidi grassi e numero di iodio di grassi e oli.

	Type of fat	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	Other fatty acids	Iodine Value
<i>Granular fats</i>	Calcium salt palm oil FAs	1.3	48.6	1.1	4.1	36.5	7.8	0.3	0.2	49
	Hydrolyzed tallow FAs	2.4	39.7	0.7	42.7	10.9	1.0	-	2.6	12
	Partially hydrogenated tallow	1.4-2.4	25.4-25.8	0.2-0.7	37.2-52.6	13.8-31.9	0-0.9	0.1-0.2	3.2-4.3	14-31
<i>Animal</i>	Tallow	3.0	24.5	3.7	19.3	40.9	3.2	0.7	4.9	48
	Poultry fat	1.0	22.1	7.2	6.5	43.0	18.5	0.9	0.7	82
	Fish oil, herring	7.2	11.7	9.6	0.8	12.0	1.1	0.8	56.8	25
<i>Vegetable oils</i>	Canola	-	4.8	0.5	1.6	53.8	22.1	11.1	6.1	119
	Corn	0.0	10.9	-	1.8	24.2	58.0	0.7	4.4	126
	Cottonseed	0.8	22.7	0.8	2.3	17.0	51.5	0.2	4.7	107
	Linseed	-	5.3	-	4.1	20.2	12.7	53.3	4.4	185
	Palm	1.0	43.5	0.3	4.3	36.6	9.1	0.2	5.0	50
	Peanut	0.1	9.5	0.1	2.2	44.8	32.0	-	11.3	95
	Safflower	0.1	6.2	0.4	2.2	11.7	74.1	0.4	4.9	145
	Sesame	-	8.9	0.2	4.8	39.3	41.3	0.3	5.2	111
	Soybean	0.1	10.3	0.2	3.8	22.8	51.0	6.8	5.0	131
	Sunflower	-	5.4	0.2	3.5	45.3	39.8	0.2	5.6	113

7. TRATTAMENTI

Alcune definizioni:

- “**materie prime per alimenti per animali**”: i diversi prodotti di origine vegetale o animale, allo stato naturale, freschi o conservati, nonché i derivati della loro trasformazione industriale, come pure le sostanze organiche o inorganiche, comprendenti o no additivi, destinati all'alimentazione degli animali per via orale, direttamente come tali o **previa trasformazione**, alla preparazione di alimenti composti oppure ad essere usati come supporto delle premiscele
- “**materie prime per mangimi**”: i diversi prodotti di origine vegetale o animale, allo stato naturale, freschi o conservati, nonché i derivati della loro trasformazione industriale, come pure le sostanze organiche o inorganiche, comprendenti o no additivi, destinati ad essere impiegati per l'alimentazione degli animali per via orale, direttamente come tali o **previa trasformazione**, per la preparazione di mangimi composti oppure come supporto delle premiscele
- “**alimenti composti per animali**”: miscele di materie prime per alimenti per animali, comprendenti o no additivi, destinate all'alimentazione degli animali per via orale, sotto forma di alimenti completi o di alimenti complementari

Tecnologie di tipo termomeccanico hanno consentito di supportare le performances di animali ad elevato potenziale genetico e di sviluppare tecniche di allevamento che devono coincidere con elevati standard qualitativi degli alimenti come lo svezzamento precoce

I trattamenti producono sugli alimenti *modificazioni chimico-fisiche e nutrizionali*, influenzando l'utilizzazione digestiva, la degradabilità ruminale la disponibilità di nutrienti, l'appetibilità lo stato igienico sanitario.

Le variazioni riguardano soprattutto:

- gli amidi (gelatinizzazione e destrinizzazione)
- le proteine (> digeribilità; < degradabilità ruminale)
- i fattori antinutrizionali (riduzione)
- la carica batterica (riduzione)
- le vitamine (denaturazione)
- i grassi (autossidazione, irrancidimento)

<i>Meccanici a freddo</i>	<i>Idrotermici</i>	<i>Calore secco</i>
Schiacciatura	Vaporizzazione	Espansione
Frantumazione	Vaporizzazione e rullatura	Micronizzazione
Rullatura a secco	Fiocatura	Estrusione
Macinazione (2mm/400 µm)	Esplosione	Esposizione a microonde
	Pellettatura	

MACINAZIONE

Riduzione dimensione particelle

Maggiore degradabilità e digeribilità

CALORE

Carboidrati: gelatinizzazione e destrinizzazione amidi

Proteina: minore degradabilità ruminale, maggiore digeribilità

Inattivazione FAN

UMIDITÀ

Riduzione polverosità

Maggiore digeribilità

Inattivazione tannini

ALCALI

Parziale gelatinizzazione amidi

Minore digeribilità proteica

Maggiore digeribilità fibra

AMIDI

Gelatinizzazione: i granuli di amido crudo sono scarsamente solubili in acqua. Col calore i legami intermolecolari che legano amilosio e amilopectina si spezzano. Il granulo si imbibisce di acqua, si rigonfia e si disintegra.

Destrinizzazione: un successivo intervento della temperatura provoca la rottura della molecola in strutture più piccole e più facilmente attaccabili dagli enzimi digestivi.

L'intensità di digestione dell'amido è proporzionale al suo grado di gelatinizzazione e destrinizzazione e varia in funzione del tipo di trattamento adottato.

Altre modificazioni: formazione amido resistente alla digestione, reazione di Maillard

TRATTAMENTO	T° C	Umidità %	Tempo	Effetto sull'amido
Essiccazione	>100	18-30	Min	Destr.
Macinazione	20	<18	Sec	Destr.+gelat.
Tostatura	100-140	<18	Min	Destr.+gelat.
Pellettatura	60-100	<18	Sec	Destr.+gelat.
Fioccatatura	100	18-30	Min	Destr.+gelat.
Estrusione	90-140	18-30	sec	Destr.+gelat.

Nel vitello preruminante, con scarsa secrezione di amilasi, la somministrazione di cereali trattati al calore facilita la digestione e l'assorbimento dell'amido, e ne aumenta l'appetibilità.

> disponibilità di amido e > velocità di amilolisi determinano una utilizzazione più efficiente dell'energia dei cereali fioccati o estrusi rispetto a quelli non trattati (+15 -20%)

L'effetto è più marcato sul mais il cui incremento di degradabilità può raggiungere valori comparabili con quelli dell'orzo e del frumento, ma con un livello di amido superiore.

> fermentescibilità glucosio che se ne ottiene viene facilmente fermentato ad acido piruvico a sua volta trasformato in acido propionico.

> acidità < pH ⇒ acidosi con conseguente caduta del tenore lipidico del latte.

Gli apporti devono essere limitati a 2-2,5 Kg/d per evitare fenomeni di acidosi.

PROTEINE

L'azione termica migliora la digeribilità globale delle fonti proteiche mantenendo elevata la disponibilità di aminoacidi essenziali (es. lisina). A livello ruminale si riduce la solubilità e la velocità di degradazione delle proteine con un conseguente aumento del by-pass. Inoltre produce **inattivazione dei fattori antinutrizionali**.

Se i tempi di esposizione al calore sono eccessivamente lunghi si ha la formazione di prodotti che riducono l'utilizzazione digestiva degli aminoacidi.

- Reazione di Maillard, formazione di legami tra il gruppo aldeidico di uno zucchero e quello amminico di un aminoacido.
- Formazione di D-aminoacidi: in presenza di temperature e pH elevati; sono scarsamente utilizzati.

TRATTAMENTO	Sensibilità attacco enzimatico		Riduzione	
	Amido	Proteine	Carica microbica	Fattori antinutrizionali
Essiccazione	++	+	+	+
Macinazione	+/-	/	-	/
Rollatura laminazione	+/-	/	/	/
Pellettatura a secco	/	/	/	/
Pellettatura a vapore	+	+	+++	+/-
Vaporizzazione rollatura	+++	++	+++	+/-
Fioccatatura	++++	++	+++	+/-
Micronizzazione	+++	++	+++	+/-
Microonde	+++	++	+++	+++
Espansione	+++	++	++	+/-
Estrusione	+++++	+++	+++	+/-
Frantumazione ad urto	Effetto dominante abbattimento fibra grezza			

GRASSI

Le lipasi di origine microbica presenti nelle materie prime vengono distrutte dal trattamento termico, riducendo i fenomeni di irrancidimento.

Il calore provoca delle rotture a livello di parete cellulare che rendono maggiormente esposti i grassi contenuti.

Fonti oleaginose estruse possono avere interferenze con le fermentazioni ruminali dovute alla maggior disponibilità di olio a livello ruminale.

L'azione termica combinata a quella meccanica determina una parziale rottura delle strutture della parete vegetale da cui un aumento della superficie.

VITAMINE

Il trattamento con calore potrebbe determinare perdite limitate di alcune vitamine termolabili: A, B₂, Acido Folico, Niacina, Biotina. È possibile l'aggiunta a posteriori.

Tabella 3. Perdite medie di vitamine in mangimi sottoposti a pellettatura.

<i>Vitamina</i>	<i>70°C</i>	<i>90°C</i>
	<i>Perdita %</i>	
A	10	30
D3	15	35
E	10	15
K	20	40
B1	15	50
B2	10	15
B6	5	10
Niacina	5	10
Biotina	10	35
Acido folico	20	45
C	40	85

CARICA BATTERICA

I processi termici e la combinazione dell'alta temperatura e della forte pressione riducono la presenza di fattori antinutrizionali e consentono l'inattivazione di micotossine e batteri (salmonelle)

MACINAZIONE

Riduzione dell'alimento in piccole particelle. Usata soprattutto per i cereali.

Obiettivi:

- Aumenta la superficie di contatto con le secrezioni dell'apparato digerente
- Permette una manipolazione più facile

- Tendenza all'ottimizzazione della razione
- Miglioramento dei trattamenti di compressione o di estrusione

Effettuata attraverso due tipi di mulini:

A martelli: frantumazione, attrito, urto

A cilindri: frizione, schiacciamento

dimensioni della griglia:

Ø 4 mm bovini Ø 3 mm bovini Ø 2 mm suini Ø 1 mm suinetti

Frantumazione : 3 mm

Macinazione : 3 mm - 30 µ

Micronizzazione : 30 µ

Vantaggi: migliora la digeribilità in quanto aumenta la superficie esposta all'attacco degli enzimi

Svantaggi:

-Costo elevato

-Ulcere gastriche

Utilizzo consigliato nei suinetti (amilasi) e scrofe: > produzione di latte, effetti positivi sulla crescita dei suinetti

L'aumento di digeribilità è dovuto:

- Incremento della degradabilità ruminale
- Incremento digeribilità intestino tenue
- Incremento degradabilità intestino crasso

Attenzione al rischio di sub-acidosi o peggio acidosi!

ESPLOSIONE

L'esplosione è un processo di lavorazione che prevede il passaggio di materie prime in una corrente d'aria preriscaldata (260 – 280°C) ed una macinazione effettuata ad una temperatura di 90 – 95°C.

SCHIACCIATURA

Descrivendo il processo di schiacciatura è fondamentale non confonderlo con il processo di frantumazione della granella di cereali. Infatti mentre la frantumazione consiste nella rottura della granella in due o più pezzi il processo di schiacciatura (operata dai mulini a cilindri) prevede la rottura del rivestimento del seme per una più immediata digeribilità.

FIOCCATURA

La fiocatura consiste in quattro fasi:

-pulitura e decorticazione delle materie prime

-cottura della materia con iniezione di vapore variabile fra i 15-40 min. ad una temperatura di 80-100°C

-passaggio del prodotto attraverso il laminatoio dove si ha compressione da parte di rulli

-riduzione del contenuto di umidità attraverso l'essicatore (12-13% di umidità)

Il costo medio varia tra i 2.10-3.60 €/q

ESTRUSIONE

Prevede l'azione combinata dell'elevata temperatura e della forte pressione

L'estrusore prevede:

- 1)cilindro o camera di estrusione (trasporto, miscelazione, cottura e aumento di pressione)
- 2)vite senza fine singola o doppia (stessa funzione del cilindro)
- 3)filiera
- 4)eventuale zona di ventilazione

L'estrusione prevede quattro fasi:

- 1)iniziale cottura a vapore con raggiungimento di 50-60°C con umidità del 25-30%. Seconda cottura in estrusione per 10-20 sec. a 120-200°C
- 2)passaggio su filiera dove il prodotto prende forma grazie ai coltelli presenti in uscita.
- 3)essiccazione del prodotto a 180°C per 4-6 min.
- 4)espansione del prodotto per aumento della pressione ed evaporazione istantanea dell'acqua contenuta

Abbiamo una elevata gelatinizzazione dell'amido e una diminuzione della degradabilità della proteina

Tabella 4. Confronto tra i processi di estrusione e di espansione.

	Estrusore a vite singola	Estrusore a vite doppia	Expander
Grado di modificazione dell'amido	80-100%	90-100%	40-80%
Solubilità proteina	<10%	<10%	10-12%
Contenuto di umidità durante il processo	18-28%	18-60%	12-18%
Temperatura del prodotto	90-160°C	90-180°C	90-140°C
Costi di produzione	Medio alto	Alto	Medio basso

ESPANSIONE

Processo simile all'estrusione in cui però sono utilizzate minori quantità di vapore, acqua e pressioni inferiori

Le fasi sono:

- per pochi secondi il prodotto è sottoposto a oltre 150°C raggiunti grazie alla forte pressione (30-50 bar)
- forte diminuzione della pressione all'uscita della macchina ⇒ perdita di temperatura, evaporazione dell'acqua ed espansione
- il mangime si presenta sotto forma di scaglie

PELETTATURA

È un'operazione mediante la quale un prodotto farinoso viene spinto e pressato in uno stretto canale ad un punto tale da farlo uscire sotto forma di cilindretti chiamati pellet.

Nel trattamento sono fondamentali:

1) Presse a vapore :

Il vapore è iniettato da un condizionatore

L'umidità della farina è aumentata del 5%, la temperatura è portata a 75-90°C

Per la pressione esercitata dal rullo la farina è forzata a passare nella trafila ⇒ PELLET

I coltelli tagliano i pellet alla lunghezza voluta.

Tabella 5. Dimensioni dei pellet per diverse specie e categorie animali.

<i>Animali</i>	<i>Diametro (mm)</i>	<i>Lunghezza (mm)</i>
Suini sottoscrofa	2,5	10
Suini svezzati	2,5-3,0	10
Suini accrescimento/ingrasso, riproduttori	3,5-5,0	10-15
Bovini latte e carne	5,0	10-15
Avicoli	4,0/Sbriciolato	10

2) Raffreddatori:

Elimina l'umidità e il calore in eccesso

La superficie esterna del pellet è messa a contatto con aria ambiente

Il pellet esce con una temperatura di 5°C superiore rispetto a quella ambientale

3) Vaglio Vibratore

Vantaggi:

- Riduzione del volume (trasporto)
- Produzione omogenea
- Riduzione polverosità e perdite
- Gelatinizzazione
- Evitata la demiscelazione
- > appetibilità
- Eliminazione della selezione
- < tempo di alimentazione

- Migliore conservazione

TOSTATURA

Esistono due metodi:

Tostatura a calore secco:

- Il calore è trasferito per conduzione, convezione, radiazione
- la temperatura durante il processo arriva a 200°C
- riduce la degradabilità della proteina in molti alimenti compresi i semi oleosi, legumi e cereali

Tostatura a vapore:

- utilizzata dopo l'estrazione dell'olio dai semi oleosi con solventi
- è effettuato a pressione atmosferica a 100°C o in autoclave a 100-140°C
- diminuisce la degradabilità ruminale dell'amido

MICRONIZZAZIONE

Utilizza il calore secco dei raggi infrarossi.

C'è un effetto di diminuzione della degradazione delle proteine.

MELASSATURA

Aggiunta di melasso alla miscela. Operata da melassatrici attraverso un processo di nebulizzazione (aria compressa o pressione a 2-3 atm). Livello di inclusione max 6%.

GRASSATURA

Effettuata con aggiunta di grassi e oli per:

- Incorporazione in miscele farinose
- Sprayzzazione/polverizzazione dopo pellettatura: il pellet caldo ne favorisce l'inclusione
- Metodo del *vacuum coating*
- Per l'estrusione nella matrice lipidica sono inseriti vitamine, enzimi.. che nel processo possono subire alterazioni

Tabella 6. Glossario che illustra i principali procedimenti utilizzati nella preparazione delle materie prime per mangimi, riportato dalla legge 281/63.

Procedimento	Definizione	Denominazione
Concentrazione	Aumento del tenore di alcune sostanze mediante eliminazione di acqua o altri componenti	Concentrato
Decorticatura [1]	Eliminazione parziale o totale dell'involucro esterno (tegumento) da grani, semi, frutti, noci ecc.	Decorticato, parzialmente decorticato
Essiccazione	Disidratazione mediante procedimenti artificiali o naturali	Essiccato (naturalmente o artificialmente)

Estrazione	Eliminazione, con solvente organico (il prodotto finito deve esserne privo), di grasso o olio da materiali o, con solvente acquoso, di zucchero e altre sostanze idrosolubili	Estratto, farina di estrazione (per materiali con grassi), melasse, polpa (per materiali con zuccheri o altre sostanze idrosolubili)
Estrusione	Pressione spinta o protrusione attraverso orifizi	Estruso
Fiocatura	Laminazione di materiale trattato con il caldo umido	Fiocchi
Molitura a secco	Trattamento meccanico di semi per rimpicciolire le particelle ed agevolare la separazione in frazioni di componenti (soprattutto farina, crusca e tritello)	farina, crusca, cruschetto, farinaccio, farinella, tritello
Riscaldamento	Termine generale per una serie di trattamenti termici effettuati in condizioni specifiche per influire sul valore nutritivo oppure sulla struttura della sostanza	Tostato, cotto, trattato termicamente
Idrogenazione	Trasformazione dei gliceridi insaturi in gliceridi saturi (indurimento degli oli e dei grassi)	Idrogenato, parzialmente idrogenato
Idrolisi	Riduzione in componenti chimici semplici mediante adeguato trattamento con acqua e eventualmente con enzimi o acidi/alcali	Idrolizzato
Pressatura	Eliminazione, mediante estrazione meccanica (con pressa a vite o di altro tipo) e eventualmente calore, di grasso o olio da materiali ricchi di oli nonché di succo dalla frutta o da altri prodotti vegetali	Pressato, expeller [2], (per materiali contenenti oli); polpa, residuo (per frutta, ecc.); fettucce di barbabietole pressate (per le barbabietole da zucchero)
Pelletatura	Compressione mediante passaggio in filiera	Formellati, pellettato, in pellet.
Pregelatinizzazione	Modifica dell'amido per aumentarne il potere di rigonfiamento in acqua fredda	Pregelatinizzato, gonfiato
Raffinazione	Eliminazione totale o parziale di impurità in zuccheri, oli, grassi e altri prodotti naturali mediante trattamento chimico/fisico	Raffinato, parzialmente raffinato
Molitura umida	Separazione meccanica dei componenti del seme / endosperma per macerazione in acqua con o senza anidride solforosa per l'estrazione dell'amido	Germe, glutine, amido
Macinazione	Trasformazione meccanica dei semi o di altre materie prime per mangimi al fine di ridurne le dimensioni	Macinato
Dezuccheraggio	Estrazione totale o parziale dei mono - o disaccaridi dalla melassa e da altre sostanze contenenti zucchero mediante processi chimici o fisici	Dezuccherato, parzialmente dezuccherato
Schiacciatura	Procedimento meccanico di compressione/laminazione di semi o altre materie prime per mangimi al fine di modificarne la struttura iniziale	Schiacciato, laminato

Spezzatura	Frantumazione meccanica di semi o di altre materie prime per mangimi al fine di ridurne le dimensioni	Spezzato, frantumato
[1] Il termine «decorticatura» può essere sostituito a seconda dei casi da «sbramatura» o da «sbucciatura». Il termine d'uso corrente dovrebbe essere «sbramato» o «sbucciato».		
[2] Ove, opportuno, il termine «expeller» può essere sostituito da «panello».		

8. L'ETICHETTATURA DEI MANGIMI OGM

L'etichettatura dei mangimi contenenti organismi geneticamente modificati o prodotti derivati da OGM è stata oggetto negli ultimi anni di dibattito a livello europeo e di diversi interventi normativi. In particolare sono 3 le normative principali che si riferiscono agli alimenti e ai mangimi OGM:

- ◆ La prima contiene le regole per il rilascio deliberato di di OGM nell'ambiente (direttiva 2001/18/CE, che sostituisce la precedente dir. 90/220/CEE). Sotto questa direttiva, in vigore dal 17 ottobre 2002, sono stati approvati 18 OGM nell'Unione Europea, per diversi scopi (alcuni per coltivazione, alcuni per importazione e trasformazione, alcuni come alimenti, per l'uomo o per gli animali).
- ◆ La seconda è il Regolamento (CE) 1829/2003, che è in vigore dal 7 novembre 2003, che si applica agli alimenti e ai mangimi, e detta le nuove norme per l'autorizzazione all'immissione sul mercato degli OGM. La procedura prevede che le richieste di autorizzazione, corredate di un dossier, siano valutate dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare³ che ha 6 mesi di tempo per valutare la sicurezza del nuovo alimento. I mangimi non devono:
 - a) avere effetti nocivi sulla **salute umana**, la **salute degli animali** o **l'ambiente**;
 - b) fuorviare l'utilizzatore;
 - c) danneggiare o fuorviare il consumatore modificando negativamente le caratteristiche distintive dei prodotti di origine animale;
 - d) differire dal mangime che intendono sostituire in misura tale che il loro consumo normale sarebbe svantaggioso sul piano nutrizionale per gli animali o gli esseri umani.

Dopo una valutazione positiva da parte dell'Autorità, l'autorizzazione finale viene data dalla Commissione

- ◆ La terza è il Regolamento (CE) 1831/2003 concernente la tracciabilità e l'etichettatura di OGM e la tracciabilità di alimenti e mangimi ottenuti da OGM.

Le norme sull'etichettatura dei mangimi OGM:

- ✓ non si applicano ai mangimi che contengono materiali che contengono, sono costituiti o sono prodotti a partire da OGM presenti in una proporzione non superiore allo 0,9 % per mangime e per ciascun mangime di cui esso è composto, purché tale presenza sia accidentale o tecnicamente inevitabile. Per stabilire se la presenza di tale materiale sia accidentale o tecnicamente inevitabile, gli operatori devono essere in grado di dimostrare alle autorità competenti di aver preso tutte le misure appropriate per evitarne la presenza.

Sull'etichetta del mangime appaiono:

- ✓ la denominazione *«[nome dell'organismo] geneticamente modificato»* appare tra parentesi immediatamente dopo la denominazione specifica del mangime in questione, oppure
- ✓ la denominazione *«prodotto da [nome dell'organismo] geneticamente modificato»* appare tra parentesi immediatamente dopo la denominazione specifica del mangime.
- ✓ i) composizione,
- ✓ ii) proprietà nutrizionali,

3 http://europa.eu.int/agencies/efsa/index_it.htm

- ✓ iii) uso previsto,
- ✓ iv) implicazioni per la salute di certe specie o categorie di animali

Deve inoltre essere menzionata qualsiasi caratteristica o proprietà per le quali un mangime possa dar luogo a preoccupazioni di ordine etico o religioso.

Per assicurare la tracciabilità, gli operatori che immettono in commercio prodotti ottenuti da OGM sono tenuti a trasmettere per iscritto all'operatore che li riceve le seguenti informazioni:

- a) indicazione di ciascuno degli ingredienti dell'alimento ottenuti da OGM;
- b) indicazione di ciascuna delle materie prime o degli additivi del mangime ottenuti da OGM;
- c) nel caso di prodotti privi di elenco degli ingredienti, indicazione del fatto che il prodotto è stato ottenuto da OGM.

9. I PROBIOTICI IN ALIMENTAZIONE ANIMALE

I probiotici costituiscono un'area di crescente interesse scientifico nell'ambito degli alimenti funzionali o dei cosiddetti nutraceutici.

Gli **Alimenti funzionali** sono caratterizzati dall'aver livelli significativi di componenti biologicamente attive che promuovono benefici sulla salute o effetti fisiologici benefici indipendentemente dall'aver un ruolo nutrizionale. Possono essere:

- Alimenti tradizionali rivalutati per particolari caratteristiche funzionali
- Nuovi prodotti alimentari "arricchiti"
- Sviluppati per migliorare o incorporare componenti benefiche
- Carotenoidi e flavonoidi per neutralizzare radicali liberi
- acidi grassi n3 migliorano funzioni mentali, visive..
- Prebiotici/probiotici per migliorare la qualità della microflora intestinale

Probiotici:

Supplementi microbici vivi con benefico impatto sull'ospite attraverso una azione benefica sul tratto intestinale.

Colture liofilizzate utilizzate nella preparazione di prodotti caseari e yogurt

Riconosciuti effetti benefici sull'uomo.

Prebiotici:

Ingredienti alimentari non digeribili che agiscono a livello intestinale stimolando selettivamente la crescita e/o l'attività metabolica di un numero limitato di gruppi microbici importanti per il buon funzionamento dell'organismo.

Inulina riconosciute le sue caratteristiche funzionali

I probiotici sono preparazioni microbiche o componenti microbiche che hanno un effetto benefico sulla salute e sul benessere dell'ospite

Designa una categoria di additivi regolata da rigide normative CEE

Funzioni:

- RISTABILIRE L'EQUILIBRO DELLA FLORA INTESTINALE
- MIGLIORARE LA RESISTENZA A FENOMENI DI COLONIZZAZIONE E/O PREVENIRE FENOMENI DI DIARREA
- RIDUZIONE SISTEMICA DEL COLESTEROLO EMATICO
- RIDUZIONE INTOLLERANZA LATTOSIO
- RIDUZIONE ATTIVITÀ ENZIMATICA DANNOSA DEI BATTERI PATOGENI
- MIGLIORA ASSORBIMENTO DEL CALCIO
- MIGLIORA DIFESE IMMUNITARIE
- SINTESI VITAMINE

Il bersaglio diretto dell'azione di questi ingredienti è l'intestino ma indirettamente è l'intero organismo il beneficiario degli effetti. La funzione è quella di promuovere la proliferazione e l'equilibrio della composizione batterica che costituisce l'ecosistema intestinale. Il microbiota intestinale è costituito da centinaia di specie batteriche diverse, le cui molteplici attività metaboliche influenzano lo stato di salute dell'ospite. In condizioni di stress psico-fisici, alimentari, ambientali o in seguito all'assunzione di farmaci, si assiste ad uno sbilanciamento della microflora (**disbiosi**) che rende l'organismo suscettibile ai patogeni.

CAUSE E CONSEGUENZE DELLA DISBIOSI INTESTINALE



Per essere efficace un probiotico deve possedere le seguenti caratteristiche:

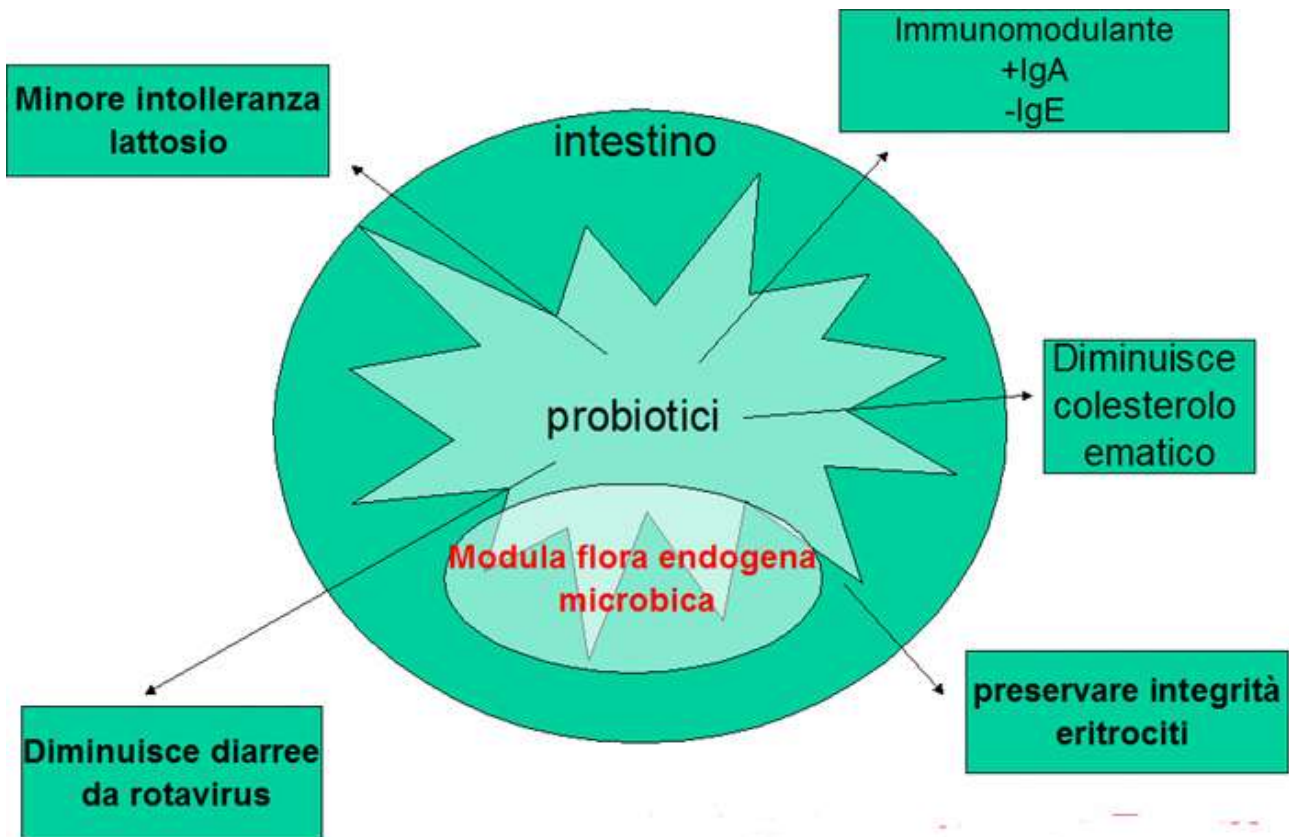
- RISPONDERE A REQUISITI ALIMENTARI
- SOTTOFORMA DI CELLULE VIVE IN NOTEVOLI QUANTITA'
- ESSERE STABILE E DISPONIBILE DURANTE LA CONSERVAZIONE
- SOPRAVVIVERE NELLE CONDIZIONI DI ACIDITA', PROLIFERARE E/O COLONIZZARE L'INTESTINO
- NON ESSERE PATOGENO, TOSSICO, MUTAGENO O CANCEROGENO (SIA COMPONENTI CELLULARI CHE PRODOTTI DI FERMENTAZIONE)
- ANTAGONIZZARE CON BATTERI PATOGENI ED ESSERE
- GENETICAMENTE STABILE
- RIPRODURSI ALL'INTERNO DELL'OSPITE

- AVERE UN EFFETTO BENEFICO SULL'OSPITE

Tabella 1. Esempi di comini probiotici e prebiotici

PROBIOTICI	
Lactobacilli	<i>L.acidophilus</i>
	<i>L.casei</i>
	<i>L.delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i>
	<i>L.reuteri</i>
	<i>L.brevis</i>
	<i>L.cellobiosus</i>
	<i>L.fermentum</i>
	<i>L.plantarum</i>
Cocci gram-positivi	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
	<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
	<i>Enterococcus faecium</i>
	<i>S.intermedius</i>
Bifidobacteria	<i>B.bifidum</i>
	<i>B.adolescentis</i>
	<i>B.animalis</i>
	<i>B.infantis</i>
	<i>B.longum</i>
	<i>B.thermophilum</i>
Miceti	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
	<i>Aspergillus niger</i>
	<i>A. oryzae</i>
PREBIOTICI	
FOS (fruttooligosaccaridi)	Inulina
	Oligofruttosio
	Neozucchero
GOS (galattooligosaccaridi)	Lattulosio
	Lattiolo

MECCANISMO D'AZIONE DEI PROBIOTICI



Il presupposto alla base dell'attività di un probiotico, è la resistenza all'attacco degli acidi a livello dello stomaco, che consente al *pool* batterico di conservare la vitalità, condizione indispensabile perchè esso possa esplicare un'azione a livello intestinale.

L'azione di **miglioramento dell'intolleranza al lattosio** è determinata dalla elevata attività β -galattosidasi dei lattobacilli, responsabile della conversione del lattosio in glucosio e galattosio.

Uno sviluppo interessante dei probiotici negli ultimi anni ha riguardato la loro capacità di influenzare vari meccanismi della risposta immunitaria, quali l'immunità umorale, cellulo-mediata e non specifica. Per quanto riguarda la risposta di tipo umorale, diversi studi hanno dimostrato che un trattamento con *L.casei* e *L.acidophilus* determinano un innalzamento della produzione di IgA, che migliora la funzione di barriera dell'intestino.

Un aspetto interessante della **modulazione del sistema immunitario** da parte dei probiotici è la loro capacità di influenzare la risposta mediata dalle cellule T nell'epitelio intestinale, attraverso la produzione di citochine. Inoltre è stato evidenziato che i lattobacilli sono in grado di stimolare l'attività dei macrofagi verso differenti specie di batteri. Presumibilmente l'effetto è determinato dall'assorbimento attraverso le pareti intestinali di un antigene solubile o dalla traslocazione di lattobacilli nel flusso sanguigno.

Un'importante applicazione dei probiotici avviene nell'ambito della prevenzione delle infezioni opportuniste conseguenti a terapie antibiotiche. Numerosi studi confermano che l'assunzione di probiotici in concomitanza a una terapia antibiotica è in grado di ridurre l'incidenza di infezioni opportuniste e di ripristinare, in tempi più rapidi, l'assetto fisiologico della micorflora intestinale. Probiotici quali i lattobacilli producono sostanze ad attività antibiotico-simile, che *in vitro* hanno

mostrato attività verso microrganismi patogeni, ma i dati disponibili a questo proposito sono contrastanti. L'efficacia è stata dimostrata nel ridurre la severità e la durata di diarree di origine virale in bambini, ma non esistono evidenze convincenti per quelle batteriche.

Un promettente sviluppo nell'ambito dei probiotici è la scoperta che il loro impiego possa influenzare positivamente il decorso di patologie infiammatorie e infettive dell'intestino e di disfunzioni correlate al malfunzionamento della barriera intestinale, o alla modificazione dell'assetto immunitario di questo apparato. È stato ipotizzato che il meccanismo coinvolto includa:

- 1) riduzione del pH intestinale attraverso la stimolazione della produzione di acido lattico da parte della microflora intestinale;
- 2) effetti diretti di antagonismo su microrganismi patogeni;
- 3) immunostimolazione.

AZIONI DEI PROBIOTICI

sull'animale

- SVILUPPO APP. DIGERENTE
- SVILUPPO DIMENSIONE DEI MICROVILLI
- SVILUPPO IMMUNITA' LOCALE
- RIDUZIONE DIARREE

sull'alimento

- DEGRADAZIONE CARBOIDRATI COMPLESSI
- PREVENZIONE ACIDOSI RUMINALE NEL PERIPARTO
- FORMAZIONE PROTEINE MICROBICHE

sull'ambiente

- RIDUZIONE ESCREZIONE AZOTATA
- EMISSIONE NH₃
- MIGLIORAMENTO FECI SUINO E VOLATILI

Inoltre l'uso di probiotici determina la diminuzione delle turbe digestive d'origine microbica che si instaurano nei periodi di maggiore stress, e di conseguenza una diminuzione dell'utilizzo di sostanze antibiotiche.

L'effetto *fattore di crescita* dei probiotici è il risultato di uno stato sanitario migliorato attraverso il controllo biologico della flora intestinale.

PROBIOTICI: SITUAZIONE NORMATIVA

I probiotici sono considerati additivi alimentari e per questo il loro uso è soggetto alle norme previste per gli altri additivi destinati all'alimentazione animale, in particolare il **regolamento 1831/03** (vedi allegato). Secondo questo regolamento i microrganismi come i probiotici fanno parte della categoria degli "additivi zootecnici" come "stabilizzatori della flora intestinale".

La normativa prevede requisiti specifici relativi all'etichettatura di questi additivi per mangimi:

- data di scadenza della garanzia o durata della conservazione a decorrere dalla data di fabbricazione,
- istruzioni per l'uso,
- numero di identificazione del ceppo, e
- numero delle unità che formano colonie per grammo.

L'autorizzazione a livello europeo di un probiotico viene concessa solo dopo un'attenta valutazione delle sue caratteristiche di efficacia e sicurezza. I criteri di valutazione per i microrganismi sono stati determinati dallo SCAN (*Scientific Committee for Animal Nutrition*) nel 2001.

L'obiettivo è quello di differenziare additivi chimici da micro-organismi ed enzimi e di fornire risposta a: necessità di efficacia e preoccupazioni di ordine sanitario (sicurezza, uomo, animale, ambiente).

Per la valutazione deve essere presentato un DOSSIER che fornisca le seguenti informazioni:

IDENTIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DELLE SOSTANZE ATTIVE

- dose di utilizzo
- incompatibilità, stabilità....

EFFICACIA

- effetti sulle produzioni animali
- effetti sulla qualità dei prodotti di origine animale

SICUREZZA DI IMPIEGO

- assenza produzione tossine o antibiotici
- tolleranza a 10 volte la dose impiegata

Effetto dei probiotici in alcune specie animali:

SUINI	
Migliorano le performance: crescita e conversione Alimentare Diminuita mortalità	Proposti in alternativa agli antibiotici Effetto barriera: antagonizzano con patogeni Diminuzione coliformi Risposta immunologica

SCROFE	
Bacillus toyoi Riduzione E. coli Riduzione diarre nei suinetti > n. svezzati	S. cerevisiae: > n. nati vivi > peso nidata > peso allo svezzamento della nidata

AVICOLI	
Migliorano le performance: crescita e conversione alimentare <u>nelle prime tre settimane di vita</u>	Riduzione di Salmonella Effetto barriera: prevengono colonizzazione di Salmonella Aumenta ovodeposizione circa 3%

PROBIOTICI E QUALITÀ DELLA CARNE: LIEVITI

Classificazione della carcassa nella qualità superiore (carne bovina e suina)

Declassificazione ridotta per le carni dei volatili

RUMINANTI

- Assunzione
- Crescita
- Produzioni
- Stato sanitario
- Stimolare la crescita e attività microflora cellulolitica
- Stabilizzare il pH e equilibrio flora microbica
- Favorire colonizzazione ruminale nel vitello in fase di svezzamento

Lieviti: possibili meccanismi d'azione

- nella coltura aumenta la crescita e utilizzo lattato *Selenomonas ruminantium*
- Attività respiratoria lieviti rimuove l'ossigeno
- Vitamine stimolano l'attività dei funghi cellulolitici
- aa prodotti dai lieviti stimola attività *Megasphera elsdenii* (> utilizzo ac. lattico)
- Peptidi stimolano la crescita dei batteri
- Stabilizza pH

10. LA PREVENZIONE DELLA CONTAMINAZIONE DA AFLATOSSINE E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO DEGLI ALIMENTI⁴

Nel nostro ambiente di coltivazione si riscontrano **livelli molto contenuti di contaminazione da aflatoSSine**, rispetto alle più importanti aree maidicole mondiali.

Tuttavia il peso nei nostri allevamenti della componente mais nella razione, gli elevati standard qualitativi richiesti dal mercato ed una legislazione europea molto restrittiva in materia (valori soglia di concentrazione nel mais e nel latte dieci volte più bassi rispetto agli USA) consigliano l'adozione di alcune procedure ed accorgimenti nelle fasi di coltivazione, di raccolta, di condizionamento e di conservazione, per abbattere ulteriormente la concentrazione di queste (ed altre) micotossine nel prodotto finale.

A) FASE DI COLTIVAZIONE

Aspergillus Flavus ed *Aspergillus Parasiticus* sono ubiquitari nel terreno, nei residui colturali, nei depositi di foraggi ed alimenti; la capacità del fungo di infettare la pianta di mais e le circostanze che inducono successivamente il fungo a produrre aflatoSSine in quantità elevata o trascurabile sono ampiamente determinati dalle condizioni ambientali (**picchi di temperatura molto elevati, andamenti stagionali caldo-umidi durante la maturazione**) e da tutte le comuni cause di stress grave o di squilibrio, che occorrono alla coltura lungo tutto il ciclo di coltivazione (**carenza d'acqua, attacchi parassitari, carenze o sbilanciamenti di elementi nutritivi**).

1. LA SCELTA DELL'IBRIDO NON È RISOLUTIVA

Riferendoci alla attuale gamma degli ibridi commerciali, non si hanno indicazioni circa l'esistenza di **differenze utili** per il grado di resistenza allo sviluppo della tossina.

Alcune caratteristiche morfologiche della spiga e della granella possono essere di qualche vantaggio nel contenere lo sviluppo del fungo:

- completa copertura della spiga e brattee consistenti, contro l'attacco di insetti ed altri patogeni;
- portamento non eretto della spiga in fase di maturazione, ad evitare la ritenzione dell'acqua piovana e la reidratazione della granella;
- granella meno suscettibile (per la forma e per la durezza dell'endosperma) alle rotture meccaniche che si verificano nei processi di raccolta
- essiccazione – movimentazione.

2. LA CARENZA D'ACQUA È LA CONDIZIONE PIÙ IMPORTANTE PER L'INFEZIONE DA ASPERGILLO

L'infezione primaria ed il successivo sviluppo del fungo trovano condizioni molto favorevoli in corrispondenza dei periodi più o meno lunghi nei quali la pianta si trova in stato di **stress evapotraspirativo** per inadeguato rifornimento di acqua e per temperature eccessive. Viene quindi richiesto da parte dell'agricoltore un **adeguato e regolare rifornimento di acqua alla coltura**.

3. L'ATTACCO DELLA PIRALIDE È UN FONDAMENTALE “FATTORE CONCOMITANTE” CON LA DIFFUSIONE DEL FUNGO E LA PRODUZIONE DI AFLATOSSINE

Le larve di prima generazione indeboliscono la pianta già nella prima fase di inizio levata; quelle di seconda generazione compaiono generalmente durante o appena dopo la fase di fecondazione, quindi si approfondiscono con lunghi tunnel in tutti gli organi della pianta, diffondendo l'infezione di vari funghi nello stocco e nei tessuti danneggiati della spiga e della granella. Larve di terza generazione sono state riscontrate nella stagione e nelle zone più calde, con sviluppo preferenziale sulla spiga. Le colture attaccate danno un prodotto con una

⁴ Da “Rischio di aflatoSSine nel latte: linee guida per la produzione e l'acquisto di alimenti zootecnici”, Quaderni della Ricerca 2001, Regione Lombardia.

quota elevata di granelli spezzati o danneggiati e polveri.

4. L'ANTICIPO DELLA RACCOLTA PREVIENE LA FASE PIÙ ATTIVA DELL'INVASIONE FUNGINA

Il mais conclude il riempimento della cariosside e raggiunge il massimo nella sostanza secca raccogliibile quando viene completata la formazione dello "strato nero" (**maturazione fisiologica**); in questo stadio la granella presenta una umidità intorno al 30-32%.

La successiva fase di perdita di umidità in campo, fino alla stadio di "**maturazione agronomica**", può avere diversa durata in relazione all'epoca di comparsa dello strato nero ed all'andamento stagionale.

La granella di mais, ormai isolata dalla pianta madre, diventa in questa fase estremamente suscettibile all'invasione da parte dei funghi. Il livello finale di concentrazione delle micotossine dipende molto, oltre che dal "potenziale inoculo del fungo" e dalle "condizioni di incubazione" (andamento climatico) anche dal tempo in cui il substrato (la granella di mais) è lasciata a "disposizione" del patogeno. Le indicazioni per l'agricoltore sono conseguenti:

- **Diminuire i tempi di permanenza in campo dopo lo strato nero**, accettando di raccogliere ad umidità ragionevolmente più elevata di quella consentita dall'ibrido o dall'andamento stagionale.

- **Evitare la post-maturazione in pianta** (perdita di umidità fino a valori prossimi all'umidità di conservazione) possibili con ibridi precoci già maturi in agosto ed, in minor misura, con ibridi di ciclo medio.

Nello specifico dell'aspergillo e delle aflatossine, l'umidità ottimale della cariosside per lo sviluppo del fungo è compresa tra il 16 ed il 20%: la raccolta del prodotto ad umidità non inferiore al 22-23% ed una immediata essiccazione garantiscono un abbattimento della potenziale carica di tossine.

5. UNA CORRETTA CONCIMAZIONE FORNISCE ALLA PIANTA MIGLIORI DIFESE

Un apporto sub ottimale di elementi nutritivi o uno sbilanciamento tra gli stessi (per errata tecnica di concimazione, cattiva lavorazione -strutturazione dei terreni, perdite, competizione con le infestanti, ecc.) è anch'esso correlato sia all'intensità dell'infestazione, sia alla produzione di tossina da parte del fungo.

L'agricoltore deve soprattutto considerare l'importanza di:

- fornire **una quantità adeguata di azoto**
- assicurare **una buona bilanciatura azoto/potassio**

B)FASE DI RACCOLTA, CONDIZIONAMENTO E STOCCAGGIO

1. UNA REGOLAZIONE PUNTUALE DELLA MIETITREBBIA RIDUCE ROTTURE E FESSURAZIONI DELLE CARIOSSIDI E PREPULISCE IL PRODOTTO DALLE PARTI A PIÙ BASSO PESO SPECIFICO

Una partita di mais che presenti molte rotture, lesioni e microfessurazione dei chicchi, costituisce un substrato più attaccabile dai funghi e di più difficile conservazione in fase di stoccaggio; i granelli invasi dal fungo sono frequentemente più piccoli (provengono dalla punta della spiga) più leggeri e più soggetti a rotture (anch'esse a basso peso specifico).

2. LA RIDUZIONE DELL'INTERVALLO DI TEMPO TRA LA RACCOLTA E L'ESSICCAZIONE PREVIENE UNA IMPORTANTE PROLIFERAZIONE SECONDARIA DEI FUNGHI.

Già nelle prime ore di attesa del prodotto umido sui carri o sui piazzali degli essiccatoi si attivano processi di ossidazione e di fermentazione, con sensibile perdita di sostanza secca ed aumento della temperatura della massa. Si innesca soprattutto una rapidissima proliferazione secondaria dei funghi con una capacità di invasione del prodotto proporzionale ai tempi di attesa, all'umidità della granella, alla temperatura esterna, all'altezza e

compressione dei cumuli. Diventa essenziale, sotto questo riguardo, un coordinamento tra produttori, aziende agromeccaniche ed essiccatori, per una stretta pianificazione dei conferimenti.

3. UNA UMIDITÀ FINALE DELLA GRANELLA, ADEGUATA ALLA TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO, ALLA DURATA DELLO STOCCAGGIO ED ALLE CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO IN ENTRATA È LA CONDIZIONE PRIMARIA PER INIBIRE OGNI ATTIVITÀ FUNGINA IN FASE DI CONSERVAZIONE

• **Una umidità di riferimento pari al 14%** (come indicato dall'attuale Contratto Nazionale 103) può essere considerata idonea in riferimento alle caratteristiche medie degli impianti, al tempo di conservazione ed alle condizioni climatiche dei nostri ambienti di produzione.

Umidità superiori, fino al 14,5-15%, sono tecnicamente sopportabili soltanto per impianti "più che ordinari" (con la possibilità di raffreddamento della massa o di atmosfera controllata in silos verticali) o per prodotti con livelli di acqua libera relativamente più bassi rispetto alla media (granella ad alto peso specifico con endosperma duro).

Una umidità prudenziale intorno al 13-13,5% è consigliata per impianti con minori possibilità di controllo del prodotto (impianti con conservazione in capannone o platea).

Infine, una umidità di garanzia intorno al 12-12,5% viene adottata quando esistono strette condizioni contrattuali con utilizzatori finali esigenti, oppure quando vengano stoccati prodotti a rischio per probabile presenza di aspergillus dal campo.

4. L'ELIMINAZIONE DELLE PARTI PICCOLE O LEGGERE PRESENTI NEL PRODOTTO (spezzati piccoli, polveri, farinelli, pule, ecc.) E LA RIDUZIONE DI MICROFESSURAZIONI E ROTTURA DELLE CARIOSIDI PERMETTE UN ABBATTIMENTO DIRETTO DEI LIVELLI DI MOCOTOSSINE ED UNA MIGLIORE CONSERVAZIONE DEL PRODOTTO

Al precedente punto 1 è stata brevemente enunciata la frequente correlazione tra livelli di "rotture" del prodotto e livelli di infestazione da funghi.

È quindi tra i compiti dell'essiccatore-stoccatore:

• **Eliminare dal prodotto le "parti piccole" e le "parti leggere"** utilizzando getti d'aria, vagli, griglie o metodi combinati "densimetrici" **ad ogni occasione di movimentazione della granella:**

– in fase di caricamento dell'essiccatoio;

– in fase di caricamento nei silos;

– in fase di consegna del prodotto all'utilizzatore finale.

• **Ridurre il più possibile le lesioni e le rotture che avvengono durante il processo di condizionamento, attraverso:**

– Aumento del tempo per raggiungere la temperatura di essiccazione della massa e per ritornare alla temperatura di stoccaggio, al fine di ridurre la percentuale di microfessurazioni (stress da cracking), sedi di insediamento dei funghi e causa di rotture nelle successive movimentazioni.

– Movimentazioni con elevatori e "fochinere" con tazze in gomma, minimo ricorso a coclee metalliche, attenuazione delle sollecitazioni cinetiche della granella in fase di carico e scarico dei silos (es. uso di attenuatori dell'altezza di caduta).

– Eliminazione dei "camini" di materiali fini, pulizia degli angoli morti negli impianti, prevenzione dei possibili punti di riscaldamento.

CONTROLLI IN ENTRATA:

1. Acquisto delle merci. La merce dovrebbe sempre essere acquistata sulla base dei "Contratti Unificati Generali Italiani". Si tratta dei contratti tipo, validi per le varie derrate (vedi Tab3), che stabiliscono le condizioni di contratto per ogni trattativa economica, specificando regole precise di comportamento delle parti contraenti relativamente a Qualità, Tolleranze e abbuoni, Reclami, Campionamento e analisi, Mancata osservanza dei termini di esecuzione, Luogo e modalità di consegna, Inadempienze, Cause di Forza maggiore e Clausola compromissoria. Si tratta di regole di base, volte alla qualità ed al controllo delle merci oggetto di transazione.

La merce acquistata, inoltre, deve sempre rientrare nella definizione di “**sana, leale e mercantile**”. Tutto ciò costituisce regola di base cui il mangimista o fornitore di alimenti zootecnici si dovrebbe attenere per effettuare gli acquisti di tutti i prodotti trattati sul mercato nazionale. Bisogna quindi conoscere i Contratti Tipo ed applicarli.

2. Controlli all’arrivo:

Pre-campionamento per accettazione – si tratta di un esame visivo della qualità della merce, della sua corrispondenza con l’ordine e per la eventuale presenza di frodi e stratificazioni macroscopiche.

Campionamento con sonda elettromeccanica, secondo le modalità indicate dalla legge per un controllo analitico principalmente sulla Sostanza Secca della derrata e, almeno ogni 3-4 arrivi, sulla presenza di micotossine (Kit come metodo di screening). Per alimenti in sacchi, o comunque confezionati, sarà necessario controllare che le confezioni siano integre, asciutte e intatte.

Scarico in fossa – se la merce viene accettata il camion potrà scaricare in fossa da cui la merce verrà convogliata ai silos di stoccaggio. Tuttavia anche in questa fase un controllo su inquinamenti, anche da insetti, o frodi da stratificazione (inserimento a strati di merce estranea quali carbonato di calcio, rocce calciche macinate, o comunque derrate diverse da quella ordinata) è necessario.

Possibilità di utilizzo alternativo di una derrata che solo dopo avvenuta accettazione sia rilevata come non conforme (procedura di non conformità o destinazione d’uso alternativo). Si tratta di disporre, anche dopo l’accettazione, di una possibilità di “deviazione” del carico su silos destinati a stoccaggio per uso alternativo, mediante coclee ed elevatori in grado di indirizzare diversamente il prodotto dalla destinazione definita in prima accettazione.

• STOCCAGGIO:

- 1. Stoccaggio in silos separati** e, per quanto possibile, dedicati.
- 2. Pulizia dei silos**, effettuata ad ogni nuovo carico con utilizzo di fumiganti.
- 3. Possibilità di areazione dei silos, sia naturale che forzata**, per quegli alimenti che possono essere a rischio di umidità eccessiva (es. cereale umido).
- 4. Condizionamento della merce** – riciclo del cereale con separazione del prodotto eventualmente inumidito o avariato (es. Formazione di “ponte” o di “cono centrale” impaccato, generalmente formato dalle rotture e polveri del cereale).

• MISCELAZIONE:

- 1. Disponibilità di linee di miscelazione e produzione separate per diversi prodotti finiti**, soprattutto in base alla loro destinazione.
- 2. Pulizia routinaria del miscelatore.**
- 3. Pulizia routinaria degli aspi**, tramite passaggio di miscelata di pulizia (in genere una miscela di orzo e carbonato di calcio o, meglio ancora, avena).

L’operazione di pulizia deve costituire una procedura precisa e ripetibile nei tempi stabiliti.

• TRASPORTO:

- 1. I mezzi adibiti al trasporto delle derrate e dei mangimi devono essere adeguatamente puliti secondo procedure di pulizia precise e ripetibili.** Gli operatori devono essere istruiti e responsabilizzati su questo argomento. In particolare è necessario effettuare una pulizia delle coclee e lo svuotamento dei pozzetti di scarico ad ogni trasporto ed un lavaggio settimanale del camion oltre alla corretta manutenzione dei mezzi ordinaria e straordinaria.

La possibilità di disporre di mezzi di proprietà del mangimificio costituisce punto qualificante relativamente alle condizioni di trasporto.

- 2. Prelievo di campioni in contraddittorio in partenza.**
- 3. Disponibilità al prelievo di campioni in contraddittorio all’arrivo** (su richiesta del cliente).

CONTROLLI E TRATTAMENTO DELLE FORNITURE IN ALLEVAMENTO PER CONTENERE IL RISCHIO DI INQUINAMENTO DA AFLATOSSINE

Anche in allevamento è necessario controllare la qualità degli alimenti acquistati, il loro

stoccaggio ed eventuale trattamento fino all' utilizzo finale.

Già abbiamo detto che è opportuno che l'allevatore definisca con il suo fornitore il limite massimo di contaminazione da AFB accettabile per gli alimenti acquistati (2-3 mg /Kg ovvero ppb?)

In particolare:

• **CONTROLLI IN ACCETTAZIONE:**

1. **Controllo di corrispondenza tra merce in entrata e ordine.**

2. **Controllo del cartellino che accompagna l'alimento.** È lecito anche chiedere trasparenza relativamente agli ingredienti utilizzati (per legge dovrebbero essere dichiarati e citati in ordine decrescente di quantità); ciò è importante, soprattutto per chi intenda acquistare mangimi e nuclei che non contengano materie prime ad alto rischio relativamente all'inquinamento da aflatossine.

3. **Prelievo di campione in contraddittorio alla consegna.**

4. **Controllo analitico saltuario concordato con il fornitore per presenza di Aflatossine.**

• **STOCCAGGIO:**

Anche in allevamento vanno osservate regole di stoccaggio adeguato relativamente a:

1. **Pulizia delle aree di stoccaggio** (es. portici) **e dei sili** (fumigazione, controllo di eventuali compattamenti, eliminazione dei residui sulle pareti, ecc.).

2. **Apertura del coperchio dei sili durante la notte nei periodi più caldi** per permettere la fuoriuscita dell'umidità eventualmente formatasi a causa del calore diurno.

• **MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DEGLI ALIMENTI:**

1. **Controllare quotidianamente tutti gli alimenti utilizzati in razione** per rilevare tempestivamente l'eventuale formazione di zone di muffa o comunque di prodotto avariato, per poterlo separare e non somministrare alle bovine in produzione.

METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO⁵

Le modalità di prelievo del campione rappresentano un passaggio fondamentale per ottenere un dato analitico corretto. Si può, infatti, eseguire alla perfezione l'analisi ma se il campione in esame non è rappresentativo si otterrà un dato che non rispecchia la realtà.

Le modalità corrette di campionamento sono state oggetto di una normativa che indica i passaggi, le quantità e le modalità di campionamento per l'analisi di micotossine⁶. Tuttavia, nella realtà aziendale, tale prassi, sicuramente molto corretta, non è di facile esecuzione sia per le difficoltà di attuazione, sia per la mancanza di mezzi tecnici ma soprattutto di tempo che tale metodo necessita. Per ottenere un buon campionamento bisogna innanzi tutto considerare la matrice che si vuole analizzare: è infatti diverso campionare una farina rispetto ad un unifeed.

L'omogeneità del campione di partenza è un buon presupposto per un campione significativo ma anche in questo caso vanno presi accorgimenti relativi all'omogeneità della partita.

Di seguito vengono riportati alcuni consigli per il campionamento di varie matrici.

Latte

È la matrice forse più facile da campionare in quanto è di per sé omogenea. L'accorgimento da adottare è quello di prelevare il campione sul latte di massa, se possibile dopo agitazione nel tank di raccolta, a fine mungitura.

Nel caso di prelievo individuale ricordarsi di prelevare il latte della mungitura complessiva evitando il latte dei primi getti e quello di sgocciolatura.

Pellet e sfarinati (farine, mangimi, ecc.)

5 Da "Aflatossine nel latte negli alimenti zootecnici: metodiche analitiche e anamnesi di allevamento", Quaderni della Ricerca 2001, Regione Lombardia.

6 DM 23.12.2000 recepimento Direttiva 98/53/CE, GU 9.2.2001, n. 33

Anche in questo caso la matrice è omogenea e l'attenzione va rivolta più alla significatività del campione nel senso che va valutato come avviene lo stoccaggio del campione. Farine insilate in silos verticali possono presentare differenze nel contenuto di micotossina se preleviamo il campione dal centro del silo o dai bordi, soprattutto se il silo presenta differenze nei vari punti d'umidità o di temperatura dovute all'esposizione (a nord, al sole, ecc.). In tal caso, infatti, si possono sviluppare funghi, e quindi micotossine, all'interno del silo ma solo in alcune parti e quindi il campione potrebbe non essere rappresentativo.

Sacchi di farine ammucchiati o cumuli di materia prima possono presentare punti critici per la presenza d'acqua piovana o eccessi d'umidità del terreno che potrebbero predisporre ad attacchi fungini in zone particolari.

Fieni

Rappresentano un tipo di campione abbastanza critico per la possibilità che la micotossina, se presente, si distribuisce in maniera diversa nello spessore della balla, in particolare se questa è tenuta in ambienti non riparati o con forte umidità. Il prelievo del campione dovrebbe essere fatto quindi prelevando piccole quantità di fieno nei diversi punti della balla (interno, esterno) e da diverse balle, se necessario.

Insilati

Nel caso d'insilati in trincea orizzontale (silomais) il prelievo dovrebbe essere rappresentativo di tutto il fronte di taglio, tenendo presente che il cappello può essere molto diverso dal centro o dalle porzioni laterali. Tuttavia bisogna ricordare che gli insilati in genere sono matrici che presentano solo in rari casi quantità espressive d'aflatossine.

Unifeed

È sicuramente una matrice critica per la forte disomogeneità che presenta. Vi sono notevoli differenze da campione a campione dovute alla composizione dell'unifeed e dalla percentuale d'insilato e fieni che lo costituiscono. Bisogna ricordare che la probabilità di trovare aflatossine è maggiore nei concentrati che rappresentano la parte a granulometria più fine dell'unifeed e quindi quella che maggiormente si perde nell'eseguire il campionamento.

Eseguire un campione veramente rappresentativo di unifeed è molto difficile considerato anche il fatto che solo una piccola parte del campione prelevato sarà destinato all'analisi.

Semi

Sono i più critici per le modalità con le quali la micotossina, se presente, si distribuisce nel prodotto. Non è improbabile, nell'ambito della stessa partita o dello stesso lotto, ottenere risultati analitici molto diversi ripetendo l'analisi: ciò è dovuto alla forte difficoltà di rendere omogeneo il campione prelevato per l'analisi e alla matrice stessa a volte molto critica per la presenza di grassi, di peluria, ecc.

Un aspetto importante del campionamento riguarda la quantità del campione che viene consegnata per l'analisi: campioni molto scarsi (sotto i 100 grammi) rischiano di non essere rappresentativi specie nei casi di matrici disomogenee; di contro quantitativi molto elevati (sopra i 500 grammi) creano grosse difficoltà al momento della miscelazione prima del prelievo per l'analisi rischiando una difformità del quantitativo prelevato.

La buona conservazione del campione dopo il prelievo è importante per garantire un buon risultato analitico. In genere tutti i campioni vanno tenuti in luogo fresco e asciutto fino alla consegna al laboratorio, se possibile in frigorifero, cosa peraltro necessaria nel caso del latte.

Il tempo che intercorre tra il prelievo e la consegna per l'analisi dovrebbe essere il più breve possibile e, comunque, non eccedere le 24-36 ore. In caso di tempi più lunghi potrebbe essere necessario provvedere al congelamento del campione previo accordo con il laboratorio.

11. L'ETICHETTATURA DEI PRODOTTI BIOLOGICI

Il nuovo regolamento europeo

Le misure specifiche relative all'etichettatura dei mangimi destinati agli animali allevati secondo il metodo di produzione biologico sono state introdotte solo recentemente dal Reg (CE) 223/2003 della Commissione del 5 febbraio 2003. Esse devono consentire ai produttori di identificare i mangimi che possono essere utilizzati a norma delle disposizioni relative al metodo di produzione biologico. L'indicazione facente riferimento al metodo di produzione biologico non dovrebbe essere presentata in maniera tale da metterla in maggiore risalto rispetto alla descrizione o al nome del mangime di cui rispettivamente alla direttiva 79/373/CEE del Consiglio, e relative modifiche.

Inoltre, il contenuto in materie prime ottenute da agricoltura biologica, il contenuto in prodotti in conversione all'agricoltura biologica e il contenuto complessivo nei mangimi di origine agricola dovrebbero essere indicati ed espressi in peso di sostanza secca per consentire ai produttori di rispettare le razioni giornaliere previste nell'allegato I, parte B, del regolamento (CEE) n. 2092/91.

Il principio in base al quale gli impianti utilizzati nelle unità che preparano mangimi composti per animali ottenuti dall'agricoltura biologica sono separati dagli impianti utilizzati nella stessa unità per preparare mangimi composti per animali convenzionali è considerato un mezzo efficace per impedire la presenza di sostanze o prodotti non autorizzati secondo il metodo di produzione biologico. È tuttavia prevedibile che l'attuazione immediata di tale disposizione possa avere un impatto economico rilevante sull'industria dei mangimi composti per animali in diversi Stati membri e quindi sul settore dell'agricoltura biologica. Per tale motivo, e per consentire alla filiera biologica di adeguarsi alla nuova regola delle catene di produzione separate, occorre prevedere la possibilità di derogare a tale disposizione per un periodo di cinque anni. Inoltre il problema deve essere riesaminato in maniera approfondita prossimamente sulla base di altre informazioni e dell'esperienza acquisita.

Nell'etichettatura dei mangimi si può fare riferimento al metodo di produzione biologico se il mangime risponde ai seguenti requisiti:

- i prodotti sono stati fabbricati, preparati o importati da un operatore assoggettato alle misure di controllo previste dal Reg. 2092/91
- i prodotti o le materie prime non sono state sottoposte a trattamenti tramite radiazioni ionizzanti
- le materie prime per mangimi provenienti dall'agricoltura biologica non entrino, in concomitanza con le stesse materie prime convenzionali, nella composizione del prodotto;
- le materie prime per mangimi provenienti da prodotti in conversione all'agricoltura biologica non entrino, in concomitanza con le stesse materie prime convenzionali, nella composizione del prodotto.

Il riferimento al metodo di produzione biologico avviene con le seguenti indicazioni:

a) **«da agricoltura biologica»** quando almeno il 95 % della sostanza secca del prodotti è costituito da materia(e) prima(e) per mangimi ottenuti da agricoltura biologica;

b) **«può essere utilizzato in agricoltura biologica, conformemente al regolamento (CEE) n. 2092/91»** per i prodotti che comprendono materie prime ottenute da agricoltura biologica e/o altre materie prime ottenute da prodotti in conversione all'agricoltura biologica e/o materie prime convenzionali, in quantità variabili.

Tale indicazione deve essere distinta dalle indicazioni previste dalla direttiva 79/373/CEE e non deve avere un colore, un formato o uno stile grafico che la pongano maggiormente in risalto rispetto

a queste.

Inoltre deve essere corredata da:

- ✓ una menzione indicata in peso di sostanza secca, riferita:
 - i. al contenuto in materia(e) prima(e) ottenuta(e) da agricoltura biologica;
 - ii. al contenuto in materia(e) prima(e) ottenuta(e) da prodotti in conversione all'agricoltura biologica;
 - iii. al contenuto totale dei mangimi di origine agricola;

- ✓ l'indicazione del nome e/o del numero di codice dell'autorità o dell'organismo di controllo cui è soggetto l'operatore che ha effettuato l'ultima operazione di preparazione;
- ✓ un elenco dei nomi delle materie prime per mangimi ottenute da agricoltura biologica;
- ✓ un elenco dei nomi delle materie prime per mangimi ottenute da prodotti in conversione all'agricoltura biologica.

LA CERTIFICAZIONE NEL SETTORE DEL BIOLOGICO

Legislazione

Il controllo sull'osservanza delle norme di produzione biologica richiede, in linea di massima, controlli in tutte le fasi della produzione e della commercializzazione.

Tutti gli operatori che producono, preparano, importano o commercializzano prodotti recanti indicazioni sul metodo di produzione biologico devono essere assoggettati ad un regime di controllo regolare, conforme ai requisiti minimi comunitari e effettuato da istanze all'uopo designate e/o da organismi riconosciuti e controllati; il Reg CEE 2092/91 regola la creazione e l'attività delle strutture di controllo necessarie per queste attività.

In particolare gli Stati membri sono stati chiamati ad instaurare un sistema di controllo gestito da una o più autorità di controllo designate e/o da organismi privati riconosciuti ai quali gli operatori che producono, preparano o importano da Paesi terzi i prodotti biologici debbono essere soggetti; il sistema di controllo deve comprendere quanto meno le misure di controllo e le misure precauzionali figuranti nel regolamento comunitario.

D'altro canto gli operatori che producono, preparano immagazzinano o importano da un Paese terzo i prodotti biologici, ai fini della loro commercializzazione o che commercializzano tali prodotti devono:

- notificare tale attività all'autorità competente;
- assoggettare la loro azienda al regime di controllo previsto.

Per l'attuazione del sistema di controllo affidato ad organismi privati, gli Stati membri designano un'autorità incaricata del riconoscimento e della sorveglianza di tali organismi; per il riconoscimento di un organismo di controllo privato sono presi in considerazione gli elementi seguenti:

- il piano tipo di controllo elaborato dall'organismo, contenente una descrizione particolareggiata delle misure di controllo e delle misure precauzionali che detto organismo s'impegna ad imporre agli operatori che controlla;
- le sanzioni che l'organismo prevede⁷;
- le risorse adeguate di personale qualificato e di attrezzature di carattere amministrativo e tecnico, nonché l'esperienza in materia di controllo e l'affidabilità;
- l'obiettività dell'organismo di controllo nei confronti degli operatori da esso controllati.

Quando un organismo di controllo è stato riconosciuto, l'autorità competente provvede a:

- garantire l'obiettività dei controlli effettuati dall'organismo di controllo;
- accertare l'efficienza dei controlli;

7 Cfr. Reg. 1935/95

- prendere conoscenza delle irregolarità e/o infrazioni accertate e delle sanzioni comminate⁸;
- revocare il riconoscimento di un organismo di controllo qualora questo non soddisfi i requisiti⁹.

L'autorità di controllo e gli organismi di controllo riconosciuti procurano che siano applicate, nelle aziende da essi controllate, almeno le misure di controllo e le misure precauzionali previste.

Ove sia accertata un'irregolarità nell'applicazione delle disposizioni devono far sopprimere le indicazioni previste per l'intera partita o per l'intera produzione interessata dall'irregolarità¹⁰; qualora venga accertata un'infrazione manifesta o avente effetti prolungati, devono ritirare all'operatore in questione il diritto di commercializzare prodotti con indicazioni concernenti il metodo di produzione biologico per un periodo da convenirsi con l'autorità competente dello Stato membro.

Dal 1° gennaio 1998, gli organismi di controllo riconosciuti devono soddisfare i requisiti di cui alle condizioni della norma EN 45011¹¹

Per le produzioni di carni, gli Stati membri assicurano che i controlli interessino tutte le fasi di produzione, macellazione, sezionamento, e eventuali altre preparazioni fino alla vendita al consumatore, onde garantire per quanto tecnicamente possibile la rintracciabilità dei prodotti.

LA PRODUZIONE DI MANGIMI BIOLOGICI

Come principio generale, il regolamento richiede che ci sia una **separazione spaziale** netta tra la produzione 'biologica' e la produzione di prodotti convenzionali:

- x nella linea produttiva
- x durante lo stoccaggio
- x durante il trasporto
- x tanto per le materie prime che per i prodotti finiti

“Unità di preparazione

Al momento della preparazione dei prodotti, l'operatore provvede affinché:

a) i mangimi ottenuti secondo il metodo di produzione biologico o da essi derivati, i mangimi in conversione all'agricoltura biologica o da essi derivati e i mangimi convenzionali siano fisicamente separati in modo efficace;

b) gli impianti utilizzati nelle unità che preparano i mangimi composti disciplinati dal presente regolamento siano completamente separati dagli impianti utilizzati per i mangimi composti non disciplinati dal presente regolamento.”¹²

In deroga a queste disposizioni, fino al 31 dicembre 2007, le operazioni possono essere svolte negli stessi impianti, purché:

- venga operata una **separazione temporale** e che prima di avviare la produzione dei prodotti disciplinati dal presente regolamento sia stata effettuata una pulizia adeguata, di cui sia stata

8 Cfr Reg. 1935/95

9 Cfr Reg. 1935/95

10 Cfr Reg. 1935/95

11 Norma UNI CEI EN 45011 del 26 giugno 1989: Requisiti generali relativi agli organismi che gestiscono sistemi di certificazione di prodotti.

12 Cfr. Reg. (CE) 223/2003

controllata l'efficacia (il mangimificio solitamente fa le pulizie al Sabato e la produzione biologica il Lunedì ed il Martedì);

- l'operatore sia obbligato a documentare tali operazioni;
- l'operatore garantisca l'applicazione di appropriate misure, in base alla valutazione del rischio, per garantire che i prodotti non conformi al regolamento non possano essere immessi sul mercato con indicazioni riguardanti il metodo di produzione biologico.

E' vietato l'impiego contemporaneamente, in uno stesso mangime, di un ingrediente da agricoltura biologica o 'in conversione' e da agricoltura convenzionale (es. orzo da agricoltura biologica e orzo convenzionale nello stesso mangime). In ogni caso le materie prime convenzionali usate devono essere **OGM FREE**. Mentre normalmente il livello di contaminazione accidentale da OGM in materie etichettate come "OGM free" è di 0.9%¹³, nei mangimi destinati a mangimi biologici il limite massimo di presenza di OGM è 0.1%. Alcuni organismi di controllo possono imporre livelli ancora più restrittivi (per esempio AIAB impone un limite di contaminazione di 0,0001%). In caso di riscontro di tracce OGM si ha una sospensione per 3 mesi della possibilità di vendere il mangime come biologico.

Nelle strutture di produzione di mangimi biologici esistono due punti particolarmente a rischio:

1. i **punti carico**, solitamente separati per le materie prime biologiche e non biologiche
2. la **buca scarico**, spesso unica per convenzionale e biologico, quindi potenziale punto di contaminazione

Non è ammissibile l'utilizzo di linee di lavorazione che prevedano la possibilità di produzione di prodotti medicati; i locali di stoccaggio e di lavorazione dei mangimi biologici devono essere chiaramente distinti dai locali di stoccaggio e lavorazione delle parti convenzionali.

Si suggerisce di utilizzare linee di lavorazione dedicate esclusivamente alla lavorazione del prodotto biologico ma, qualora ciò non sia possibile, di far precedere la lavorazione della partita biologica da operazioni di pulizia degli impianti tale da evitare la presenza di indesiderati residui.

Specificamente si richiede che prima della lavorazione delle partite biologiche sia fatta passare una partita di orzo/frumento biologico e/o sia garantito un adeguato scarto "di testa" di prodotto biologico tale da assicurare la "pulizia" dell'impianto.

In ogni caso la tendenza più diffusa tra gli allevatori in conduzione biologica è per l'utilizzo di prodotti aziendali, anche per l'elevato costo dei mangimi.

13 Cfr. Reg. (CE) 1829/2003

PER SAPERNE DI PIU' ...

Sui mangimi e sugli alimenti:

- ★ www.assalzo.it
- ★ <http://borsa.granariamilano.org/>
- ★ <http://erclib.vet.unibo.it/jb/bd/alimenti/cd/>

Per aggiornamenti nella legislazione europea:

- ★ Banca dati EURlex: www.europa.eu.int

<http://www.agricoltura.regione.lombardia.it>