



AGRISICILIA

mensile del sistema agricolo, agroindustriale e forestale siciliano

**speciale cereali alta qualità
nuove prospettive per il mercato**

intervista

Nino Marino, Uila Sicilia: forestali e caporalato due leggi da rivedere

attualità

il "limone caviale", l'agrume per gli chef raffinati e stellati

**COPIA
OMAGGIO**
PER ABBONARTI RITAGLIA E USA
IL BOLLETTINO ALL'INTERNO



**Symposium internazionale sul pomodoro
a Comiso si confrontano Italia e Spagna**



4 Editoriale

ATTUALITÀ

5 Nino Marino, Uila Sicilia: forestali e caporalato due leggi da rivedere



7 Il pomodoro in Spagna e in Italia: focus del Symposium internazionale



11 La variante IL23 del virus TYLCV minaccia le serre di pomodoro

15 Biostimolanti, un incontro con le aziende per comprendere meglio questo settore

16 La sfida dei cereali di alta qualità, grano per mercati in evoluzione

20 Frumento duro, fino a 200 euro ad ettaro per chi sottoscrive un contratto di filiera

23 Liturgia e tradizioni a Grammichele per la Giornata del Ringraziamento

24 Il "limone caviale", l'agrume per gli chef raffinati e stellati



28 Gal Madonie, nel 2023 l'obiettivo è il miglioramento della resilienza



31 Uva da tavola, in Puglia e Sicilia una convention internazionale

34 Gravi danni sulla costa iblea per il nubifragio di novembre



36 Dal deserto messicano il guayale per la svolta green dell'Eni di Gela



39 Nuova strategia di lotta ai nematodi, Syngenta a Vittoria presenta Tervigo

41 Da Fertenia il nuovo Natural Wax, il lancio durante il meeting greco

Bandi

42 Bando da 500mila euro in Sicilia per apicoltori, associazioni e coop

43 News dalle province

TECNICA

47 Introdurre la crusca di frumento duro nelle razioni alimentari dei ruminanti



56 Lotta ai nematodi, allo studio le modalità d'uso della *Calotropis procera*

Introdurre la crusca di frumento duro nelle razioni alimentari dei ruminanti

il sottoprodotto dell'industria molitoria costa poco e contiene polifenoli che migliorano i prodotti finali degli allevamenti

di

Antonino Di Grigoli, Francesca Vitale, Adriana Bonanno

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

Il frumento è una delle specie erbacee maggiormente coltivate in Italia; nella parte settentrionale della penisola prevale la coltivazione del frumento tenero, mentre nelle regioni meridionali è molto diffusa la coltivazione del frumento duro. La Sicilia è la seconda regione, dopo la Puglia, per produzione di frumento duro che, secondo i dati forniti dall'ISTAT per il 2017, è stata pari a 874.116 t ottenute in 287.825 ha di superficie investita.

Il prodotto principale della coltivazione del frumento duro è la cariosside, costituita per il 14-17% dal pericarpo e dai tegumenti seminali (involucro), per il 2-3% dall'embrione e per l'80-83% dall'endosperma. Sia l'embrione, molto ricco di lipidi, che gli strati esterni della cariosside vengono allontanati durante il processo di raffinazione. La separazione dell'embrione si effettua per garantire la conservazione del prodotto, in quanto l'elevato contenuto in acidi grassi del germe può determinare fenomeni d'irrancidimento. L'eliminazione degli strati corticali risulta utile per allontanare le parti più fibrose, anche se gli studi più recenti sulla nutrizione umana consigliano sempre



più il consumo di prodotti ottenuti da farine "integrali", contenenti quindi tutte le parti del seme.

La separazione delle diverse componenti della cariosside si realizza con la molitura, dalla quale si ottengono i prodotti principali quali la semola dal frumento duro e la farina dal frumento tenero, ed i sottoprodotti, distinti in funzione delle diverse fasi di lavorazione, in:

- crusca, costituita da scaglie larghe e ben distinte, di forma irregolare e colore marrone;
- cruschetto, costituito da scaglie più piccole, in parte polverizzate e di colore più chiaro rispetto alla crusca;
- tritello, composto da particelle più o

meno finemente triturate;

- farinaccio o farinetta, residui degli ultimi processi di preparazione della farina bianca.

Tali residui costituiscono il 25-30% del frumento lavorato, e precisamente la crusca il 10-11%, il cruschetto il 5-6%, il tritello l'8-9% e la farinetta il 2-3%.

I sottoprodotti che si generano dal processo di molitura del frumento si differenziano principalmente per la composizione chimica e, soprattutto, per i contenuti in fibra e amido: più il residuo deriva da una porzione prossima al cuore della granella, più si abbassa il contenuto in fibra e aumenta quello di amido.

La crusca

La crusca è costituita principalmente dal tegumento della cariosside contenente cellulosa, carboidrato strutturale che assicura rigidità alle pareti cellulari, dotata di legami che la rendono inattaccabile dai sistemi enzimatici dei monogastrici ed utilizzabile invece, per l'opera della microflora ruminale, dalle specie poligastriche.

In base alla sua composizione chimica (tabella 1), la crusca risulta dotata di una discreta quantità di proteine, ma la gran parte di esse è racchiusa all'interno di una matrice di polisaccaridi della parete cellulare, risultando così poco digeribile per l'uomo. Ciò porterebbe ad uno spreco annuo di 15,5 milioni di tonnellate di proteine, se questo prodotto non venisse usato per l'alimentazione dei ruminanti che, come ricordato, attraverso la microflora ruminale, riescono ad utilizzare i carboidrati strutturali rendendo disponibili anche le proteine protette. Quindi, seppure in misura minore rispetto alle altre parti della cariosside di frumento, la crusca può considerarsi una buona fonte di proteine. Inoltre, se utilizzata in alternativa a concentrati ad elevata e rapida fermentescibilità, contribuisce al miglioramento dell'ecosistema ruminale.

La crusca rappresenta, quindi, un valido alimento per i ruminanti, utilizzato

sia come ingrediente di concentrati da parte dei mangimifici, sia per la formulazione di semplici razioni direttamente in allevamento; la scelta della crusca risulta favorita, oltre che per l'equilibrata composizione chimica, anche per la sua larga disponibilità nelle zone di coltivazione del frumento dove, conseguentemente, sono presenti i molini che producono semola.

Come è noto, nella maggior parte delle razioni alimentari per le specie zootecniche, la componente energetica è rappresentata per il 40-50% da cereali, e principalmente da mais. La sostituzione di questi alimenti con fonti alternative come la crusca risulta importante perché le cariossidi dei cereali potrebbero essere utilizzate direttamente per il consumo umano. Inoltre, i cereali sono ingredienti costosi dei mangimi e, di conseguenza, il loro inserimento nella razione spesso aumenta il costo delle produzioni animali. La sostituzione dei cereali con la crusca dovrebbe riguardare soprattutto le razioni delle specie ruminanti in quanto i monogastrici, come suini ed avicoli, utilizzano male gli alimenti ricchi di fibra mentre impiegano con maggiore efficienza le diete ricche di energia.

I vantaggi dell'uso dei sottoprodotti nell'alimentazione del bestiame

L'utilizzazione della crusca, così come quella dei sottoprodotti in generale, risulta sempre più interessante ed utile anche per motivi legati al notevole aumento della popolazione mondiale previsto nei prossimi decenni. A questo dovrebbe corrispondere un aumento della produzione di alimenti edibili per l'uomo, cosa difficilmente ottenibile a causa del già raggiunto limite delle terre arabili utilizzate nel pianeta. Ciò comporta crescenti critiche nei confronti dei sistemi di allevamento intensivi in quanto, come è noto, le specie zootecniche, e fra questi ancor di più

i ruminanti, utilizzano mangimi che contengono granelle potenzialmente utilizzabili direttamente dall'uomo, come mais e soia, peraltro con una minore efficienza.

Secondo alcuni studi, addirittura il 90 per cento delle calorie prodotte dalle colture vegetali e utilizzate negli allevamenti intensivi si perdono e non si ritrovano nei prodotti di origine animale. Invece, se gli animali si alimentassero soltanto con fonti non edibili per l'uomo, le loro produzioni potrebbero fornire un guadagno netto di alimenti di elevato valore biologico disponibili per l'uomo. Sebbene i ruminanti si caratterizzino per la capacità di convertire i vegetali fibrosi in prodotti di origine animale di alta qualità, le loro elevate performance negli allevamenti intensivi moderni hanno reso necessario la somministrazione di elevate quantità di cereali e leguminose, soprattutto alle vacche da latte, da cui deriva l'aumento della competizione per tali risorse con gli esseri umani. Considerando la disponibilità mondiale di sottoprodotti, è stato stimato che la loro utilizzazione in alimentazione zootecnica potrebbe sostenere potenzialmente la produzione di 500 milioni di tonnellate di latte, diventando strategicamente utile per ridurre la dipendenza da cereali e semi oleosi, che diventeranno sempre più importanti nella nutrizione umana del futuro.

L'efficienza delle razioni alimentari

Tenendo conto di questi aspetti, alcuni ricercatori hanno inserito come elemento di calcolo delle razioni destinate a ruminanti l'indice dell'efficienza di conversione degli alimenti edibili per l'uomo (heFCE human-edible food conversion efficiency), mettendo in rapporto gli output edibili per l'uomo, rappresentati dai prodotti di origine animale, con gli input edibili per l'uomo, ovvero gli alimenti consumati

Tabella 1. Composizione chimica media (% SS) della crusca di frumento duro utilizzata nelle prove sperimentali

Sostanza secca (SS)	87,4
Estratto etereo	5,39
Proteina grezza	16,8
Ceneri	4,99
Carboidrati non strutturali	35,9
NDF	36,9
ADF	12,9
ADL	3,55
Energia netta latte, Mcal/kg SS	1,95
Energia netta carne, Mcal/kg SS	1,80
Acidi fenolici totali, µg/g SS	2415
Acido ferulico, µg/g SS	1941

dalle specie zootecniche ma potenzialmente utilizzabili dall'uomo. Con le razioni comunemente utilizzate negli allevamenti intensivi spesso accade che gli animali consumino più cibo per l'uomo di quanto ne producano. In questo contesto, le potenzialità dei sottoprodotti nel migliorare il rapporto heFCE è al centro dell'attenzione da parte della ricerca in campo zootecnico.

L'integrazione alimentare con crusca di frumento è possibile e consigliabile anche in considerazione del più basso prezzo di acquisto del sottoprodotto. Negli ultimi anni infatti la granella di mais, commodities agricola fra le più scambiate al mondo, è stata caratterizzata da una elevata volatilità dei prezzi a causa anche di speculazioni da parte dei mercati finanziari. Tale tendenza non sembra nell'immediato facilmente modificabile e, quindi, l'utilizzazione degli eventuali sostitutivi del mais potrebbe risultare ancora più utile, soprattutto in quelle fasi in cui la sua quotazione raggiunge valori elevati.

I polifenoli nell'alimentazione del bestiame

La crusca, inoltre, risulta dotata di una discreta quantità di acidi fenolici, fra i quali si distingue per contenuto e attività l'acido ferulico, presenti nelle forme legata, coniugata e libera di diversa biodisponibilità; quest'ultima varia in funzione della specie utilizzatrice in quanto i ruminanti, per la loro capacità di utilizzare le sostanze fibrose, sono probabilmente in grado di utilizzare meglio anche le frazioni coniugate e legate.

I polifenoli contenuti negli alimenti zootecnici sono stati molto studiati negli ultimi anni e diverse sperimentazioni hanno rilevato un effettivo aumento di tali sostanze nel latte di bovini, ovini e caprini che li assumono con gli alimenti che ne sono dotati, dimostrandone il trasferimento dall'alimen-

to al prodotto finale, anche se questo avviene solo in modo parziale.

Una delle importanti funzioni svolte dai polifenoli nell'organismo animale e nell'uomo è quella antiossidante. I radicali liberi sono specie chimiche estremamente reattive di diversa natura, dotate di elettroni spaiati nei loro orbitali che, per questo motivo, tendo-



no a riequilibrarsi eliminando la situazione di disaccoppiamento, e lo fanno reagendo con altre specie cedendo o acquistando elettroni. Nell'organismo degli animali superiori i radicali liberi hanno diversa natura, ma spesso sono indicati con gli acronimi inglesi ROS (Reactive Oxygen Species) o ROMs (Reactive Oxygen Metabolites), in quanto dotati di atomi di ossigeno altamente reattivi. La produzione di radicali liberi deriva principalmente dai processi catabolici di tutti gli esseri viventi, ma può anche essere conseguenza della biotrasformazione di composti estranei, tossine o farmaci, o può avvenire in seguito all'esposizione a fattori ambientali come alte concentrazioni di radiazioni UV. L'elevata e prolungata presenza di ROS negli organismi animali può procurare danni soprattutto a carico di tre componenti

della cellula: il grasso, le proteine e gli acidi nucleici. La perossidazione lipidica provoca danni alle membrane cellulari con conseguenti riflessi sulla funzionalità delle stesse. L'ossidazione delle proteine provoca danni agli amminoacidi modificando le funzioni delle proteine e dei diversi enzimi. Il danno al DNA può comportare mu-

tazioni alterando la struttura delle basi azotate e provocando principalmente invecchiamento cellulare e, nei casi più estremi, tumori di diversa natura. Per contrastare l'attività dei radicali liberi gli organismi aerobici possiedono un'efficace sistema di difesa, che in parte dipende dalla somministrazione di molecole ad azione antiossidante con la dieta alimentare. Quando si verifica uno squilibrio tra sostanze ossidanti e antiossidanti, si instaura una condizione chiamata "stress ossidativo", causa di notevoli danni cellulari. Lo squilibrio fra sostanze ossidanti ed antiossidanti è influenzato da diversi fattori e, nel caso delle specie zootecniche allevate, i più frequenti sono gli errori alimentari, le condizioni generate dalle alte temperature o da qualsiasi altro stress ambientale, l'elevata produzione di latte, gli errori di gestione

e le errate caratteristiche strutturali dei locali adibiti alla stabulazione. Nelle specie zootecniche, lo stress ossidativo sembra riflettersi negativamente sullo status immunitario dei soggetti predisponendoli all'insorgenza di alcune malattie, come ad esempio la mastite, che riducono fortemente le produzioni quanti-qualitative e compromettono il benessere degli animali.

I composti fenolici risultano dotati di un potente effetto antiossidante conferito dalla loro peculiare struttura in grado di legarsi ai radicali liberi dell'ossigeno trasformandoli in composti privi di reattività.



Vi è una grande quantità di lavori scientifici che hanno indagato sui riflessi dell'utilizzazione di alimenti contenenti polifenoli sullo stato ossidativo degli animali e sulla capacità antiossidante dei prodotti ottenuti, dimostrando come una delle migliori strategie per favorire un bilancio positivo di sostanze antiossidanti è rappresentata dalla loro assunzione con la dieta. Per tale motivo, l'utilizzo di specie vegetali contenenti polifenoli nell'alimentazione animale è oltremodo vantaggioso, in quanto efficace sia per contrastare lo stress ossidativo degli animali e migliorarne le condizioni di benessere e di salute, sia per favorire il trasferimento di sostanze antiossidanti nei prodotti lattiero caseari e nella carne al fine di migliorarne la conservabilità e le caratteristiche organolettiche, ma soprattutto per intercettare la domanda dei consumatori moderni che richiedono

sempre di più alimenti con migliori caratteristiche salutistiche.

Da questo punto di vista la crusca, che pur rappresenta un sottoprodotto di basso costo, di facile e ampia reperibilità e di largo impiego nell'alimentazione dei ruminanti in sostituzione di alimenti che trovano destinazione anche per il consumo umano, non è ancora ben conosciuta per i potenziali benefici dovuti al suo contenuto in acidi fenolici, e in acido ferulico in particolare, nel migliorare l'ambiente ruminale ed il bilancio antiossidante degli animali, e nel conferire proprietà funzionali ai prodotti di origine animale.

La crusca nelle razioni alimentari, le prove negli allevamenti

Prendendo spunto da tutti questi presupposti, i ricercatori di Produzioni Animali del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) dell'Università degli Studi di Palermo hanno condotto uno studio nell'ambito del progetto del PON Ricerca e Competitività 2007-2013 su "Sviluppo tecnologico e innovazione per la sostenibilità e competitività della cerealicoltura meridionale" (ISCOCEM, PON01_01145), con l'obiettivo di valorizzare la crusca, inserendola come componente delle diete di bovine da latte e di agnelli da carne.

Le prove sulle bovine da latte

Gli effetti dell'introduzione della crusca nell'alimentazione delle bovine da latte sono stati valutati in relazione all'efficienza di utilizzazione dei nutrienti, alla protezione ossidativa negli animali, al valore nutrizionale e salutistico del latte e dei formaggi prodotti ed al livello di sostenibilità socio-economica della produzione.

La sperimentazione è stata effettuata presso l'allevamento della Cooperativa Agricola SS Crocifisso di Alimena

(PA) ed ha coinvolto 36 bovine di razza Pezzata Rossa Italiana in lattazione suddivise in 3 gruppi alimentati con una dieta che si diversificava esclusivamente per il contenuto in crusca nel mangime, rispettivamente dello 0% (C0), 10% (C10) e 20% (C20). Nel corso della prova, durata 100 giorni, sono state registrate le ingestioni degli animali ed effettuati i campionamenti degli alimenti utilizzati per le successive determinazioni della composizione centesimale, dei carboidrati strutturali e del contenuto dei principali acidi fenolici. La produzione individuale di latte è stata misurata con cadenza regolare ed i campioni di latte sono stati analizzati per i principali costituenti e valutati per l'attitudine alla coagulazione rilevando al Formagraph il tempo di coagulazione (t , min), il tempo di rassodamento del coagulo (k_{20} , min) e la consistenza del coagulo a 30 min (a_{30} , mm) e ad un tempo pari a $2r$ (a_{2r} , mm).

Sono state, quindi, realizzate delle caseificazioni sperimentali con il latte di massa dei gruppi in prova e sul formaggio sono stati determinati la composizione centesimale, il contenuto in polifenoli totali, gli indici di ossidazione lipidica, quali numero di perossidi e TBARs (thiobarbituric acid-reactive substances), e la capacità antiossidante mediante saggio FRAP (ferric reducing antioxidant power). Sui campioni ematici prelevati nel corso della prova sono stati determinati il contenuto in polifenoli totali e liberi, i parametri indicatori del metabolismo energetico e proteico, dello stato ossidativo, quali ROMs (reactive oxygen metabolites) e BAP (biological antioxidant potential), e del sistema immunitario (IGg = immunoglobuline G). I dati dei consumi alimentari di gruppo sono stati utilizzati per il conteggio delle ingestioni dei principali nutrienti e dei polifenoli, dei costi medi delle razioni ingerite, degli indici dell'efficienza di

conversione degli alimenti edibili per l'uomo in prodotti animali (heFCEp ed heFCEe = human edible feed conversion efficiency, dati dal rapporto latte/alimenti edibili per l'uomo ed espressi in termini di proteina grezza (p) o energia lorda (e)), e la produzione netta di alimenti consumabili dall'uomo (NFPP e NFPE = net food production), data dalla differenza tra latte e alimenti edibili per l'uomo ed espressa in termini di proteina grezza (p) o energia lorda (e).

Le diete sono state formulate per essere isoenergetiche ed isoproteiche. Per la diversa composizione degli ingredienti, il concentrato C20 è risultato quello maggiormente dotato di polifenoli, soprattutto di acido ferulico. Conseguentemente, il gruppo C20 ha fatto registrare ingestioni di polifenoli maggiori rispetto al gruppo controllo (27,6 vs 20 g/d per capo), con valori intermedi per il gruppo C10 (26,5 g/d per capo). Nella tabella 2 sono riportati i dati produttivi delle bovine; la dieta somministrata non ha influenzato la produzione di latte, risultata mediamente pari a 26,5 kg/d per capo e simile fra i gruppi durante tutta la sperimentazione. Lievi differenze fra i gruppi sono emerse esclusivamente per le percentuali di proteina e caseina, leggermente più elevate nel gruppo C20 rispetto agli altri, probabilmente per effetto del migliore ambiente ruminale di queste bovine. Il maggiore contenuto in caseina ha influenzato il tempo di coagulazione (τ , min) e la consistenza del coagulo (a_{2r} , mm) misurati con il Formagraph, risultati più elevati per il gruppo C20, mentre la resa casearia non è stata influenzata dalla dieta.

A livello ematico (tabella 3), sugli animali di entrambi i gruppi che ricevevano la crusca, rispetto al gruppo controllo, sono stati rilevati livelli di polifenoli più elevati. Il valore dei metaboliti reattivi all'ossigeno (ROMs) è

risultato significativamente più basso nel gruppo alimentato con la quantità maggiore di crusca (C20), mentre il gruppo C10 ha mostrato valori intermedi. Anche l'indice di protezione antiossidante (IPA), dato dal rapporto percentuale tra BAP e ROMs, è risultato migliore nel gruppo C20 rispetto al gruppo che non riceveva la crusca. Il miglioramento dello stato di stress ossidativo delle bovine ha avuto probabilmente ripercussioni anche sul loro stato immunitario (IgG), risultato migliore con il mangime C20. I parametri del metabolismo energetico e proteico non sono stati influenzati dalla dieta ed i valori riscontrati sono da ritenere in linea con quelli di animali

con un soddisfacente stato nutrizionale ed una buona condizione di salute.

I risultati sui formaggi e il costo della razione

Per quanto riguarda i formaggi (tabella 4), il contenuto di polifenoli totali è risultato tendenzialmente maggiore con il mangime C20 rispetto al controllo senza la crusca, con valori intermedi per il gruppo C10. Questo ha avuto riflessi positivi sui formaggi C20, che sono stati caratterizzati da un numero di perossidi inferiore e da una maggiore capacità antiossidante, misurata mediante saggio FRAP. I polifenoli somministrati agli animali con la dieta, quindi, sono stati trasferiti nei formag-

Tabella 2. Produzione, composizione e parametri di coagulazione del latte individuale

		C0	C10	C20	Significatività
Latte	kg/d	25,6	25,7	25,5	ns
Lattosio	%	4,90	4,98	4,92	ns
Grasso	%	4,10	4,05	4,01	ns
Proteina	%	3,51	3,50	3,60	+
Caseina	%	2,72	2,71	2,77	+
Urea	mg/dl	22,9	21,5	22,3	ns
Cellule somatiche (CCS)	log ₁₀ n/ml	5,22	5,22	5,44	ns
τ , tempo di coagulazione	min	17,8	18,7	19,6	+
k ₂₀ , tempo di rassodamento del coagulo	min	3,6	3,3	3,4	ns
a ₃₀ , consistenza del coagulo a 30 min	mm	31,9	36,6	35,3	ns
a _{2r} , consistenza del coagulo al tempo 2r	mm	32,3b	40,0a	42,9a	***

C0, C10 e C20 = mangime con 0%, 10% e 20% di crusca.

+ P≤0,10; *** P≤0,001; ns = non significativo; a, b: P≤0,05

Tabella 3. Polifenoli e parametri ematici della condizione di stress ossidativo e dell'efficienza del sistema immunitario delle bovine

		C0	C10	C20	Significatività
Polifenoli totali	µg/ml GAE	133,6B	153,1A	154,2A	***
Polifenoli liberi	µg/ml GAE	27,0B	31,8A	31,6A	***
Polifenoli legati	µg/ml GAE	106,3b	120,7a	123,8a	*
ROMs	U.Carr	115,3Bb	106,3ABa	103,8Aa	*
BAP	µEq/L	2743	2868	2831	ns
IPA	log BAP / ROMs*100	3,03B	3,30AB	3,35A	*
IgG	g/l	20,68Bc	20,72Bb	20,83Aa	***

C0, C10 e C20 = mangime con 0%, 10% e 20% di crusca.

GAE = acido gallico equivalente; ROMs = reactive oxygen metabolites = metaboliti reattivi all'ossigeno; BAP = biological antioxidant potential = potenziale antiossidante biologico; IPA = indice di protezione antiossidante; IgG = immunoglobuline G.

* P≤0,05; *** P≤0,001; ns = non significativo; A, B: P≤0,01; a, b, c: P≤0,05.

Tabella 4. Polifenoli, indici di ossidazione lipidica primaria (numero di perossidi) e secondaria (TBARs) e capacità antiossidante (FRAP) dei formaggi

		C0	C10	C20	Significatività
Polifenoli totali	mg GAE/g	3,65	3,73	4,21	+
Numero di perossidi	mEqO ₂ /kg fat	1,30A	1,13AB	1,04B	*
TBARs	µg MDA/kg	4,09	3,95	3,70	ns
FRAP	µmol FeSO ₄ /g	1518	1742	1848	+

C0, C10 e C20 = mangime con 0%, 10% e 20% di crusca.

GAE = acido gallico equivalente; TBARs = thiobarbituric acid-reactive substances = sostanze reattive all'acido tiobarbiturico; MDA = malonylaldehyde; FRAP = ferric reducing antioxidant power = potere antiossidante ferro riducente.

+ P≤0,10; * P≤0,05; ns = non significativo; A, B: P≤0,01.

Tabella 5. Costo della razione (€/d per capo) ingerita dagli animali ed indici di efficienza di conversione degli alimenti

	C0	C10	C20	Significatività
Costo del concentrato	3,65A	3,60B	3,39C	***
Costo del fieno	1,00A	0,96B	0,89C	***
Costo totale della razione	4,65A	4,56B	4,28C	***
heFCEp	0,57C	0,62B	0,67A	***
heFCEe	0,54C	0,59B	0,62A	***
NFPp	-670A	-560B	-441C	***
NFPe	-68,2A	-58,7B	-49,5C	***

C0, C10 e C20 = mangime con 0%, 10% e 20% di crusca.

heFCEp, heFCEe = human edible feed conversion efficiency = indice dell'efficienza di conversione degli alimenti edibili per l'uomo in prodotti animali (latte/alimenti edibili per l'uomo), espresso in termini di proteina grezza (p) o energia lorda (e).

NFPp, NFPe = net food production = produzione netta di alimenti (latte - alimenti edibili per l'uomo), espresso in termini di proteina grezza (p) o energia lorda (e).

*** P≤0,001; A, B, C: P≤0,01.

gi e gli stessi hanno presumibilmente esercitato un ruolo di protezione dai danni dell'ossidazione nei confronti degli acidi grassi insaturi dei formaggi. Il costo della razione (tabella 5) ingerita dalle bovine del gruppo C20 è risultata significativamente minore rispetto al gruppo controllo C0, sia in termini di concentrato che di fieno. Valori intermedi sono stati registrati per il gruppo C10. Il minore costo di acquisto della crusca, rispetto agli altri ingredienti utilizzati per la formulazione dei mangimi concentrati, ha permesso di raggiungere tali risultati, peraltro senza influenzare negativamente la produzione di latte. Gli indici dell'efficienza di conversione degli alimenti utilizzati durante la sperimentazione in prodotti edibili per l'uomo e la produzione netta di alimenti sono stati influenzati dalla dieta; in particolare, il gruppo C20 ha evidenziato i migliori

indici heFCE ed NFP, sia in termini di proteina grezza che in termini di energia lorda.

In conclusione, l'alimentazione delle bovine con mangimi contenenti il 20% di crusca sembra aver permesso di raggiungere diversi vantaggi, quali il miglioramento dello stato ossidativo e dell'efficienza del sistema immunitario delle bovine; il miglioramento della qualità del latte, dovuto all'aumento dei tenori in proteina e caseina; il miglioramento delle caratteristiche di conservabilità e della composizione nutraceutica del formaggio, attribuibile all'attività antiossidante dei polifenoli trasferiti nel latte; la diminuzione dei costi di alimentazione, peraltro ottenuta con produzioni di latte sovrapponibili a quelle delle bovine del gruppo controllo; il miglioramento degli indici dell'efficienza di conversione degli alimenti utilizzabili dall'uomo

in latte, heFCE ed NFP, che denotano una minore competizione alimentare tra uomo e animali.

Per tale motivo risulta auspicabile un maggiore utilizzo di sottoprodotti nell'alimentazione animale, e in particolare della crusca che, per la sua adeguata composizione e per il contenuto in polifenoli, risulta in grado di contrastare lo stress ossidativo degli animali e aumentare il contenuto di sostanze antiossidanti nei prodotti lattiero caseari. Questo contribuirebbe a migliorare l'immagine del prodotto sul mercato e ad intercettare maggiormente la domanda dei consumatori moderni che richiedono alimenti dotati di proprietà salutistiche e di maggiore sostenibilità ambientale ed economica.

Le prove sugli agnelli da carne

La seconda prova sperimentale è stata anch'essa realizzata presso l'allevamento della Cooperativa Agricola SS Crocifisso di Alimena (PA) ed ha riguardato gli agnelli da carne.

In Sicilia, il settore delle carni ovine, caratterizzato da una forte stagionalità, da un'eccessiva frammentazione dell'offerta e dalla mancanza di standard qualitativi di riferimento, necessita di innovazioni tecniche che, migliorando il sistema di produzione e la qualità del prodotto, inducano un aumento del consumo di carne di agnello. Vi è, pertanto, l'esigenza di definire e mettere in atto modelli di produzione che prevedano di elevare il peso di macellazione degli agnelli per ottenere carcasse più pesanti e muscolose rispetto ai tradizionali agnelli da latte. Il regime alimentare, anche attraverso l'utilizzo di fonti alimentari reperibili localmente e di basso costo, è uno dei fattori su cui intervenire per ottenere carcasse e carni qualitativamente apprezzabili mantenendo adeguati livelli di efficienza tecnica ed economica del sistema produttivo.

In questa prova si è voluto, quindi,

verificare la possibilità di aumentare il peso della carcassa di agnelli di razza da latte e produrre carne a basso contenuto in grasso aumentando l'età alla macellazione fino a 90 o 120 giorni e mettendo in atto strategie alimentari che prevedono la riduzione del livello nutritivo attraverso una restrizione alimentare al 75% e/o l'impiego di sottoprodotti reperibili a basso costo come la crusca di frumento duro. L'effetto della presenza della crusca nella dieta è stata valutata anche in termini di economicità, in base al suo contributo alla riduzione dei costi di alimentazione, e per i riflessi sulle proprietà antiossidanti della carne degli agnelli, queste ultime attribuibili all'eventuale trasferimento degli acidi fenolici contenuti nella crusca.

Nella prova sono stati utilizzati 70 agnelli di razza Valle del Belice di entrambi i sessi che, appena svezzati a circa 35 giorni d'età, sono stati divisi in 2 gruppi omogenei e sottoposti ad un periodo di 10 giorni di adattamento alle nuove condizioni di stabulazione in box di gruppo su lettiera ed alle diete sperimentali.

La dieta per gli agnelli

Ciascun gruppo ha ricevuto una dieta, somministrata a volontà, in cui la comune base foraggera, costituita da fieno di erba medica in pellets, è stata integrata con uno di due mangimi concentrati isoproteici ed isoenergetici contenenti crusca di frumento duro allo 0% (CGD0) o al 20% (CGD20). Dopo 45 giorni di prova, entrambi i gruppi sono stati ulteriormente suddivisi in 3 sottogruppi; due di questi erano costituiti da 15 agnelli che sono stati macellati a 90 giorni d'età (90DV), mentre gli altri 4 sottogruppi hanno ricevuto per 30 giorni, fino alla macellazione a 120 giorni d'età, la stessa dieta del periodo precedente somministrata a volontà (120DV) o razione ad un livello pari al 75% del

consumo a volontà (120DR). I fattori di variazione considerati sono stati quindi la dieta, con lo 0% o il 20% crusca (CGD0 e CGD20) ed il piano produttivo (90DV, 120DR e 120DV) definito dall'età alla macellazione (90 e 120 giorni) e dalla modalità di somministrazione della dieta tra i 90 ed i 120 giorni d'età (razionato e a volontà).

L'ingestione alimentare ed il peso vivo degli agnelli sono stati regolarmente registrati. Dopo la macellazione, sono state rilevate le caratteristiche della carcassa e la composizione tissutale (muscolo, grasso e osso) della coscia destra. Su campioni del muscolo *Longissimus dorsi* (LD) sono stati valutati il pH e il colore della carne e del grasso; le perdite di scongelamento e cottura; la tenerezza, rilevata sulla carne cotta come sforzo al taglio misurato su un Instron 5564; la composizione chimica, il contenuto in acidi fenolici e la capacità antiossidante mediante saggio TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity); le caratteristiche sensoriali mediante test triangolari. Le carcasse degli agnelli macellati a 90 e 120 giorni sono state, inoltre, valutate utilizzando le griglie di classificazione CEE per le carcasse degli agnelli leggeri (<13 kg) e degli agnelloni (>13 kg).

L'influenza della dieta su crescita e resa

In entrambe le fasi considerate, da 45 a 90 giorni e da 90 a 120 giorni d'età, la dieta non ha influenzato l'ingestione e le prestazioni di crescita degli agnelli alimentati a volontà (90DV e 120DV) mentre, nel periodo 90-120 giorni, tra gli agnelli sottoposti alla restrizione alimentare (120DR), quelli alimentati con la dieta con il 20% di crusca (CGD20) hanno mostrato una forte riduzione del ritmo di crescita rispet-

to agli agnelli che ricevevano la dieta priva di crusca (CGD0) (105 vs 170 g/d, $P \leq 0,05$). Inoltre, in tutti i piani produttivi, la dieta non ha influenzato il peso della carcassa, mentre tra gli agnelli razionati (120DR), quelli alimentati con la dieta CGD20 hanno fatto registrare una riduzione della resa alla macellazione (52,3 vs. 55,7%,



$P \leq 0,01$), dovuta alla maggiore incidenza dei componenti che rappresentano le tare di macellazione, tra cui la testa (tabella 6). Il livello di deposizione adiposa, definito in base all'incidenza del grasso perirenale e pelvico e del tessuto adiposo della coscia, è aumentato passando dagli agnelli 90DV ai 120DR, e quindi ai 120DV, indipendentemente dalla dieta (tabella 6).

I costi di alimentazione, calcolati con riferimento al peso unitario della carcassa, sono risultati inferiori per gli agnelli macellati a minore età (90DV) rispetto agli altri, mentre non sono variati per effetto della dieta (tabella 6); nessuna differenza statisticamente significativa è, invece, emersa per gli utili, riferiti alla singola carcassa.

Caratteristiche chimiche e organolettiche della carne

Nel complesso, le caratteristiche fisiche della carne del LD non hanno mostrato variazioni dovute al tratta-

mento alimentare, mentre hanno subito l'effetto del piano produttivo, in quanto la carne degli agnelli più giovani (90DV) ha mostrato maggiori perdite allo scongelamento e alla cottura, una minore tenerezza ed una colorazione rossa meno intensa rispetto alla carne degli agnelli di maggiore età. Di contro, l'assunzione di crusca con la dieta ha contribuito a ridurre il grasso e ad aumentare le proteine, i polifenoli e la capacità antiossidante nella carne del LD degli agnelli di 120 giorni d'età (tabella 7), che ha così acquisito caratteristiche in grado di riflettersi a livello organolettico e salutistico.

All'analisi sensoriale della carne, i degustatori sono stati in grado di percepire, seppure moderatamente, le differenze organolettiche dovute alla presenza o meno della crusca nella dieta (CGD0 vs CGD20) sia nella carne degli agnelli di 90 giorni (90DV), sia in quella degli agnelli razionati di 120 giorni (120DR) ($P \leq 0,05$), come anche le differenze dovute al diverso livello alimentare (120DR vs 120DV; $P \leq 0,01$).

Conclusioni

Quanto emerso nella prova dimostra come sia possibile produrre carne ovina con maggiore efficienza economica

aumentando a 120 giorni l'età di macellazione degli agnelli delle razze da latte, puntando all'ottenimento di carcasse di 12-15 kg, più pesanti di quelle degli agnelli da latte comunemente commercializzate, e di carne di migliore qualità con riguardo alla maggiore tenerezza, alla maggiore ritenzione idrica e, soprattutto, al moderato aumento del contenuto in grasso.

In merito al più conveniente ed efficace regime alimentare da adottare per ottenere un contenimento dei costi, una favorevole conversione alimentare ed una apprezzabile qualità della carcassa e della carne, soprattutto per quanto riguarda il livello di adiposità, i risultati della prova consentono di formulare alcune considerazioni.

Innanzitutto, nella prima fase di crescita degli agnelli, dai 45 ai 90 giorni d'età, in cui lo sviluppo muscolare è più rapido e la deposizione adiposa è contenuta, l'inclusione nel mangime del 20% di una fonte alimentare meno costosa ed altamente fibrosa come la crusca non ha comportato alcuna riduzione delle prestazioni di crescita e del peso delle carcasse, che si è attestato in media sui 12,5 kg, né ha determinato un aumento dell'ingestione e della conversione alimentare degli agnelli o un peggioramento della qualità delle carcasse, valutata in base alla

griglia di classificazione comunitaria, e della qualità fisica della carne, ma non ha neanche vantaggiosamente contribuito a ridurre i costi di alimentazione per la produzione di carne ovina.

L'aumento di un mese dell'età di macellazione, da 90 a 120 giorni, ha consentito nel complesso di produrre carcasse di 14,2 kg, quindi più pesanti di 1,7 kg, nel caso in cui si è adottato il razionamento alimentare pari al 75% del consumo a volontà, e di 15,2 kg, più pesanti di 2,7 kg, nel caso dell'alimentazione a volontà con cui si è anche avuta una maggiore deposizione adiposa.

Tuttavia, in questa seconda fase di allevamento degli agnelli, dai 90 ai 120 giorni d'età, quando la loro tendenza adipogenetica è maggiore, la somministrazione del mangime con il 20% di crusca associata al razionamento della dieta ha determinato un marcato peggioramento del ritmo di crescita e della conversione alimentare, ha ridotto la resa alla macellazione, ha abbassato di circa 1 kg il peso medio delle carcasse, seppure a livello non significativo, e peggiorato la qualità delle carcasse che, classificate in base alla griglia comunitaria, sono ricadute in maggior misura nella combinazione corrispondente ai minori livelli di muscolosità e adiposità (O2).

Tabella 6. Resa alla macellazione e caratteristiche della carcassa degli agnelli per effetto dell'interazione tra piano produttivo e dieta.

Piano produttivo (PP)	90DV		120DR		120DV		Significatività ($P <$)		
	CGD0	CGD20	CGD0	CGD20	CGD0	CGD20	PP	D	PP*D
Agnelli, n.	14	15	10	10	10	9			
Peso vivo finale, kg	23,9	23,5	29,0	26,6	29,1	29,8	***	ns	ns
Peso vivo a digiuno, kg	23,0	22,7	26,4	26,2	28,3	27,6	***	ns	ns
Carcassa a 24 h (CRC24), kg	12,6	12,4	14,7	13,7	15,6	14,9	***	ns	ns
Resa carcassa a 24 h, %	54,6ABa	54,4ABab	55,7Aa	52,3Bb	55,0ABa	54,0ABab	ns	**	*
Testa, % CRC24	8,08	8,15	7,67	8,29	7,40	7,75	*	*	ns
Mezzena dx (MDX), kg	5,10	4,99	5,93	5,54	6,38	5,95	***	ns	ns
Grasso perirenale e pelvico, % MDX	2,13	2,17	2,37	2,18	2,66	2,70	*	ns	ns
Costo alimentare €/kg CRC24	0,81	0,84	1,24	1,27	1,38	1,37	***	ns	ns
Utile per carcassa, €	53,0	51,7	55,6	51,4	56,9	53,0	ns	ns	ns

90DV = livello nutritivo a volontà fino a 90 giorni; 120DR = livello nutritivo a volontà fino a 90 giorni e razionato fino a 120 giorni; 120DV = livello nutritivo a volontà fino a 90 giorni e a volontà fino a 120 giorni.

CGD0 = mangime con 0% di crusca; CGD20 = mangime con 20% di crusca.

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; ns = non significativo. A, B: $P \leq 0,01$; a, b: $P \leq 0,05$.

Tabella 7. Composizione chimica, contenuto in polifenoli e capacità antiossidante della carne del Longissimus dorsi (LD) degli agnelli per effetto dell'interazione tra piano produttivo e dieta.

Piano produttivo (PP)	90DV		120DR		120DV		Significatività (P<)		
	CGD0	CGD20	CGD0	CGD20	CGD0	CGD20	PP	D	PP*D
Dieta (D)									
Sostanza secca (SS)	26,4	26,1	26,1	25,7	25,7	26,1	ns	ns	ns
Umidità, %	73,6	74,0	73,9	74,3	74,4	74,0	ns	ns	ns
Lipidi, %	7,02	7,02	7,70	5,71	6,99	6,38	ns	ns	ns
Proteine, %	18,3	18,0	17,4	18,9	17,6	18,6	ns	*	+
Ceneri, %	1,05	1,04	0,99	1,06	1,04	1,07	ns	ns	ns
Lipidi, % SS	26,0	25,9	29,0	21,8	27,1	24,0	ns	+	ns
Proteine, % SS	70,0	70,0	67,2	74,0	68,8	71,8	ns	+	ns
Ceneri, % SS	4,01	4,07	3,83	4,17	4,08	4,16	ns	ns	ns
Polifenoli totali (g GAE/kg SS)	0,72Bb	0,64Bb	1,10ABb	1,62Aa	1,02ABb	1,65Ba	***	**	*
Capacità antiossidante (TEAC, mmol trolox eq./kg SS)	10,9BCbc	9,69Cc	12,8ABab	14,9Aa	12,8ABab	15,7Aa	***	*	*

90DV = livello nutritivo a volontà fino a 90 giorni; 120DR = livello nutritivo a volontà fino a 90 giorni e razionato fino a 120 giorni; 120DV = livello nutritivo a volontà fino a 90 giorni e a volontà fino a 120 giorni.

CGD0 = mangime con 0% di crusca; CGD20 = mangime con 20% di crusca.

GAE = acido gallico equivalente; TEAC = trolox equivalent antioxidant capacity = capacità antiossidante trolox equivalente.

+ P≤0,10; * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001; ns = non significativo. A, B, C: P≤0,01; a, b, c: P≤0,05.

Di contro, intervenendo con l'apporto di crusca associata alla somministrazione a volontà della dieta, come nella fase precedente da 45 a 90 giorni, si sono ottenuti risultati analoghi, in termini di ingestione alimentare, accrescimento ponderale e peso della carcassa, a quelli registrati per gli agnelli che hanno ricevuto la dieta senza crusca sia a volontà sia razionata. In questo caso, la scelta dell'una o dell'altra strategia alimentare per il controllo dei costi dipende se un maggiore risparmio si ottenga dal 30% circa di riduzione dei consumi di fieno e concentrato, o dalla sostituzione del 20% delle granelle del mangime con una fonte meno costosa come la crusca di frumento duro.

L'aumento del contenuto in polifenoli e della capacità antiossidante riscontrato nella carne degli agnelli di 120 giorni d'età alimentati con il mangime con il 20% di crusca (tabella 7), attribuibile al trasferimento nelle carni degli acidi fenolici della crusca, e del ferulico in particolare, assume certamente un importante valore conoscitivo che merita di essere confermato in ulteriori indagini che possano altresì evidenziarne i riflessi sulla stabilità ossidativa del prodotto durante la con-

servazione ed i benefici per la salute dei consumatori.

Nel complesso, l'impiego della crusca di frumento duro ha determinato un peggioramento delle prestazioni produttive solo quando è stata associata alla restrizione alimentare ma, indi-



pendentemente dal livello nutritivo adottato, ha contribuito a migliorare le proprietà antiossidanti della carne di agnello.

In definitiva, i risultati di entrambe le sperimentazioni dimostrano che la crusca di frumento duro, derivato dell'industria molitoria, possa essere proficuamente inserita nella formu-

lazione di mangimi destinati all'alimentazione delle bovine da latte e degli agnelli da carne, con vantaggi in termini economici, ambientali e nutrizionali. La crusca, infatti, gode di facile reperibilità locale ed il suo uso consente di smaltire un sottoprodotto

che, in quanto tale, non entra in competizione con l'alimentazione umana e contribuisce a ridurre il costo della razione, senza interferire negativamente sullo stato di benessere degli animali, sulle loro prestazioni produttive o sulla qualità complessiva dei loro prodotti, ma contribuendo anzi a migliorare le proprietà antiossidanti. 