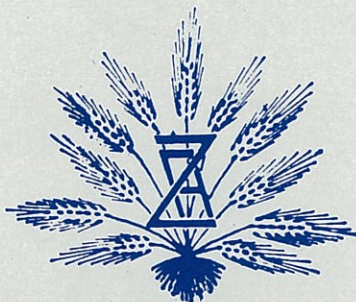


IL MAIS NELLA PRODUZIONE DEI MANGIMI

GIANFRANCO PIVA

GIORGIO RUSCONI



IL MAIS NELLA PRODUZIONE DEI MANGIMI

GIANFRANCO PIVA

GIORGIO RUSCONI

- Prof. Gianfranco Piva - Istituto di Scienze della Nutrizione, Facoltà di Agraria - Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza
- Dott. Giorgio Rusconi - Centro Ricerche per la Zootecnia e l'ambiente (Cezoo), Piacenza

L'esame degli aspetti legati all'impiego del mais nella produzione dei mangimi destinati all'alimentazione degli animali in produzione zootecnica risulta essere di notevole importanza in quanto esso rappresenta, almeno per i paesi sviluppati, la principale utilizzazione di questo cereale. In media, in questi paesi, circa l'85% del mais viene impiegato per l'alimentazione zootecnica, il 10% per l'alimentazione umana e la rimanente quota per impieghi industriali (estrazione dell'amido, produzione di etanolo, produzione di olio e di concentrati proteici dal germe, ecc.). Diversa la situazione nei paesi in via di sviluppo, nei quali oltre il 75% del mais risulta impiegato nell'alimentazione umana e solo la rimanente quota per l'alimentazione animale (Cinquetti 1987).

Classificazione

Zea mays L. è una specie che si caratterizza per un elevato polimorfismo, soprattutto per quanto riguarda la morfologia e le caratteristiche delle cariossidi. I principali parametri di valutazione sono dati dalla forma, dalla durezza e dal colore. Sulla scorta di questi criteri è possibile, sotto l'aspetto botanico, distinguere 7 gruppi varietali (Bonciarelli 1983, Baldoni e Giardini 1981, Cinquetti 1987).

Zea mays indentata (mais dentato o dent-corn): è la varietà più coltivata (in Italia rappresenta circa il 98% del mais coltivato). La cariosside presenta, a maturazione completa, una concavità dovuta ad una diminuzione di volume dell'endosperma per perdita di umidità. L'endosperma è corneo ai lati e farinoso nella zona della corona. La forma del seme è allungata e ap-

piattita mentre il colore può assumere diverse tonalità di bianco, giallo o rosso.

Zea mays indurata (mais vitreo o flint corn):
è una varietà a cariossidi tondeggianti con endosperma farinoso ricoperto da uno strato vitreo. Le sue potenzialità produttive sono inferiori rispetto alle varietà dentate, tuttavia essa riscuote un certo interesse in alcuni ambienti a causa delle minori esigenze colturali e di una buona precocità. I semi possono essere di diverso colore; le varietà a seme giallo sono ricche in caroteni e xantofille e quindi assai apprezzate in avicoltura. A questo gruppo appartiene il mais Plata argentino.

Zea mays tunicata (mais vestito o pod corn):
è una varietà primitiva; le cariossidi sono ricoperte da un involucro fibroso.

Zea mays everta (mais erompente o pop corn):
varietà primitive con cariossidi piccole, vitree, appuntite o tondeggianti. Sotto l'azione del calore le cariossidi tendono a scoppiare aumentando di volume ed assumendo una struttura bianca e porosa.

Zea mays amylacea (mais tenero o flour corn):
varietà a cariossidi grandi e non vitree; presenta una particolare costituzione dell'amido indotta per mutazioni genetiche, infatti il tenore in amilosio, che nelle varietà normali rappresenta circa il 25% dell'amido, in queste varietà arriva al 50-80%. Viene principalmente utilizzato a scopi industriali (estrazione dell'amido o produzione di alcool).

Zea mays ceratina (mais ceroso o waxy corn):
si caratterizza dalla mutazione waxy, che consente di

ottenere un amido costituito quasi esclusivamente da amilopectina. Le cariossidi sono bianco-giallognole o rossicce, vitree e raggrinzite. Viene utilizzato soprattutto a scopi industriali.

Zea mays saccharata (mais zuccherino o sweet corn): l'endosperma contiene elevate quote di carboidrati solubili in seguito alla parziale perdita della capacità di polimerizzare gli zuccheri da parte della pianta in seguito a mutazioni genetiche. Viene utilizzato in alimentazione umana, allo stadio di maturazione latteo-cerosa, ed a scopi industriali.

Dal punto di vista merceologico e mangimistico, è possibile distinguere tre gruppi principali di mais a seconda delle caratteristiche della granella: 1. mais a frattura farinosa; 2. mais a frattura semivitrea e 3. mais a frattura vitrea (tabella n. 1).

Tabella n. 1

Caratteristiche delle cariossidi nei diversi gruppi merceologici di mais

Tipo commerciale	Caratteristiche cariossidi	
Mais farinoso	Parte vitrea	55,0%
	Parte farinosa	23,0%
	Germe e crusca	22,0%
Mais semivitreo	Parte vitrea	62,0%
	Parte farinosa	20,5%
	Germe e crusca	17,5%
Mais vitreo	Parte vitrea	62,0%
	Parte farinosa	17,5%
	Germe e crusca	20,5%

Il mais farinoso, che è il tipico mais d'importazione denominato mais Yellow o ibrido giallo farinoso, presenta cariossidi dentate con endosperma farinoso. Esso viene prevalentemente utilizzato nell'alimentazione dei bovini e dei suini. Per quanto riguarda la sua composizione chimica (tabella n. 2), il tenore proteico generalmente risulta inferiore al 9% e la dotazione in xantofille inferiore a quella degli altri due tipi commerciali. Il tenore in caroteni dipende dalla colorazione delle cariossidi: le varietà a seme giallo hanno attività vitaminica A mentre quelle a seme bianco ne sono prive. La presenza di un elevato tenore in xantofille è ricercata quando si desidera ave

Tabella n. 2
Composizione chimica delle principali varietà di mais
utilizzate nella produzione di mangimi (dati sul tal
quale)

Parametro		Farinoso (mais Yellow)	Semivitreo (mais Plata)	Vitreo (mais Marano)
Acqua	%	13,50	13,00	11,50
Proteina gr.	%	8,50	9,50	10,20
Sostan. gr. gr	%	3,70	4,00	4,20
Cellulosa greg	%	2,50	2,00	1,90
Ceneri gregge	%	1,50	1,50	1,60
Amido	%	60,50	60,30	-
Zuccheri tot.	%	2,10	2,10	-
Lisina	%	0,24	0,29	0,20
Metionina	%	0,19	0,20	0,15
Triptofano	%	0,08	0,10	0,05
Treonina	%	0,32	0,33	0,31
Calcio	%	0,04	0,02	0,02
Fosforo	%	0,28	0,30	0,30
Ac. linoleico	%	0,07	0,08	-

Xantofille	ppm	20	40	45
UFL	/Kg	1,09	1,10	1,09
UFC	/Kg	1,08	1,11	1,11
ED suini	Kcal/Kg	3310	3440	3400
ED polli	Kcal/Kg	3097	3158	-
ED conigli	" "	3260	3300	-

Fonti: Assalzo 1989 (mais Yellow e Plata); Piccioni
1989 (mais Marano)

re una certa azione pigmentante come, ad esempio, nell'allevamento delle ovaiole e dei polli da carne in quanto i gusti dei consumatori sono maggiormente orientati verso uova dal tuorlo fortemente colorato e polli a pelle gialla.

Le varietà semivitree si caratterizzano da cariossidi poco dentate, tondeggianti e, in media, maggiormente colorate rispetto alle varietà farinose. Tipico rappresentante di questo gruppo è il mais Plata di produzione argentina. Esso presenta un tenore proteico generalmente superiore a quello del mais Yellow, in media 9-10%, ed una dotazione molto elevata in xantofille. Per questo motivo, il mais Plata è particolarmente utilizzato nelle miscele per pollame.

Infine vi è il gruppo dei mais vitrei, a cariossidi non dentata e frattura vitrea, fortemente colorata (tonalità arancione) e ad elevato tenore in xantofille e carotenoidi. Questo gruppo è rappresentato dai mais nazionali tipo "Marano", essi trovano la migliore utilizzazione come granaglia per le ovaiole.

Standard americani

Il Dipartimento dell'Agricoltura statunitense

ha stabilito dei criteri qualitativi per la regolazione del commercio del mais. In base a questi criteri vengono identificate diverse classi di prodotto e, per ognuna di queste classi, viene attribuito un punteggio (grado standard) da 1 a 5 a seconda della qualità del prodotto (tabella n. 3).

Tabella n. 3

Standard americani per i mais delle diverse classi
(gialli, bianchi o misti)

=====

Limiti massimi

Grado	Peso specifico (Kg/l)	Umidità (%)	Grani rotti o materie estranee (%)	Semi alterati	
				totali (1) (%)	danneggiati dal calore (%)
1	0,719	14,00	2	3	0,1
2	0,694	14,50	3	5	0,2
3	0,668	17,50	4	4	0,5
4	0,622	20,00	5	10	1,0
5	0,591	23,00	7	15	3,0

=====

(1) Separabili con un setaccio a fori di 4,76 mm (12/64 di pollice)

Il primo criterio di classificazione è dato dal colore della cariosside, in base ad esso vengono identificate tre classi di mais: mais giallo, mais bianco e mais misto. Per le prime due sono fissati anche limiti di tolleranza per la presenza di cariossi

di di diverso colore. Le tre classi di colore vengono, a loro volta, suddivise in mais farinosi, semivitrei o vitrei a seconda del tipo di frattura delle cariossidi.

Al grado standard deve essere aggiunta una nota nel caso in cui una partita sia "riscaldata", infestata da insetti o larve distruttive, abbia intenso odore di muffa, di acido (indice di intensa attività microbiologica) o di insetticida.

Controllo qualità

Il controllo della qualità delle materie prime utilizzate nella produzione dei mangimi sta assumendo sempre più importanza per il ruolo che può svolgere sia nel miglioramento dell'efficienza produttiva, sia nella tutela della salute del consumatore. Vi sono due grandi capitoli del controllo di qualità, riguardanti rispettivamente la qualità nutrizionale e quella igienico-sanitaria.

La valutazione della qualità nutrizionale è subordinata alla determinazione di alcuni parametri, fra questi abbiamo:

Peso specifico - è un parametro a volte trascurato, anche se di facile determinazione; tuttavia esso è molto importante in quanto sembra essere correlato, nell'ambito delle diverse varietà di cereali, al contenuto energetico (Piva et al. 1989).

Umidità - importante sia per gli aspetti legali che per la conservabilità del prodotto. La granella di mais, dopo la raccolta, viene essiccata in modo da ottenere un'umidità del 13-15% che consente una buona conservazione del prodotto. L'umidità della granella

dipende in primo luogo dalla temperatura e dall'umidità dell'ambiente (tabella n.4). In certe situazioni si può

Tabella n. 4

Effetto delle condizioni ambientali (temperatura e umidità) sul contenuto in acqua delle cariossidi di mais

Umidità relativa ambiente	Temperatura			
	15°C	27°C	38°C	60°C
0,20	7,8	6,5	6,0	5,0
0,35	10,0	9,0	8,0	6,2
0,55	12,0	11,0	10,2	8,5
0,70	14,0	13,0	12,3	10,3
0,80	16,0	15,0	14,2	12,1
0,90	19,5	17,8	16,5	14,6

(Inglett G.E. 1980)

avere un aumento di umidità tale da compromettere la conservabilità del prodotto (tabella n. 5). Infatti, all'aumentare del contenuto in acqua della granella si ha un aumento dello sviluppo di muffe con azione idrolitica sui grassi (aumento dell'acidità) e produzione di micotossine.

Accanto al contenuto totale di acqua, è importante conoscere il grado di "disponibilità" di tale acqua, definito dal parametro acqua libera (aw). La contaminazione fungina avviene più frequentemente con valori di aw compresi fra 0,61 e 0,85.

Proteine - il solo dato di proteina greggia non è certo

sufficiente a fornire una valutazione adeguata della quota proteica. Per definire la qualità di una proteina andrebbe effettuata l'analisi della composizione aminoac

Tabella n. 5
Alterabilità del mais a diversa umidità durante la conservazione

Umidità iniziale (%)	Acidità (g KOH/100 g)	Muffe (n x 10 ³ /g)
12,3	0,35	0,5
13,6	0,35	0,1
14,5	0,38	0,4
15,4	0,42	4,8
16,3	0,66	396,0
18,5	1,15	2.275,0
20,8	1,50	11.300,0
25,2	1,40	37.500,0

(Milner et al. 1947)

cidica. A questo riguardo va evidenziato che la composizione aminoacidica del mais non risulta equilibrata rispetto alla "proteina ideale" per i suini proposta dall'INRA (INRA 1984). Gli aminoacidi maggiormente squilibrati (tabella n. 6) sono la leucina, largamente in eccesso, e la lisina, il cui tenore nel mais risulta essere solo circa la metà di quello ottimale. Va ricordato, inoltre, che la disponibilità della lisina tende a diminuire durante lo stoccaggio e la conservazione del prodotto in seguito alle reazioni di Maillard. Per stimare l'entità

di queste reazioni, e quindi la quota di lisina non disponibile, si può determinare il tenore in furosina, prodotto intermedio delle reazioni di Maillard.

Tabella n. 6

Composizione aminoacidica del mais e di una proteina ideale per suini in crescita (dati in % delle proteine)

Aminoacidi	Mais farina		Proteina ideale	
	-----INRA-----			
	lisina = 100		lisina = 100	
Lisina	2,70	100	4,70	100
Metionina + Cistina	4,30	156	2,94	60
Treonina	3,50	128	2,94	60
Triptofano	0,60	24	0,88	18
Isoleucina	3,80	140	2,94	60
Leucina	12,50	452	3,53	72
Istidina	2,80	104	1,18	26
Valina	5,10	184	3,24	70
Fenilal. + Tirosina	9,40	340	4,70	100

(Piva e Morlacchini 1990)

Lipidi o estratto etereo - oltre al dato relativo all'estratto etereo fornito dal metodo Soxhlet, è importante la determinazione dei grassi insaponificabili, in quanto il valore energetico dell'estratto etereo è legato agli acidi grassi (sostanze saponificabili) e non alla quota insaponificabile (pigmenti, cere, steroli, resine, ecc.). Sui grassi possono inoltre essere effettuate numerose analisi allo scopo di definirne la qualità; fra

queste ricordiamo la composizione in acidi grassi, acido linoleico in particolare; il numero di iodio; l'acidità, anche come indice di buona conservazione ed il numero di perossidi.

Fibra grezza o cellulosa greggia - questo parametro non assume molta importanza nel caso del mais visti i bassissimi tenori presenti nella granella.

Ceneri o ceneri gregge - mediante incenerimento si determinano le sostanze minerali presenti. Sulle ceneri è possibile determinare le "ceneri insolubili in HCl" (costituite soprattutto da silice, quale espressione di inquinamento da residui terrosi).

Zuccheri - è possibile la determinazione degli zuccheri totali e riduttori.

Amido - questo parametro ha assunto notevole importanza in questi ultimi anni. Il metodo ufficiale è per via polarimetrica. L'amido crudo di mais presenta una lenta fermentescibilità ruminale ed una non completa digeribilità intestinale.

Elementi minerali - la determinazione di macro- e microelementi, grazie alla spettrometria di assorbimento atomico, è oggi abbastanza semplice, tale tecnica consente anche l'analisi di metalli tossici (Pb, As, Cd, Hg, Cr, ecc.).

Analisi con la tecnica N.I.R.A. - l'analisi per riflessione nel vicino infrarosso (Near Infrared Reflection Analysis, NIRA), pur essendo una tecnica relativamente giovane, ha trovato negli ultimi anni applicazioni nei settori più vari ed in particolare in quello dell'analisi degli alimenti. Essa consente la de

terminazione rapida di parametri quali: umidità, proteine, grassi, fibra, amido e zuccheri. Questa tecnica si presta molto bene al controllo routinario di qualità in tempi reali.

Dal punto di vista nutrizionale, le caratteristiche che un mais ottimale dovrebbe presentare sono: buon livello proteico, composizione aminoacidica equilibrata (lisina e leucina in modo particolare), elevata disponibilità della lisina, buon contenuto in caroteni ed in sostanze pigmentanti (xantofille), composizione dell'amido (rapporto amilosio/amilopectina) tale da garantire la migliore utilizzabilità da parte degli animali.

Controllo della qualità igienico-sanitaria

Praticamente tutti gli elementi contengono sostanze indesiderate sia naturali che non. L'ingestione di certi alimenti contenenti sostanze nocive induce in taluni casi intossicazioni croniche ed in altri altera il metabolismo, riducendo l'efficienza alimentare e la velocità di crescita; può inoltre comportare residui e rischi per l'uomo. Le principali categorie di sostanze dannose sono i fattori antinutrizionali intrinseci e quelli estrinseci. Nel caso del mais, i fattori antinutrizionali intrinseci, cioè quelli naturalmente presenti in quanto codificati geneticamente, assumono relativamente poca importanza, ad eccezione dei fattori anti-vitamina PP e dello squilibrio leucina/isoleucina, rispetto ad altri alimenti come la soia, il cotone, la manioca, ecc.

Nel mais, gran parte della niacina è presente in forma legata a macromolecole (polisaccaridi, glico

peptidi) che ne compromettono la disponibilità per le specie monogastriche. Solo il 10% della niacina presente sarebbe disponibile per suini e polli (Kodicek 1976).

Molta più preoccupazione destano invece i fattori antinutrizionali estrinseci, cioè quelli legati a contaminazioni accidentali degli alimenti. I più importanti di questi sono senza dubbio le micotossine: queste, come è noto, sono metaboliti fungini tossici per gli animali e per l'uomo. Nonostante siano note più di 200.000 specie fungine, solo alcune sono pericolose. La diminuzione del valore nutritivo degli alimenti e gli episodi di micotossicosi degli animali allevati sono prevalentemente causati dallo sviluppo di varie specie di Aspergillus, Fusarium e Penicillium. Teoricamente nessun prodotto, specie se conservato, è esente da contaminazioni fungine: questi microrganismi sono ubiquitari e richiedono per la loro crescita solamente acqua, ossigeno ed un substrato idoneo. Tra le condizioni che favoriscono la crescita fungina e la sintesi di micotossine, ha particolare importanza il contenuto di umidità del prodotto (tabelle nn. 5 e 7).

I funghi e le micotossine da essi prodotte influenzano il valore nutritivo dell'alimento contaminato, le performances degli animali ed il loro stato sanitario. Le perdite di E.M. nel mais vanno dal 5 al 25% a seconda della specie fungina e dell'entità del deterioramento. Lo sviluppo di muffe determina inoltre la distruzione delle vitamine lipo- ed idrosolubili ed una forte riduzione dell'appetibilità dell'alimento. Le principali micotossine che si possono ritrovare nel mais sono le aflatossine (B1, B2, G1, G2), l'acido penicillico, la citrinina, le ocratossine (A, B, C), le rubrotossine (A, B), i tricoteceni, lo

zearalenone e la sterigmatocistina.

Tabella n. 7

Rapporti fra tenore in acqua libera (aw) e produzione di micotossine

Valore minimo di aw per:

Fungo	Micotossina	Crescita fungina	Produzione micotossine
<u>A. flavus</u>	Aflatossine	0,78	0,84
<u>A. parasiticus</u>	Aflatossine	0,80-0,82	0,83-0,87
<u>A. ochraceus</u>	Ocratossine	0,77-0,83	0,83-0,87
<u>P. cyclopium</u>	Ocratossine	0,81-0,85	0,87-0,90
<u>P. viridicatum</u>	Ocratossine	0,83	0,83-0,86

(Piva et al. 1989)

Un indice quantitativo della contaminazione fungina è il tenore in ergosterolo, sostanza scarsamente presente nelle cellule delle piante e dei batteri, ma di cui è abbondantemente dotata la membrana citoplasmatica dei miceti (Newell et al. 1988).

Oltre alle contaminazioni fungine, possiamo avere inquinanti da parassiti animali, batteri, semi o parti di piante velenose e pesticidi.

I danni prodotti dagli insetti sono legati alla presenza di escrementi e di parti del loro corpo ed alla attività distruttrice nei confronti delle cariossidi. Gli insetti responsabili di questi danni possono essere sia Coleotteri (adulti e larve) che Le-

pidotteri (larve); essi possono essere distinti a seconda che siano in grado di svolgere un'attività distruttrice "primaria", cioè se possono attaccare la granella intera, o "secondaria" se invece necessitano della presenza di cariossidi danneggiate o spezzate, o addirittura di farina.

Per intervenire efficacemente è necessario conoscere in modo approfondito il loro ciclo riproduttivo e le loro abitudini. I mezzi a disposizione per la loro lotta si possono classificare in 5 gruppi:

1. agenti disidratanti
2. agenti meccanici
3. mezzi tecnologici
4. agenti fisici
5. agenti chimici

Il sistema di gran lunga più usato è quello chimico mediante fumiganti o insetticidi di contatto. Poichè l'attività di difesa operata da questi agenti abbia esito favorevole è necessario comunque che venga attuata in tre fasi successive: pulizia dei locali; disinfestazione dei locali vuoti e disinfestazione delle merci durante l'immagazzinamento.

Tra i Coleotteri, i Blattoidei occupano un posto di particolare importanza, non solo quali agenti contaminanti diretti, ma anche quali vettori di organismi in gran parte simbiotici, ma spesso patogeni, appartenenti ai Protozoi, Elminti, Funghi e Batteri.

Per la rilevazione e la misura delle infestazioni da parte degli insetti vi sono diversi metodi. Innanzitutto è possibile valutare la presenza

di metaboliti presenti in elevata quantità nelle feci degli insetti, come ad esempio l'acido urico (Brown et al. 1982). Inoltre, anche per questo tipo di determinazione, è stato messo a punto un metodo che utilizza un analizzatore NIRA; ma è soprattutto la tecnica del filth-test quella che da i migliori risultati.

Fra i vettori di agenti patogeni, i roditori svolgono un ruolo rilevante, oltre al danno diretto che essi provocano.

In fase di raccolta si possono verificare contaminazioni da semi o parti di piante tossiche; tuttavia le tecniche di vagliatura tendono a ridurre al minimo i rischi derivanti da questo tipo di contaminazione e quindi, di norma, esso non rappresenta un problema rilevante.

Trattamenti tecnologici

L'evoluzione delle tecniche di alimentazione, particolarmente indirizzata a migliorare il rendimento di utilizzazione delle razioni, ha permesso la messa a punto di trattamenti fisici o fisico-chimici in questo senso. Gli obiettivi perseguiti sono riportati in tabella n. 8.

In generale, i trattamenti tecnologici consentono di migliorare l'utilizzazione degli alimenti da parte degli animali aumentando la digeribilità, l'indice di conversione, l'appetibilità e riducendo le perdite di conservazione ed il contenuto in sostanze indesiderate (A.F.I.A. 1985)

Tabella n. 8

Effetti dei trattamenti tecnologici dei cereali

1. Variazione della dimensione delle particelle
2. Variazione del contenuto di umidità
3. Variazione della densità
4. Migliore appetibilità
5. Migliore digeribilità dei principi alimentari
6. Azione detossificante
7. Migliore conservazione
8. Migliori risultati economici

I trattamenti fisici a cui possono essere sottoposti i cereali si distinguono in meccanici e termici; tuttavia, in genere, essi non sono disgiunti ma variamente combinati. Fra i trattamenti meccanici possiamo ricordare i processi macinazione, pellettatura e rullatura a secco. Nel corso di questi, al prodotto viene applicata un'energia di tipo meccanico che si trasforma parzialmente, a seconda del tipo di trattamento, in energia termica.

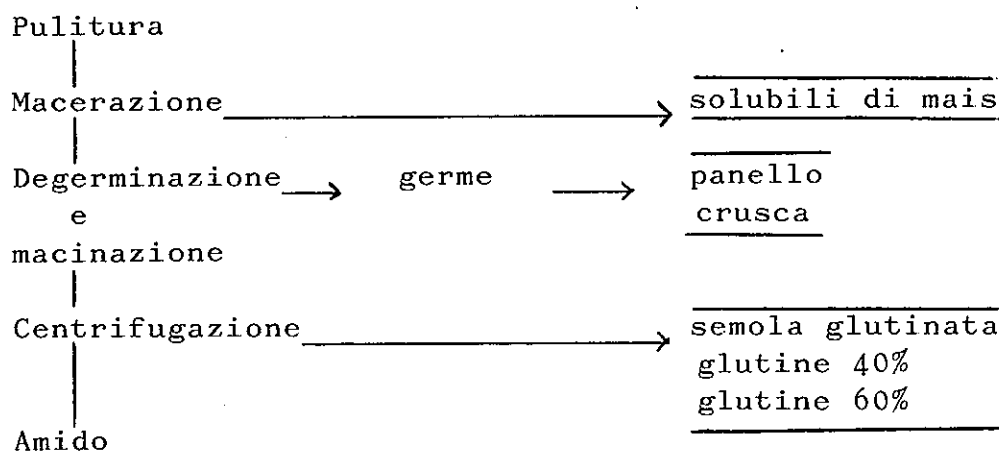
Nei trattamenti termici, l'energia può essere fornita direttamente sotto forma di calore secco, di calore umido o di energia radiante. In questo secondo gruppo di trattamenti possiamo ricordare la fioccatura, l'espansione, l'estrusione e la micronizzazione.

Macinazione - Esistono due tipi di macinazione, a secco oppure ad umido; in generale, la maggior parte del mais utilizzato dall'industria mangimistica viene sottoposto a macinazione a secco. Dalla macinazione ad umido, effettuata prevalentemente per la produzione di amido, si ottengono alcuni sottoprodotti di interesse mangimistico (schema n. 1).

Dal processo di macinazione a secco, dopo le fasi preliminari di pulitura e di degerminazione, da cui derivano crusca e pannello (dall'estrazione dell'olio), si ottengono sfarinati di diversa granulometria che trovano utilizzazione in alimentazione animale ed umana. I diversi tipi sono: 1. Spezzati grossi od "homini" (da 3,5 a 5,4 mm), utilizza

Schema n. 1

Sottoprodotti del mais di interesse mangimistico ottenibili dalla macinazione ad umido (schema semplificato)



ti, in alimentazione umana, per la produzione di "corn flakes" e dall'industria mangimistica; 2. Spezzati medi (da 1,6 a 3,4 mm) a destinazione mangimistica; 3. Spezzati fini o "grits" (da 0,3 a 1,6 mm) utilizzati nelle distillerie; 4. Semole e farine, a granulometria più fine ed utilizzate soprattutto in alimentazione umana per polenta e prodotti da forno. La resa di macinazione dei diversi tipi di sfarinati dipende dalla varietà del mais; le varietà semivitree (mais Plata) hanno maggior resa in spezzati grossi e mi-

nore in farine rispetto alle varietà farinose (tabella n. 9).

Pellettatura - Questo trattamento consiste nel passaggio, sotto pressione, dell'alimento attraverso una filiera con fori di dimensioni variabili da pochi millimetri a un centimetro circa di diametro. La pellettatura può essere effettuata a secco oppure a vapore; la prima sembra dare i maggiori vantaggi biolo-

Tabella n. 9

Resa di macinazione del mais a frattura semivitrea e farinosa

=====		
Granella a frattura		
	semivitrea	vitrea

spezzati grossi	44	35
spezzati medi	19	19
spezzati fini	11	7
totale parziale74	61

farine	11	22
totale parziale11	22

crusca	10	12
germe	5	5
totale parziale15	17

TOTALE	100	100
=====		

(Pozzi 1989)

gici, ma ha come svantaggio una produttività assai bassa. I trattamenti di pellettatura a vapore consentono di aumentare la produzione oraria, la durezza del pellet e ridurre la friabilità. E' quest'ultima la modalità di trattamento corrente nell'industria mangimistica. Oltre ai vantaggi di ordine tecnologico (eliminazione della demiscelazione, minore polverulenza, minori problemi di trasporto e di stoccaggio, ecc.) la pellettatura, mediante l'effetto combinato della pressione e della temperatura si attua una certa gelatinizzazione dell'amido e quindi una sua migliore utilizzazione digestiva da parte degli animali.

Rullatura a secco - Consiste nella compressione delle cariossidi in speciali rulli. Può essere effettuata a secco oppure preceduta da vaporizzazione. Nella rullatura a secco si ottiene un prodotto spezzato grossolanamente con particelle di dimensioni variabili a seconda della distanza e della velocità di rotazione dei rulli, dell'umidità delle cariossidi e della velocità del flusso della granella.

Fioccatatura - E' un processo termico seguito da un trattamento meccanico più o meno intenso. Le cariossidi intere o spezzate, parzialmente reidratate o non, vengono sottoposte all'azione del vapore a pressione variabile (con una atmosfera si ha il trattamento di rullatura a vapore mentre con due atmosfere la fioccatatura vera e propria) e successivamente a rullatura. Questo ultimo trattamento non determina la rottura delle cariossidi ma conferisce il tipico aspetto laminare dei fiocchi. Con la fioccatatura si ottiene una parziale gelatinizzazione dell'amido (30-50%) ed un miglioramento della digeribilità della s.s. e del valore nutritivo di circa il 4-5% (Bonsem-

biante 1983). Piva et al. (1979) hanno studiato l'effetto della fioccatore sulla cinetica dell'amilolisi, evidenziando che il trattamento (tabella n. 10) consente di aumentare, anche in modo sostanziale, la quota di amido facilmente idrolizzabile.

Espansione - L'espansione o "popping" consiste in un processo a secco nel quale il mais passa per breve tem-

Tabella n. 10

Effetto del trattamento di fioccatore sui parametri di amilolisi del mais (% s.s.)

=====

Parametri di amilolisi (*)			
	V_i	V_f	F
Controllo	0,61	0,05	6,01
Fioccatore	8,72	0,82	51,05

=====

(Piva et al. 1979)

(*) V_i = velocità iniziale dell'amilolisi valutata a 5' e desunta dalla quantità di amido solubilizzata nei primi 5' di idrolisi.

V_f = Velocità finale di idrolisi, rappresentata dalla quantità di amido solubilizzato fra i 60' ed i 120', in una entità di tempo convenzionale di 5' ognuna.

F = Frazione di amido facilmente idrolizzabile.

po, da 50 a 60 secondi, attraverso un ciclone d'aria surriscaldata a circa 280°C. In seguito a tale tratta-

mento, una quota elevata di cariossidi scoppia ed aumenta considerevolmente il proprio volume. In questo caso il granulo d'amido verrebbe fessurato senza subire una vera e propria gelatinizzazione; si avrebbe comunque un notevole aumento di sensibilità all'azione enzimatica (Mercier 1977).

Estrusione - Questo trattamento sfrutta tutte le forze fisiche necessarie per la demolizione dell'amido: reidratazione (fino a valori di umidità compresi fra il 25 ed il 30%), calore (superiore a 120°C), pressione, torsione e trazione. Il prodotto che si ottiene si presenta soffice e spugnoso e con un maggior valore nutritivo rispetto alla granella di partenza. I costi di questo trattamento risultano piuttosto elevati.

Micronizzazione - Il trattamento a radiazioni infrarosse, la cosiddetta micronizzazione, utilizza come sorgente di raggi infrarossi una batteria di ceramiche refrattarie scaldate da bruciatori a gas. Queste radiazioni accrescono la temperatura interna delle cariossidi determinando la vaporizzazione dell'acqua e l'aumento della pressione interna. Le cariossidi così trattate vengono poi schiacciate attraverso rulli e quindi convogliate ad un ciclone di raffreddamento. Anche questo trattamento induce un aumento della sensibilità all'azione degli enzimi digestivi. Un limite della micronizzazione è la formazione di una quantità notevole di polvere durante le diverse fasi della lavorazione, trasporto e distribuzione agli animali.

Altri trattamenti che possono essere effettuati alla granella di mais sono la tostatura, l'imbibizione o rinvenimento, la ricostituzione, l'esplo

sione, la cottura a pressione e l'alcalinizzazione.

B i b l i o g r a f i a

1. American Feed Industry Association (A.F.I.A.) (1985) - "Feed manufacturing technology III", Kansas State University.
2. Assalzo (1989) - "Tabelle nutrizionali di mangimi semplici".
3. Baldoni R., Giardini L. (1981) - "Coltivazioni erbacee", Patron Ed., Bologna.
4. Bonciarelli F. (1983) - "Il mais", 75-109, Liviana Ed., Padova.
5. Bonsembiante M. (1983) - "Il mais", 389-456, Liviana Ed., Padova.
6. Brown S.M., Abbot S., Guarino P.A. (1982) - J.Assoc. Off.Anal. Chem., 65:270.
7. Cinquetti M. (1972) - "L'industria del mais", Chiriotti Editori, Pinerolo.
8. Kodicek E. (1976) - Bibl. Nutr. Dieta 23:86.
9. Inglett G.E. (1980) - International Symposium "Recent Progress in Food Science and Technology".
10. INRA (1984) - "L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles", INRA Ed., Parigi.
11. Mercier C. (1977) - Bull. Enseign. Tech., 278:79.

12. Milner M., Christensen C.M., Geddes W.F.(1947) - Cereal Chem., 24:182.
13. Newell S.Y., Arsuffi T.L., Fallon R.D. (1988) - Appl. Environ. Microbiol., 54:1876.
14. Piccioni M. (1989) - Dizionario degli alimenti per il bestiame, Edagricole, Bologna.
15. Piva G., Amerio M., Beghian M. (1979) - Tec. Molitoria, 30:497.
16. Piva G., Pietri A., Morlacchini M. (1989) - The 1st Pan Arab Conference on Feed Processing Technology and Specialized Exhibition, Tripoli 8-11/10/1989.
17. Piva G., Morlacchini M. (1990) - Atti XIII Giornata di Lavoro Filozoo Rhone-Poulenc, 7-36.
18. Pozzi G. (1989) - Inf. Agr., 45 (6):37.