

Conservazione e utilizzazione zootecnica del pomodoro insilato con trinciato integrale di mais o polpe pressate di bietola ⁽¹⁾

MARIO RIONI VOLPATO ⁽²⁾

ROBERTO PARIGI-BINI ⁽²⁾

MICHELE CINETTO ⁽³⁾

GEROLAMO XICCATO ⁽⁴⁾

RIASSUNTO

Per studiare la conservabilità e l'utilizzazione digestiva dei pomodori interi insilati in vari rapporti con il trinciato integrale di mais o con le polpe pressate di bietola, furono preparati 12 silii sperimentali tipo *vacuum* (capacità 20 q), contenenti pomodori e trinciato integrale di mais (M) o polpe pressate di bietola (B) nei seguenti rapporti (% s.s.): 0:100 (M0 e B0); 5:95 (M5 e B5); 10:90 (M10 e B10).

La presenza di pomodori determinò crescenti perdite di insilamento ($P < 0,01$) tanto nel silomais che nelle polpe pressate (sostanza secca: M0 = 5,3%, M5 = 7,9%, M10 = 11,5%; B0 = 5,4%, B5 = 10,6%, B10 = 21,9%) e più intense fermentazioni, soprattutto nelle polpe pressate.

La digeribilità e il consumo volontario dei prodotti insilati furono determinati in due successive prove con 12 ovini. La digeribilità non venne influenzata dalla presenza di pomodori, fatta eccezione per la proteina grezza (M0 = 48,5%, M5 = 57,7%, M10 = 55,7%; B0 = 46,8%, B5 = 51,0%, B10 = 56,2%; $P < 0,01$).

Il consumo volontario e il valore nutritivo stimato degli insilati non furono modificati dall'aggiunta di livelli crescenti di pomodoro.

Parole chiave: pomodori per uso zootecnico, silomais, polpe pressate bietola insilate, valore nutritivo.

SUMMARY

CONSERVATION AND UTILIZATION FOR RUMINANT NUTRITION OF SURPLUS TOMATOES ENSILED WITH MAIZE FORAGE OR PRESSED BEET PULP

To study the conservability and the digestive utilization of tomatoes ensiled in different proportions with maize forage or with pressed beet pulp, 12 experimental *vacuum* silos (2 ton capacity) were prepared mixing tomatoes and maize silage (M) or pressed beet pulp (B) in the following ratios (on d.m. basis): 0:100 (M0 and B0); 5:95 (M5 and B5); 10:90 (M10 and B10).

The addition of tomatoes increased ($P < .01$) the ensiling losses of d.m. (M0 = 5.3%, M5 = 7.9%, M10 = 11.5%; B0 = 5.4%, B5 = 10.6%, B10 = 21.9%) and the organic acids of fermentation, mainly in the case of beet pulp.

Two trials were carried out on 12 wethers, to determine the digestibility, the voluntary intake and the nutritive value of the two silages. The digestibility was influenced by tomato percentage only for crude protein (M0 = 48.5%, M5 = 57.7%, M10 = 55.7%; B0 = 46.8%, B5 = 51.0%, B10 = 56.2%; $P < .01$).

The d.m. intake and the nutritive value of the silages were not affected by addition of tomatoes.

Key words: surplus tomatoes for ruminants, maize silage, ensiled pressed beet pulp, nutritive value.

(1) Lavoro eseguito con contributo C.N.R. nell'ambito del P.F. IPRA. Sottoprogetto 1. Pubblicazione n. 2152. La prova preliminare di insilamento dei pomodori con il silomais è stata eseguita presso l'Azienda Agraria "Sasse-Rami" di Ceregno (RO) dell'"Ente di Sviluppo Agricolo del Veneto", in collaborazione con l'Ente medesimo e con il finanziamento della Regione Veneto (Delib. n. 355/C/85 e n. 25/CS/86).

I risultati preliminari della presente ricerca sono stati presentati al VII Congresso Nazionale A.S.P.A. (Padova, 26-30 maggio 1987).

(2) Professore ordinario. Istituto di Zootecnica. Via Gradenigo, 6. 35131 Padova.

(3) Tecnico laureato. *Ibidem*.

(4) Ricercatore confermato. *Ibidem*.

Premessa

La conservazione e l'utilizzazione di alcuni sottoprodotti agro-industriali e di prodotti agricoli caratterizzati da frequenti *surplus* produttivi sono state oggetto di studio nell'ambito del progetto finalizzato IPRA,

sia mediante prove di insilamento e di digeribilità e degradabilità *in vivo* e *in vitro*, che di prove di campo su vitelloni all'ingrasso (36, 37, 38, 39, 44).

Tra i vari prodotti agricoli caratterizzati da frequenti *surplus* che ne impongono lo stoccaggio, la trasformazione e, sovente, la

TABELLA 1. - Composizione chimica dei prodotti freschi e dell'insilato misto silomais + pomodori e caratteristiche di fermentazione (1° esperimento) (media \pm DS).

TABLE 1. - Chemical composition of fresh products and fermentation characteristics (1st experiment) (means \pm SD).

		Prodotti freschi <i>Fresh products</i>		Insilato di mais e pomodori (1) <i>Maize and tomato silage (1)</i>
		Trinciato integrale <i>Whole maize</i>	Pomodori <i>Tomatoes</i>	
Campioni <i>Samples</i>	n. <i>no.</i>	6	6	10
Caratteristiche chimiche: <i>Chemical characteristics:</i>				
- sostanza secca <i>dry matter</i>	%	46,9 \pm 3,3	4,8 \pm 0,4	37,4 \pm 2,2
- proteina grezza <i>crude protein</i>	% s.s. % d.m.	6,3 \pm 0,6	20,0 \pm 0,4	7,3 \pm 0,6
- estratto etereo <i>ether extract</i>	»	2,1 \pm 0,2	5,6 \pm 0,4	3,0 \pm 0,3
- fibra grezza <i>crude fibre</i>	»	23,8 \pm 1,9	11,6 \pm 0,9	24,8 \pm 1,5
- ceneri <i>ash</i>	»	3,3 \pm 0,1	15,9 \pm 0,9	3,9 \pm 0,4
- estrattivi inazotati <i>N-free extract</i>	»	64,5 \pm 1,4	46,9 \pm 0,6	61,0 \pm 1,1
Caratteristiche di fermentazione: <i>Fermentation characteristics:</i>				
- pH				3,6 \pm 0,1
- acido lattico <i>lactic acid</i>	% s.s. % d.m.			4,7 \pm 0,7
- acido acetico <i>acetic acid</i>	»			2,5 \pm 0,3
- acido propionico <i>propionic acid</i>	»			0,6 \pm 0,1
- acido butirrico <i>butyric acid</i>	»			tracce <i>traces</i>
- azoto ammoniacale <i>N ammonia</i>	% N tot. % tot. N			9,2 \pm 0,8
- punteggio Flieg modif. (2) <i>modified Flieg score (2)</i>				78
- qualità <i>quality</i>				molto buona <i>very good</i>

(1) Miscela all'insilamento costituita dal 90% t.q. di trinciato integrale di mais e 10% di pomodori (98,9 e 1,1% della sostanza secca, rispettivamente).

(1) *The products were mixed, at the ensiling, in the proportion of 90% (on fresh basis) of forage maize and 10% of tomato (98.1% and 1.1% on dry basis, respectively).*

(2) VANBELLE e BERTIN (48).

distruzione, i pomodori da industria meritano particolare attenzione sia per l'estensione della coltivazione che per la variabilità della produzione annuale. La coltura interessa infatti circa 130-140.000 ha, soprattutto in Pu-

glia, Campania, Emilia Romagna, Calabria, Sicilia, Veneto, con produzioni annuali piuttosto variabili (4.742.000 t nel 1980; 5.994.000 t nel 1983; 6.773.000 t nel 1984; 5.470.000 t nel 1986) (27, 28).

TABELLA 2. - Composizione chimica dei prodotti freschi (2° esperimento).

TABLE 2. - Chemical composition of fresh products (2nd experiment).

		Pomodori (1) Tomatoes (1)		Trinciato integrale di mais Whole maize plant	Polpe pressate di bietola Pressed beet pulp
		1 ^a partita 1 st stock	2 ^a partita 2 nd stock		
Campioni Samples	n. no.	5	5	5	5
Sostanza secca Dry matter	%	4,7 ± 0,2	5,0 ± 0,4	39,1 ± 2,8	22,7 ± 0,2
Proteina grezza Crude protein	% s.s. % d.m.	20,7 ± 0,7	18,9 ± 1,0	7,7 ± 0,4	8,9 ± 0,3
Estratto etero Ether extract	»	4,5 ± 0,8	4,7 ± 0,4	2,5 ± 0,2	0,7 ± 0,1
Fibra grezza Crude fibre	»	12,2 ± 0,6	12,3 ± 1,1	22,3 ± 2,9	23,8 ± 0,2
Ceneri Ash	»	10,8 ± 0,4	8,9 ± 0,6	3,1 ± 0,4	4,8 ± 0,3
Estrattivi inazotati N-free extract	»	51,8 ± 0,9	55,2 ± 2,4	64,4 ± 3,2	61,8 ± 0,7
Zuccheri solubili totali Total soluble sugars	»	30,5 ± 2,9	34,8 ± 4,8	5,8 ± 1,2	4,4 ± 0,2
- zuccheri riducenti reducing sugars	»	28,4 ± 1,7	32,4 ± 4,3	4,0 ± 0,6	0,5 ± 0,1
- saccarosio sucrose	»	2,0 ± 1,2	2,3 ± 0,4	1,7 ± 0,5	3,7 ± 0,1
NDF	»	18,1 ± 0,1	18,8 ± 1,4	50,4 ± 4,1	64,4 ± 1,3
Emicellulosa Hemicellulose	»	1,2 ± 0,7	0,1 ± 0,1	22,5 ± 2,3	32,9 ± 1,2
ADF	»	16,9 ± 0,8	18,7 ± 1,3	27,9 ± 3,2	31,5 ± 0,7
ADL	»	4,2 ± 0,1	4,5 ± 0,4	3,3 ± 0,5	2,8 ± 0,6
Cellulosa Cellulose	»	12,6 ± 0,6	14,1 ± 0,9	24,2 ± 2,6	28,2 ± 0,8
Ceneri acido insolubili Acid insoluble ash	»	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,2	0,5 ± 0,4
Ca	g/kg s.s.-d.m.	1,05 ± 0,14	1,57 ± 0,23	3,26 ± 0,28	10,85 ± 0,15
P	»	5,23 ± 0,18	4,35 ± 0,38	1,95 ± 0,25	1,06 ± 0,06
Mg	»	8,71 ± 0,54	8,69 ± 0,24	9,67 ± 0,51	8,95 ± 0,28
Na	»	0,79 ± 0,04	0,97 ± 0,05	0,20 ± 0,01	1,14 ± 0,02
K	»	44,90 ± 2,00	33,48 ± 2,52	6,47 ± 0,79	4,43 ± 0,13
Fe	mg/kg s.s.-d.m.	237,1 ± 36,1	262,0 ± 48,0	242,6 ± 14,5	215,4 ± 7,77
Cu	»	26,8 ± 3,1	30,2 ± 3,2	19,6 ± 6,2	15,8 ± 2,1
Mn	»	26,5 ± 2,3	32,1 ± 4,6	31,6 ± 5,2	34,8 ± 3,6
Zn	»	43,3 ± 5,3	41,6 ± 4,0	66,3 ± 7,5	36,9 ± 0,6
Cr	»	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.

(1) La 1^a partita è stata insilata con trinciato integrale di mais, la 2^a con polpe pressate di bietola.

(1) The 1st stock was insiled with maize plant, the 2nd with pressed beet pulp.

n.m.: non misurabile - not measurable.

Il surplus produttivo ritirato dall'A.I.M.A. è risultato pari a 168.000 t nella campagna 1979/80; 34.000 t nel 1981/82; 3.300 t nel 1982/83; 4.000 t nel 1984/85; 278.000 t nel 1985/86 (2, 3, 4). Oltre ai riti-

ri, gli aiuti al settore incidono sulle spese della Comunità Europea sotto forma di compensazioni ed incentivi alla trasformazione.

L'unica destinazione delle eccedenze produttive è rappresentata dalla trasformazione

TABELLA 3. - Composizione chimica dei prodotti insilati (media \pm DS).

TABLE 3. - Chemical composition of ensiled products (mean \pm SD).

		Silomais + pomodori ⁽¹⁾ Maize silage + tomatoes ⁽¹⁾		
		M0	M5	M10
Campioni	n.	35	35	35
Samples	no.			
Sostanza secca	%	36,8 \pm 0,7	25,6 \pm 2,2	23,8 \pm 1,6
Dry matter				
Proteina grezza	% s.s.	7,5 \pm 0,3	8,5 \pm 2,5	9,0 \pm 1,6
Crude protein	% d.m.			
Estratto etereo	»	2,8 \pm 0,2	3,0 \pm 0,3	3,4 \pm 0,4
Ether extract				
Fibra grezza	»	23,2 \pm 1,1	25,5 \pm 1,4	25,1 \pm 1,3
Crude fibre				
Ceneri	»	3,5 \pm 0,6	5,3 \pm 0,9	5,3 \pm 1,0
Ash				
Estrattivi inazotati	»	63,0 \pm 1,2	57,7 \pm 2,0	56,9 \pm 1,6
N-free extract				
Zuccheri solubili totali	»	1,3 \pm 0,3	0,8 \pm 0,5	0,4 \pm 0,1
Total soluble sugars				
- zuccheri riducenti	»	1,2 \pm 0,3	0,6 \pm 0,2	0,2 \pm 0,1
reducing sugars				
- saccarosio	»	0,1 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1
sucrose				
NDF	»	50,4 \pm 2,0	53,7 \pm 2,4	53,8 \pm 2,2
Emicellulosa	»	21,9 \pm 1,9	21,8 \pm 1,3	21,5 \pm 1,6
Hemicellulose				
ADF	»	28,5 \pm 1,6	31,9 \pm 1,6	32,2 \pm 1,1
ADL	»	3,2 \pm 0,2	3,6 \pm 0,4	3,9 \pm 0,3
Cellulosa	»	24,6 \pm 1,5	27,1 \pm 1,4	27,0 \pm 1,1
Cellulose				
Ceneri acido insolubili	»	0,7 \pm 0,2	1,2 \pm 0,5	1,4 \pm 0,7
Acid insoluble ash				
Ca	g/kg s.s.-d.m.	3,41 \pm 0,51	4,84 \pm 0,80	4,33 \pm 0,78
P	»	2,09 \pm 0,12	2,22 \pm 0,27	2,31 \pm 0,14
Mg	»	9,07 \pm 0,36	9,10 \pm 0,20	9,04 \pm 0,36
Na	»	0,11 \pm 0,02	0,22 \pm 0,03	0,28 \pm 0,02
K	»	5,73 \pm 0,46	8,31 \pm 0,96	8,89 \pm 0,43
Fe	mg/kg s.s.-d.m.	213,7 \pm 36,2	458,5 \pm 56,3	528,8 \pm 55,8
Cu	»	14,3 \pm 1,3	20,2 \pm 1,8	24,1 \pm 2,3
Mn	»	27,5 \pm 5,3	34,8 \pm 5,9	35,7 \pm 3,3
Zn	»	44,3 \pm 4,4	48,3 \pm 3,8	55,4 \pm 7,2
Cr	»	n.m.	n.m.	n.m.

(1) M0: silomais 100%; M5: silomais 95% + pomodori 5% sulla s.s.; M10: silomais 90% + pomodori 10% sulla s.s.

(1) M0: maize silage 100%; M5: maize silage 95% + tomatoes 5% on dry basis; M10: maize silage 90% + tomatoes 10% on dry basis.

(2) B0: polpe pressate 100%; B5: polpe 95% + pomodori 5% sulla s.s.; B10: polpe 90% + pomodori 10% sulla s.s.

(2) B0: beet pulp 100%; B5: beet pulp 95% + tomatoes 5% on dry basis; B10: beet pulp 90% + tomatoes 10% on dry basis.

n.m.: non misurabile - not measurable.

industriale in quanto la conservazione frigorifera e in ambiente controllato consente di mantenere solo per pochi giorni l'integrità delle bacche.

Una possibile utilizzazione del prodotto,

Polpe pressate + pomodori (2) <i>Beet pulp + tomatoes (2)</i>		
B0	B5	B10
35	35	35
21,3 ± 0,7	16,8 ± 1,0	16,1 ± 0,6
9,4 ± 0,2	11,3 ± 0,7	11,9 ± 0,5
0,5 ± 0,1	1,2 ± 0,3	1,5 ± 0,4
24,0 ± 0,6	26,5 ± 1,2	27,3 ± 1,5
4,8 ± 0,2	6,3 ± 0,4	6,5 ± 0,5
61,3 ± 0,7	54,7 ± 2,0	52,0 ± 2,1
0,4 ± 0,1	1,0 ± 0,6	0,8 ± 0,3
0,1 ± 0,1	0,7 ± 0,6	0,4 ± 0,3
0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1
65,8 ± 1,9	63,4 ± 2,4	62,7 ± 1,4
34,8 ± 2,3	28,4 ± 3,2	26,2 ± 1,9
31,0 ± 1,1	35,0 ± 1,1	36,5 ± 1,3
2,2 ± 0,3	2,8 ± 0,3	2,9 ± 0,3
28,2 ± 0,7	31,3 ± 1,2	32,6 ± 1,4
0,6 ± 0,5	0,9 ± 0,5	1,0 ± 0,3
10,61 ± 0,58	13,48 ± 0,87	12,37 ± 0,75
0,73 ± 0,08	0,82 ± 0,26	1,04 ± 0,08
8,77 ± 0,35	8,95 ± 0,45	9,04 ± 0,51
1,08 ± 0,03	1,15 ± 0,08	1,10 ± 0,05
4,81 ± 0,18	6,80 ± 0,20	6,86 ± 0,39
536,3 ± 8,7	431,2 ± 17,4	620,1 ± 38,0
20,6 ± 2,7	26,2 ± 3,1	30,7 ± 4,2
32,7 ± 3,3	42,7 ± 3,9	39,1 ± 1,1
51,3 ± 2,6	61,0 ± 3,3	60,9 ± 8,7
n.m.	n.m.	n.m.

nel caso in cui le industrie conserviere non siano in grado di assorbire tutta la produzione, è quella zootecnica. Al momento attuale, sono abbastanza note le caratteristiche chimiche e nutritive dei sottoprodotti della lavorazione del pomodoro (polpe, buccette, semi, ecc.) e le possibili applicazioni nell'alimentazione del bestiame (1, 26, 32, 41, 46, 56), mentre non sono conosciute le possibilità di conservazione e di utilizzazione dei pomodori interi a fini zootecnici. Questa forma di utilizzazione presuppone la conservazione del prodotto a basso costo e il suo inserimento in razioni bilanciate per gli animali in produzione zootecnica. Le maggiori difficoltà in proposito sono date dall'elevato contenuto di umidità (circa 95%) che ne impedisce la conservazione o l'insilamento da solo o con l'uso di additivi.

Allo scopo di studiare la possibilità di conservare i pomodori interi e di utilizzarli nell'alimentazione animale, furono condotte alcune prove di insilamento in miscela con trinciato integrale di mais o con polpe pressate di bietola e prove di digeribilità *in vivo* su ovini.

Materiale e metodi

Prove di insilamento

Nella prima prova, di carattere orientativo, sono stati miscelati circa 250 q di pomodori con 2500 q di trinciato di mais ceroso di 1° raccolto (s.s. 46,9%), insilandolo il tutto con la consueta tecnica di preparazione del silomais (compressione con trattatrice ruotata e dotata di pala anteriore e copertura del silo con telone di PVC). I prodotti freschi ed insilati furono analizzati per determinarne la composizione chimica e le caratteristiche di insilamento, secondo le metodiche descritte più oltre.

Nel secondo esperimento sono stati allestiti 12 sili sperimentali tipo *vacuum*, costituiti da robusti sacchi di PVC contenenti approssimativamente 20 q ciascuno di prodotto insilato (altezza 2-2,5 m, diametro 1,5 m circa). I sili sono stati riempiti con trinciato integrale di mais (M) o con polpe pressate di bietola (B) in combinazione con pomodori interi nei seguenti rapporti:

- 2 sili con silomais di controllo (M0);
- 2 sili con 70% tq. di silomais e 30% di pomodori, pari a circa il 5% di pomodori sulla s.s. (M5);

- 2 sili con 55% t.q. di silomais e 45% di pomodori, pari a circa il 10% di pomodori sulla s.s. (M10);
- 2 sili con polpe pressate di bietola di controllo (B0);
- 2 sili con 80% di polpe pressate e 20% di pomodori, pari a circa il 5% di pomodori sulla s.s. (B5);
- 2 sili con 65% di polpe pressate e 35% di pomodori, pari a circa il 10% di pomodori sulla s.s. (B10).

Il caricamento dei foraggi nei sili avveniva con benna meccanica mentre i pomodori venivano caricati manualmente, miscelandoli accuratamente con il foraggio. Nel corso del caricamento, con la benna meccanica si effettuava inoltre una parziale compressione della massa insilata.

All'interno di ciascun silo, a diversa altezza, vennero posti 3 sacchi in rete a maglie fitte, contenenti 10 kg di materiale, nelle citate proporzioni, al fine di determinare le perdite d'insilamento (tecnica dei sacchi sepolti) (31, 54).

Dopo il riempimento, ciascun silo fu chiuso ermeticamente e venne creato il vuoto con una pompa aspirante attraverso l'apposita valvola. L'aspirazione del gas di fermentazione che gonfiava i sili venne effettuata più volte nei giorni successivi all'insilamento, fino al raggiungimento di una situazione di stabilità.

L'apertura dei sili venne eseguita dopo circa 6 mesi, nella primavera successiva all'insilamento.

Digeribilità in vivo e consumo volontario su ovini

Furono condotte due prove di digeribilità su 12 ovini castrati di razza Bergamasca del peso vivo medio di $80,7 \pm 22,7$ kg sistemati in gabbie individuali di digeribilità (6).

Nella prima prova venne determinata la digeribilità dell'insilato di mais di controllo o con pomodori (M0, M5 e M10). Nella seconda prova venne studiata la digeribilità dei prodotti insilati a base di polpe pressate di bietola (B0, B5 e B10).

Gli ovini furono alimentati con i prodotti insilati (4 animali per tipo), somministrati in ragione di circa 40 g s.s./kg^{0,75} giornaliere e integrati con 10 g/capo/d di urea zootecnica, così da portare il tenore proteico ($N \times 6,25$) della dieta ad almeno il 10% s.s. (6), e con 60 g di integratore vitaminico-

minerale. La razione giornaliera veniva ripartita in due pasti somministrati alle ore 9 e alle ore 17, subito dopo la raccolta e la pesatura di eventuali residui.

Ciascuna prova si articolò in un periodo di 3 settimane preliminari di adattamento e una settimana di raccolta integrale delle feci che vennero pesate e analizzate individualmente.

Al termine della settimana di raccolta delle feci, nel corso di ciascuna prova, furono eseguiti su ogni ovino 3 prelievi ruminali mediante sonda esofagea, uno prima del pasto mattutino, il secondo un'ora e mezza dopo il pasto, il terzo tre ore dopo il pasto.

Ciascuna prova di digeribilità venne seguita da una prova di consumo volontario, costituita da una settimana di adattamento con somministrazione della dieta *ad libitum*, e da una settimana di controllo dei consumi volontari.

Determinazioni analitiche e stima del valore nutritivo degli alimenti

La composizione chimica tipo degli alimenti freschi ed insilati e delle deiezioni fu determinata con i metodi indicati dall'A.S.P.A. (5); l'analisi delle frazioni fibrose fu condotta con il metodo di GOERING e VAN SOEST (21) pretrattando i campioni con α -amilasi (29) e determinando la lignina (ADL) con soluzione di acido solforico al 72%.

I campioni dei prodotti freschi e degli insilati furono sottoposti ad estrazione in soluzione acquosa con Lab-Blender Stomacher 400 (12). Su tale estratto vennero determinati il pH e il contenuto di etanolo per via gascromatografica in colonna Porapack QS (17). Gli estratti vennero quindi eluiti in resina Biorex 5 (30), per separare la frazione contenente gli acidi organici da quella non ionica.

La frazione acida degli estratti degli insilati e i campioni di liquido ruminale vennero analizzati in HPLC con colonna Biorad HPX-87H (12, 40) per la determinazione degli acidi organici volatili e dell'acido lattico. Sulla frazione non ionica vennero determinati gli zuccheri solubili, con tecnica colorimetrica, e il saccarosio, previo trattamento con invertasi (9).

Il contenuto di azoto ammoniacale fu determinato con elettrodo specifico (29) previa estrazione del campione in soluzione di

TABELLA 4. - Caratteristiche di fermentazione dei prodotti insiliati (media \pm DS).TABLE 4. - Fermentation characteristics of ensiled products (mean \pm SD).

		Silomais + pomodori <i>Maize silage + tomatoes</i>			Polpe pressate + pomodori <i>Beet pulp + tomatoes</i>		
		M0	M5	M10	B0	B5	B10
Campioni <i>Samples</i>	n. <i>no.</i>	18	18	18	18	18	18
pH		4,0 \pm 0,1	4,2 \pm 0,1	4,2 \pm 0,1	4,1 \pm 0,1	3,8 \pm 0,1	3,7 \pm 0,1
Acido lattico <i>Lactic acid</i>	%s.s. <i>%d.m.</i>	3,1 \pm 0,7	3,8 \pm 0,7	3,7 \pm 1,2	1,9 \pm 1,4	4,0 \pm 1,3	4,8 \pm 1,3
Acido acetico <i>Acetic acid</i>	»	0,8 \pm 0,4	3,7 \pm 1,1	4,8 \pm 1,3	1,0 \pm 0,6	4,7 \pm 0,7	5,2 \pm 1,6
Acido propionico <i>Propionic acid</i>	»	0,1 \pm 0,1	0,5 \pm 0,2	0,6 \pm 0,2	0,1 \pm 0,1	0,4 \pm 0,2	0,3 \pm 0,2
Acido butirrico <i>Butyric acid</i>	»	0,1 \pm 0,1	0,4 \pm 0,1	0,4 \pm 0,2	0,9 \pm 0,4	3,6 \pm 1,2	2,7 \pm 0,9
Etanolo <i>Ethanol</i>	»	0,63 \pm 0,23	0,61 \pm 0,24	0,47 \pm 0,23	0,22 \pm 0,06	0,61 \pm 0,11	0,61 \pm 0,27
N ammoniacale <i>Ammonia N</i>	%N tot. <i>% tot. N</i>	4,69 \pm 0,82	8,60 \pm 1,13	8,89 \pm 0,98	2,43 \pm 0,66	3,23 \pm 0,42	4,45 \pm 0,45
Punteggio Flieg modif. ⁽¹⁾ <i>Modified Flieg score⁽¹⁾</i>		93	68	66	80	72	74
Qualità dell'insilato <i>Silage quality</i>		ottima <i>excellent</i>	buona <i>good</i>	buona <i>good</i>	molto buona <i>very good</i>	buona <i>good</i>	buona <i>good</i>

⁽¹⁾ VANBELLE e BERTIN (48).

H₂SO₄ 0,1N con Stomacher 400.

La valutazione della qualità degli insilati è stata effettuata in base al contenuto in meq di acidi di fermentazione, con il metodo Flieg, modificato secondo VANBELLE e BERTIN (48). Il contenuto di s.s. degli insilati venne corretto in base alla concentrazione di acidi organici, di etanolo e di azoto ammoniacale, come suggerito da DULPHY e DEMARQUILLY (16).

I coefficienti di digeribilità apparente dei principi nutritivi delle diete sperimentali (foraggi + urea + integratore) vennero calcolati con bilancio *ingesta-excreta*, assegnando ad ogni g di urea della razione un valore di 2,6 g di proteina grezza (41). I coefficienti di digeribilità dei foraggi insilati al netto dell'urea e dell'integratore furono stimati con metodo indiretto assumendo per l'azoto ureico una digeribilità pari al 100% e per le ceneri dell'integratore una digeribilità uguale a quella del contenuto minerale degli insilati.

La composizione chimica tipo e i coefficienti di digeribilità furono utilizzati per stimare il contenuto energetico degli alimenti insilati, applicando le equazioni proposte da

VAN DER HONING e coll. (49) per l'EL e l'EM, quella di HOFFMANN e SCHIEMANN (25) per l'ED, quella di VAN ES (51) per il km, quella di BLAXTER (10) per il kf e quella di VAN ES (50) per il kl. I valori di kmf furono calcolati con l'equazione di HARKINS e coll. (22), mentre i valori di U.F.C. e U.F.L. furono determinati con le relazioni suggerite dall'I.N.R.A. (26).

L'elaborazione statistica dei risultati fu condotta con analisi della varianza utilizzando il programma LSMLMW, versione per *personal computer* del package HARVEY (23).

Risultati e discussione

Primo esperimento. Insilamento di pomodori con silomais

I risultati dell'analisi chimica dei prodotti freschi (tabella 1), utilizzati nella prima prova di carattere orientativo, pongono in evidenza il notevole contenuto di s.s. del trinciato di mais (46,9%), mentre i pomodori sono risultati molto ricchi di acqua (95,2%) e

ben dotati di proteina grezza (20,0% s.s.) e di ceneri (15,9% s.s.).

Il prodotto ottenuto con l'insilamento del trinciato di mais e del pomodoro in proporzione del 90% e del 10% sul t.q. (99% e 1% circa sul secco) è risultato di buona qualità; l'aggiunta di pomodori al mais ceroso raccolto in epoca tardiva ha permesso di ridurre il tenore di s.s. avvicinandolo a quello ottimale (attorno al 35%) ed ha leggermente incrementato il contenuto di proteina grezza, dal 6,3% s.s. del trinciato integrale di mais al 7,3% s.s. dell'insilato misto.

Le concentrazioni di acidi organici (ac.

lattico 4,7% s.s.; ac. acetico 2,5% s.s.) hanno evidenziato il prevalere delle fermentazioni omo- ed etero-lattiche con assenza di fermentazioni clostridiche (ac. butirrico in tracce) e l'insilato, valutato qualitativamente con il metodo Flieg (46), è risultato "molto buono".

Secondo esperimento. Insilamento dei pomodori con silomais o polpe pressate di bietola

La composizione chimica dei prodotti freschi e degli insilati utilizzati nella seconda

TABELLA 5. - Perdite quantitative durante l'insilamento (sacchi sepolti).

TABLE 5. - Quantitative losses during storage (buried bags).

		Silomais + pomodori <i>Maize silage + tomatoes</i>			Polpe pressate + pomodori <i>Beet pulp + tomatoes</i>		
		M0	M5	M10	B0	B5	B10
Sacchi sepolti	n.	6	6	6	6	6	6
<i>Buried bags</i>	no.						
Sostanza secca	%	5,3	7,9	11,5	5,4	10,6	21,9
<i>Dry matter</i>							
Sostanza organica	»	5,6	9,1	12,1	5,2	11,0	22,2
<i>Organic matter</i>							
Proteina grezza	»	11,0	7,5	7,9	2,3	1,8	9,1
<i>Crude protein</i>							
Estratto etereo	»	1,5	6,8	-2,7	29,6	-47,4	-20,0
<i>Ether extract</i>							
Fibra grezza	»	3,3	-6,9	-2,7	8,4	6,1	11,0
<i>Crude fibre</i>							
Ceneri	»	-3,2	-26,4	-7,4	8,0	2,7	16,4
<i>Ash</i>							
Estrattivi inazotati	»	5,9	14,9	18,5	4,2	15,1	29,2
<i>N-free extract</i>							
Zuccheri solubili totali	»	95,9	97,9	98,8	91,9	89,6	90,9
<i>Total soluble sugars</i>							
Zuccheri riducenti	»	96,1	98,5	99,4	76,9	84,1	89,0
<i>Reducing sugars</i>							
Saccarosio	»	93,0	89,5	90,8	94,1	92,7	92,5
<i>Sucrose</i>							
Contenuto cellulare	»	1,5	16,0	18,5	2,5	1,8	16,3
<i>Cell content</i>							
NDF	»	9,1	-0,6	3,2	6,9	16,0	25,6
Emicellulosa	»	13,0	6,7	7,9	3,3	25,8	39,8
<i>Hemicellulose</i>							
ADF	»	5,9	-6,3	-0,4	10,8	6,1	11,7
ADL	»	9,2	0,1	9,3	37,7	23,0	26,1
Cellulosa	»	6,0	-4,7	0,1	7,5	4,2	10,7
<i>Cellulose</i>							

n.s.: non significativo - *not significant*.

prova è riportata nella tabelle 2 e 3.

Analogamente alla precedente esperienza, i pomodori freschi apparivano caratterizzati da un modestissimo contenuto di s.s. con lievi differenze tra le due partite utilizzate (4,7% e 5,0%). L'elevato contenuto di acqua indica senza alcun dubbio i limiti di conservazione e di utilizzazione zootecnica di questo frutto che non può essere conservato da solo per lungo tempo e non può che rappresentare una modesta percentuale della s.s. ingerita dagli animali.

I pomodori risultarono inoltre dotati di una elevata percentuale di proteina grezza

(18,9-20,7% s.s.) e di estratto etereo (4,5-4,7% s.s.), mentre presentavano modesti livelli di fibra (Weende e Van Soest), caratterizzata tuttavia da una percentuale relativamente elevata di lignina (4,2-4,5% s.s.).

Il contenuto di zuccheri solubili è risultato leggermente diverso tra le due partite di pomodori (30,5 vs 34,8% s.s.), con una netta prevalenza degli zuccheri riducenti sul saccarosio.

La composizione minerale dei pomodori è apparsa caratterizzata da una scarsa presenza di Ca (1,05-1,57 g/kg) e da elevati contenuti di P e K. La concentrazione di microelementi è risultata invece vicina a quella del silomais e delle polpe.

I valori osservati in questa esperienza, così come quelli della prova preliminare, confermano dati riportati da altri AA. (24, 43, 47) e quelli di una precedente ricerca condotta presso questo Istituto (13).

La composizione del trinciato integrale di mais e delle polpe pressate di bietola è risultata conforme alle caratteristiche medie di tali prodotti, anche se il foraggio di mais è stato raccolto con un contenuto di s.s. (39,1%), superiore a quello considerato ottimale (33-35%). Questo può spiegare la modesta dotazione di zuccheri solubili che, notoriamente, diminuisce con l'avanzare della maturità della pianta di mais (54). Anche le polpe presentavano un modesto contenuto di zuccheri solubili totali (4,4% s.s.), costituiti prevalentemente da saccarosio (3,7% s.s.).

All'apertura dei sili, i prodotti si presentavano ben conservati, tranne una limitata presenza di muffe superficiali. La massa foraggera non risultava però così compatta come nei normali sili a trincea, conseguenza del tipo di silo adottato e delle difficoltà di compressione al momento dell'insilamento. Inoltre i sili contenenti le percentuali più elevate di pomodori (M10 e B10) presentavano discrete quantità di liquidi di percolazione, non misurate, raccolte sul fondo dei sacchi. I sili con le quantità più basse di pomodori (M5 e B5) presentavano invece modeste perdite di percolazione, leggermente più abbondanti nel caso delle polpe pressate di bietola.

L'esame della composizione degli insilati (tabella 3) evidenzia caratteristiche chimiche normali per i due prodotti di controllo (M0 e B0), mentre l'aggiunta di consistenti percentuali di pomodori ha sensibilmente modificato le caratteristiche degli alimenti. Si è innanzitutto osservata una decisa riduzione del contenuto di s.s. passando dal prodotto

Insilato <i>Silage</i>	Probabilità <i>Probability</i>	
	Pomodori <i>Tomatoes</i>	Interazione <i>Interaction</i>
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	n.s.	<0,05
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	<0,01	<0,05
<0,01	<0,01	n.s.
<0,05	<0,01	<0,01
<0,01	n.s.	<0,01
<0,01	<0,01	n.s.
<0,01	<0,01	n.s.
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	<0,01	n.s.
<0,01	<0,05	<0,05
<0,01	<0,01	n.s.

di controllo a quello con il più basso livello di pomodori (da 36,8% a 25,6% nel caso del silomais; da 21,3% a 16,8% nel caso delle polpe). Assai meno rilevante è risultata la diminuzione del contenuto di s.s. a seguito del-

l'ulteriore aumento di pomodori, fatto questo da imputare sicuramente alla percolazione dei liquidi derivanti dal pomodoro che eccedevano la capacità di assorbimento dei faggi.

TABELLA 6. - Digeribilità apparente, valore nutritivo e consumo volontario delle diete sperimentali.

TABLE 6. - *Apparent digestibility, nutritive value and voluntary intake of experimental diet.*

	Silomais + pomodori <i>Maize silage + tomatoes</i>			Polpe pressate + pomodori <i>Beet pulp + tomatoes</i>			
	M0	M5	M10	B0	B5	B10	
Coefficients di digeribilità ⁽¹⁾ : <i>Digestibility coefficients ⁽¹⁾:</i>							
— sostanza secca <i>dry matter</i>	%	65,1	65,2	65,8	76,7	77,4	77,9
— sostanza organica <i>organic matter</i>	»	68,0	69,0	68,9	81,2	81,9	82,7
— proteina grezza <i>crude protein</i>	»	48,5	57,7	55,7	46,8	51,0	56,2
— estratto etero <i>ether extract</i>	»	82,9	84,6	87,1	-72,2	-3,5	15,5
— fibra grezza <i>crude fibre</i>	»	59,4	61,7	59,5	81,7	81,5	83,0
— estrattivi inazotati <i>N-free extract</i>	»	72,6	72,7	73,2	87,2	88,3	88,4
— contenuto cellulare <i>cell content</i>	»	75,3	75,4	78,0	61,5	68,2	69,5
— NDF	»	54,1	53,6	52,0	84,1	82,6	83,1
— emicellulosa <i>hemicellulose</i>	»	53,0	55,2	54,4	89,1	88,1	88,7
— ADF	»	55,1	52,7	50,6	79,0	77,8	78,8
— cellulosa <i>cellulose</i>	»	62,1	63,7	59,8	88,9	88,1	89,6
Valore nutritivo stimato ⁽¹⁾ : <i>Estimated nutritive value ⁽¹⁾:</i>							
— EL - GE	MJ/kg s.s.-d.m.	18,4	18,2	18,4	17,9	17,8	17,9
— ED - DE	»	12,1	12,1	12,3	13,6	13,7	13,9
— EM - ME	»	10,1	10,0	10,2	11,1	11,2	11,3
— ENm - NEm	»	7,2	7,1	7,3	8,1	8,2	8,3
— ENa - NEf	»	4,4	4,4	4,5	5,5	5,5	5,6
— ENma - NEmf	»	5,9	5,9	6,0	7,0	7,1	7,2
— ENi - NEI	»	6,0	6,0	6,1	6,8	6,9	6,9
— U.F.C.	n./kg s.s.-d.m.	0,77	0,78	0,79	0,92	0,93	0,94
— U.F.L.	»	0,84	0,85	0,86	0,96	0,97	0,98
Consumo volontario s.s.: <i>D.m. voluntary intake:</i>							
— per capo <i>per head</i>	g/d	1585	1442	1511	1615	1503	1836
— su peso vivo metabolico <i>on metabolic weight</i>	»	63,7	59,0	59,3	59,9	55,1	63,7

⁽¹⁾ Al netto del nucleo integratore minerale e dell'urea (metodo indiretto).

⁽¹⁾ *Vitamin mineral supplement and urea excluded (indirect method).*

n.s.: non significativo - *not significant.*

Per quanto riguarda invece le variazioni dei vari principi nutritivi, l'aggiunta di pomodori ha determinato un incremento della proteina e dell'estratto etereo, accompagnata dall'aumento della fibra e delle frazioni fi-

brose e dalla diminuzione degli estrattivi inazotati. Tali modificazioni sono da un lato imputabili al maggiore o minore apporto delle singole sostanze nutritive da parte dei pomodori, dall'altro al diverso andamento delle perdite di insilamento a carico dei vari principi nutritivi.

Tutti gli insilati hanno presentato infine una scarsa dotazione di zuccheri solubili residui e una composizione minerale corrispondente alla diversa proporzione dei vari alimenti freschi di base.

I dati di fermentazione sono riassunti in tabella 4. Il pH degli insilati di controllo è risultato pari a 4,0 per il silomais e 4,1 per le polpe, valori adeguati ad assicurare una buona conservazione dei prodotti in relazione al loro contenuto di umidità e al tipo di foraggio. L'aggiunta di pomodori ha determinato un effetto diverso nei due prodotti, aumentando il pH nel caso del silomais (4,2) e diminuendolo nel caso delle polpe (3,8-3,7).

I prodotti senza pomodori evidenziano andamenti normali delle fermentazioni e una buona qualità dell'insilato. I modesti livelli di ac. lattico (1,9% s.s.) e quelli relativamente elevati di ac. butirrico (0,9% s.s.) dell'insilato di polpe pressate sono tipici di tale alimento (18, 19, 20, 34, 35, 55).

L'aggiunta di pomodori ad entrambi i foraggi ha causato un peggioramento qualitativo degli insilati, con un aumento sensibile della produzione di acidi organici. Nel caso del silomais, si è osservato un netto incremento della produzione di ac. acetico (da 0,8 a 3,7 e 4,8% s.s.) e butirrico (da 0,1 a 0,4 e 0,4% s.s.), mentre più contenuto è risultato l'aumento di ac. lattico (da 3,1 a 3,8 e 3,7% s.s.). Anche la produzione di N ammoniacale è aumentata con l'aumentare della percentuale di pomodori all'insilamento, raggiungendo una percentuale abbastanza elevata dell'N totale.

Ciò ha concorso a peggiorare la qualità dell'insilato, pur senza raggiungere livelli preoccupanti, con un punteggio Flieg passato da 93 a 68 a 66.

Tendenzialmente diverso invece il trend osservato nei sili contenenti polpe di bietola. Accanto ad un massiccio incremento della fermentazione acetica (da 1,0 a 4,7 e 5,2% s.s.), analogo a quello osservato per il silomais, si è verificato un forte incremento della fermentazione lattica e, ancor più, di quella butirrica. La produzione di acido butirrico, tuttavia, è diminuita nel caso del foraggio con la maggior concentrazione di pomodori

Proobabilità <i>Probability</i>		
Insilato <i>Silage</i>	Pomodori <i>Tomatoes</i>	Interazione <i>Interaction</i>
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
n.s.	<0,01	n.s.
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
—	—	—
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
<0,01	n.s.	n.s.
n.s.	n.s.	n.s.
n.s.	n.s.	n.s.

TABELLA 7. - Caratteristiche del liquido ruminale di ovini alimentati con le diete sperimentali a differenti momenti di prelievo.

TABLE 7. - Characteristics of rumen liquor of wethers fed with the experimental diets, at different sampling times.

	Momento del prelievo Sampling time			Insilato Silage	
	Prima del pasto Before meal	1h30m dopo il pasto 1h30m after meal	3h dopo il pasto 3h after meal	Silomais Maize silage	Polpe pressate Pressed beet pulp
pH ruminale <i>Rumen pH</i>	8,34 ^B	7,64 ^A	7,61 ^A	8,06 ^B	7,67 ^A
A.G.V. totali <i>Total V.F.A.</i>	mmol/l 36,1 ^A	85,6 ^{BC}	77,2 ^{Bb}	67,6	65,0
Acido acetico <i>Acetic acid</i>	%A.G.V. 71,9 %V.F.A.	72,6	73,7	71,8 ^a	73,6 ^b
Acido propionico <i>Propionic acid</i>	» 13,3 ^{Aa}	15,6 ^{Bb}	14,6 ^{ABb}	16,4 ^B	12,6 ^A
Acido butirrico <i>Butyric acid</i>	» 10,3	9,1	9,6	8,2 ^A	11,2 ^B
Acido isovalerianico <i>Isovaleric acid</i>	» 0,9 ^{Bb}	0,5 ^{Aa}	0,6 ^{ABa}	1,1 ^B	0,2 ^A
Acido valerianico <i>Valeric acid</i>	» 3,6 ^C	2,2 ^b	1,4 ^A	2,5	2,4
Rapporto C ₂ /C ₃ <i>C₂/C₃ ratio</i>	5,6	5,1	5,2	4,5 ^A	6,0 ^B
Rapporto (C ₂ +C ₄)/C ₃ <i>(C₂+C₄)/C₃ ratio</i>	6,4	5,7	5,9	5,1 ^A	7,0 ^B
N ammoniacale <i>Ammonia N</i>	mg/l 34,0 ^A	150,8 ^C	88,9 ^B	134,0 ^A	48,5 ^B

A, B, C: <0,01; a, b, c: P<0,05.

(da 0,9 a 3,6 a 2,7% s.s.).

La qualità dell'insilato è peggiorata passando dal controllo al 5% di pomodori (da 80 a 72 punti Flieg), mentre non ha subito variazioni in seguito all'ulteriore aggiunta di pomodori (74 punti).

La maggior produzione di acidi organici va sicuramente imputata alle più intense fermentazioni che si verificano nei foraggi caratterizzati da una elevata umidità, come hanno riferito vari AA. a proposito del silomais (31, 33, 53, 54). Va notato che le maggiori differenze nelle caratteristiche di fermentazione hanno riguardato gli insilati di controllo rispetto a quelli con il 5% di pomodori, mentre sono risultate assai più contenute passando dal 5% al 10% di pomodori, e ciò in seguito alle crescenti perdite di liquidi di percolazione che hanno impedito l'ulteriore aumento di umidità degli insilati.

Di notevole interesse riveste il fenomeno dell'intenso aumento della fermentazione lat-

tica nel caso delle polpe pressate, da collegare molto probabilmente all'apporto di zuccheri semplici (glucosio e fruttosio), da parte dei pomodori, a un prodotto che ne è solitamente scarsamente dotato (26, 32, 42, 43, 47).

Perdite di insilamento

La valutazione delle perdite di insilamento con la tecnica dei sacchi sepolti (tabella 5) ha confermato il negativo effetto indotto dall'aggiunta di pomodori, tanto sul trinciato di mais che sulle polpe di bietola, rispetto ai due prodotti di controllo che hanno evidenziato limitate perdite di s.s. (5,3 e 5,4%) e dei vari principi nutritivi.

Come era prevedibile sulla base dell'aumento dell'attività fermentativa e del peggioramento della qualità degli insilati, l'aggiunta di pomodori in ragione del 5% della s.s.

Livello di pomodori <i>Tomato level</i>			Probabilità <i>Probability</i>			
0%	5%	10%	Prelievo <i>Sampling</i>	Insilato <i>Silage</i> (I)	Pomodori <i>Tomatoes</i> (P)	Interazione I × P <i>Interaction</i>
7,92	7,89	7,79	<0,01	<0,01	n.s.	n.s.
66,6	63,6	68,7	<0,01	n.s.	n.s.	<0,05
71,6 ^a	74,3 ^b	72,3 ^{ab}	n.s.	<0,05	<0,05	<0,01
14,9 ^{ABb}	13,4 ^{Bb}	15,2 ^{Bb}	<0,01	<0,01	<0,01	n.s.
10,5	9,4	9,0	n.s.	<0,01	n.s.	n.s.
0,6	0,6	0,7	<0,05	<0,01	n.s.	n.s.
2,4	2,2	2,7	0,01	n.s.	n.s.	<0,01
5,2 ^{ABa}	5,8 ^{Bb}	4,9 ^{Aa}	n.s.	<0,01	<0,01	n.s.
5,9 ^{ABa}	6,6 ^{Bb}	5,5 ^{Aa}	n.s.	<0,01	<0,01	n.s.
81,4	95,0	97,3	<0,01	<0,01	n.s.	n.s.

ha sensibilmente aumentato le perdite d'insilamento in entrambi i prodotti (7,9 e 10,6%).

L'ulteriore aumento dell'incidenza percentuale di pomodori nella massa insilata non ha determinato un incremento considerevole delle perdite quantitative nel caso del silomais (11,5%), mentre le ha addirittura raddoppiate con le polpe pressate (21,9%).

Un'ipotesi plausibile del diverso comportamento dei due insilati all'aumentare del contenuto di pomodori potrebbe essere collegata, oltre che con le diverse perdite di percolazione, anche con il potere sterilizzante dei pomodori, ipotizzato da taluni AA. (24, 46), dovuto ad alcune sostanze contenute nel succo (tomatina), effetto che non si sarebbe invece esplicato nel caso delle polpe in seguito alla maggiore umidità della miscela.

La varie sostanze nutritive hanno mostrato perdite alquanto variabili in funzione del tipo di insilato e dell'incidenza di pomodori

con alcuni andamenti non facilmente spiegabili. Per quanto riguarda, ad esempio, le perdite negative (guadagno) di estratto etereo nelle polpe pressate insilate con pomodori, si tratta probabilmente di un andamento dovuto alla produzione durante la conservazione di sostanze (acidi organici, lipidi batterici) che rientrano analiticamente nell'estratto etereo. Tale fenomeno è tanto più evidente quanto più povero di estratto etereo è il foraggio di partenza (polpe pressate).

Le perdite di zuccheri solubili sono risultate estremamente elevate e mediamente superiori al 95% nel caso degli insilati a base di silomais e al 90% nel caso delle polpe pressate.

Digeribilità in vivo e valore nutritivo

I risultati della prova di digeribilità su ovini dei prodotti insilati sono riportati in ta-

bella 6.

I due foraggi di controllo (silomais e polpe pressate) hanno manifestato un'utilizzazione digestiva della s.s. tra loro diversa (65,1% vs 76,7%; $P < 0,01$), in linea con quella riscontrata da altri AA. (18, 19, 20, 33, 53).

In particolare, il silomais presenta una minore digeribilità rispetto alle polpe pressate di bietola ($P < 0,01$) sia per quanto riguarda la fibra Weende (59,4% vs 81,7%) che le diverse frazioni fibrose (NDF: 54,1% vs 84,1%; cellulosa: 62,1% vs 88,9%), mentre il contenuto cellulare del primo prodotto è sensibilmente più digeribile (75,3% vs 61,5%).

Per quanto riguarda la digeribilità dell'estratto etereo, si osservano valori fortemente negativi nel caso delle polpe pressate di controllo, dati che diventano positivi con l'aggiunta di pomodori. Questo comportamento è tipico delle polpe, scarsamente dotate in estratto etereo (0,7% s.s.), con formazione di lipidi di origine batterica ed endogena, analogamente a quanto avviene per la proteina (14, 52). L'aggiunta di pomodori, con il loro maggiore apporto di lipidi grazi ha reso meno evidente il fenomeno, riportando in senso positivo i valori di digeribilità.

Sulla base dei dati di digeribilità dei vari principi nutritivi e della composizione chimica è stato possibile stimare il valore nutritivo degli insilati. Il silomais presenta un contenuto energetico nella norma (10,1 MJ/kg s.s. di EM; 0,77 U.F.C. e 0,84 U.F.L./kg s.s.), mentre per le polpe i valori stimati (11,1 MJ/kg s.s. di EM; 0,92 U.F.C. e 0,96 U.F.L./kg s.s.) appaiono leggermente inferiori a quelli indicati da altri AA. (26, 32, 55).

L'aggiunta di pomodori tanto al silomais che alle polpe di bietola ha aumentato lievemente il valore nutritivo, a livelli tuttavia non significativi statisticamente.

L'effetto della presenza di pomodori non si è manifestato nemmeno nei riguardi dell'ingestione volontaria di s.s. dove le modeste differenze osservate tra i vari trattamenti non raggiungono la significatività statistica.

Caratteristiche del liquido ruminale degli ovini

In tabella 7 sono descritte le caratteristiche del liquido ruminale degli ovini in prova

di digeribilità. Vengono riportati, per semplicità, solo gli effetti medi principali, sebbene per alcuni parametri siano state osservate interazioni significative. Data la notevole concentrazione di sostanze rapidamente fermentabili contenute nei pomodori, per meglio valutare l'evoluzione nel breve periodo delle fermentazioni ruminali, è stato effettuato un prelievo intermedio (1 ora e mezza dopo il pasto) oltre al consueto prelievo a 3 ore dal pasto adottato in precedenti lavori (11, 36, 39).

Le variabili esaminate (pH, A.G.V. e azoto ammoniacale) sono risultate significativamente influenzate soprattutto dal tipo di foraggio e dal momento del prelievo, mentre assai più modeste sono state le variazioni indotte dall'aggiunta di pomodori.

Il pH ruminale si è mantenuto su livelli elevati, come conseguenza di un'alimentazione povera di concentrati amilacei e di un'integrazione azotata sotto forma di urea, ed è diminuito in funzione del momento del prelievo (8,34% vs 7,64 e 7,61; $P < 0,01$). È risultato inoltre superiore negli animali alimentati con silomais rispetto a quelli con polpe (8,06 vs 7,67; $P < 0,01$), mentre non sono emerse differenze in funzione del livello di pomodori. Le altre caratteristiche del fluido ruminale sono state influenzate dal momento del prelievo, con un rapido incremento della quantità totale di A.G.V. e della percentuale di ac. propionico nelle prime ore dopo il pasto. La concentrazione di azoto ammoniacale, a seguito dell'integrazione con urea della razione, è rapidamente aumentata subito dopo il pasto, per poi diminuire già a 3 ore dal pasto.

Il silomais ha determinato un andamento delle fermentazioni sostanzialmente diverso da quello delle polpe, con un'inferiore percentuale molare di ac. acetico e butirrico e una maggiore incidenza di ac. propionico, ac. isovalerianico e un più basso rapporto C_2/C_3 (4,5 vs 6,0; $P < 0,01$). Particolarmente diversificata è risultata la concentrazione di azoto ammoniacale, superiore nel silomais (134,0 vs 48,5 mg/l; $P < 0,01$) il che può spiegare, almeno in parte, i più elevati valori del pH.

L'effetto della presenza dei pomodori si è manifestato in maniera significativa solo nel caso degli insilati con il 5% di pomodori che hanno provocato un incremento della percentuale molare di ac. acetico e una riduzione di quella di ac. propionico. Tale comportamento non si è però manifestato con i livelli

massimi di pomodori. Il rapporto C_2/C_3 , cresciuto passando dal controllo al 5% di pomodori e poi ridisceso con il 10% di pomodori, potrebbe indicare una modificazione sensibile delle condizioni ruminanti a seguito dell'ingestione di un'eccessiva quantità di pomodori.

Conclusioni

Le ricerche condotte per studiare la conservabilità e l'utilizzazione digestiva dei pomodori interi insilati in varie proporzioni con trinciato integrale di mais o polpe pressate di bietola hanno evidenziato quanto segue:

- i pomodori sono caratterizzati da un contenuto d'acqua estremamente elevato (circa 95%) che ne limita fortemente la possibilità di conservazione da soli o in miscele con altri alimenti e impedisce la somministrazione di apprezzabili quantità di s.s. agli animali;
- l'insilamento di modeste quantità di pomodori (10% del t.q.; 1% della s.s.) in miscela con il silomais non ha determinato modificazioni negative nella qualità dell'insilato;
- l'insilamento di più elevate quantità di pomodoro (5% e 10% della s.s.) in miscela con il silomais (rapporti di miscelazione 30:70 e 45:55 sul t.q.) o con le polpe pressate di bietola (rapporti di miscelazione 20:80 e 35:65 sul t.q.), pur avendo positivamente influenzato alcuni componenti chimici dei prodotti come il contenuto proteico, ha fornito risultati decisamente negativi quali l'eccessiva riduzione del contenuto di s.s. degli insilati, l'aumento delle fermentazioni acetiche e butirriche, l'aumento delle perdite di s.s., sia a causa delle più intense fermentazioni che delle percolazioni. Tali perdite hanno praticamente riguardato tutta la s.s. aggiunta del pomodoro e, in alcuni casi, una quota dell'insilato di base;
- l'utilizzazione digestiva degli insilati ottenuti non è risultata apprezzabilmente influenzata dalla presenza di quantità crescenti di pomodori, come pure il valore nutritivo stimato e l'ingestione volontaria di sostanza secca.

I risultati di questa esperienza consentono di affermare che l'insilamento dei pomodori in quantità apprezzabili in miscela con altri foraggi è una pratica da escludere, in quanto determinano un peggioramento qua-

litativo degli insilati e un aumento delle perdite di fermentazione e di percolazione, mentre non migliora sostanzialmente l'utilizzazione nutritiva dei prodotti.

La miscelazione di piccole quantità di pomodori può tuttavia rappresentare un modo valido per evitarne la distribuzione con i conseguenti problemi di impatto ambientale, ma senza dubbio ciò non determina alcun vantaggio di carattere economico per l'allevatore, che può invece incorrere in maggiori spese di insilamento e inconvenienti di carattere organizzativo.

Qualora, tuttavia, si ritenesse opportuno ricorrere a tale forma di conservazione e di utilizzazione, si deve limitare al 10% o poco più la percentuale sul t.q. di pomodori da aggiungere al silomais, possibilmente ad elevato contenuto di s.s., mentre l'insilamento con polpe pressate non appare consigliabile.

INDICE BIBLIOGRAFICO

LITERATURE CITED

- 1) ABDEL-RAHMAN A.H.Y. (1983) - The chemical constituents of tomato seeds. «Nutr. Abstr. Rev.», 53, 390.
- 2) A.I.M.A. (1984) - Settore dei prodotti ortofrutticoli. «A.I.M.A. notizie», (64-65-66), 30-34.
- 3) A.I.M.A. (1985) - Ortofrutticoli. Notevoli erogazioni a sostegno del settore. «A.I.M.A. notizie», (82-83), 28-31.
- 4) A.I.M.A. (1986) - Ortofrutticoli. Molteplici misure di intervento. «A.I.M.A. notizie», (90-91), 14-20.
- 5) A.S.P.A. COMMISSIONE VALUTAZIONE ALIMENTI (1980) - Valutazione degli alimenti di interesse zootecnico. 1. Analisi chimica. «Zoot. Nutr. Anim.», 6, 19-34.
- 6) A.S.P.A. COMMISSIONE VALUTAZIONE ALIMENTI (1982) - Valutazione degli alimenti di interesse zootecnico. 2. Aspetti metodologici della digeribilità *in vivo*. «Zoot. Nutr. Anim.», 8, 387-394.
- 7) AUREJAC R. (1983) - *Pulpes de tomates. Utilisation par les animaux. Scheda tecnica R.N.E.D. Bovin. E.I.E. Languedoc Roussillon*, France.
- 8) BAROZZI L. (1984) - Utilizzazione dei residui agro-industriali. «Agricoltura ricerca», 4 (17), 54-61.
- 9) BLAKENEY A.B., MUTTON L.L. (1980) - A simple calorimetric method for the determination of sugars in fruit and vegetables. «J. Sci. Food Agric.», 31, 889-896.
- 10) BLAXTER K.L. (1974) - Metabolizable energy and feeding systems for ruminants, 3-25. In H. SWAN, D. LEWIS (Ed.) *Nutrition conference for feed manufacturers n. 7*. Butterworths, London.
- 11) BONSEMBIANTE M., BITTANTE G., RAMANZIN M., ANDRIGHETTO I. (1988) - L'utilizzazione dell'energia negli ovini in accrescimento: rilievi *infra-vitam*. «Zoot. Nutr. Anim.», 14, 387-406.
- 12) CANALE A., VALENTI M.E., CIOTTI A. (1984) - Determination of volatile carboxylic acids (C_1-C_5) and lactic acid in aqueous acid extracts of silage by high performance liquid chromatography. «J. Sci. Food Agric.», 35, 1178-1182.

- 13) CHERICATO G.M. (1981) - Comunicazione personale.
- 14) CZERKAWSKI J.W. (1986) - *Rumen Studies*. Pergamon Press, Oxford.
- 15) DELL'AGLIO F., TORRIANI S., BATTAGLIA M., AVANZINI G., SANTI E. (1985) - Prove preliminari di conservazione per insilamento di sottoprodotti agricolo-industriali. 1. Cascami di pomodoro. «Zoot. Nutr. Anim.», 11, 366 (Abstr.).
- 16) DULPHY J.P., DEMARQUILLY C. (1981) - Problèmes particuliers aux ensilages, 81-104. In C. DEMARQUILLY (Ed.) *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. Ed. I.N.R.A. Publ., Versailles.
- 17) GALLETTI G., PICCAGLIA R. (1983) - Rapida analisi gascromatografica dell'acido lattico e degli acidi organici volatili nel silomais. «Zoot. Nutr. Anim.», 9, 347-356.
- 18) GASPARI F., GALLETTI G., PICCAGLIA R. (1983) - Trattamento con acido formico in pre-insilamento alle polpe supressate di bietola con controllo nel tempo del processo fermentativo. *Atti dell'Incontro su: «Le Polpe supressate e la borlanda concentrata di melasso di bietola»*, 119-134. CLUEB, Bologna.
- 19) GASPARI F., VECCHIETTINI M. (1983) - L'effetto della compressione e della copertura nell'insilamento della polpa supressata. *Atti dell'Incontro su: «Le polpe supressate e la borlanda concentrata di melasso di bietola»*, 85-101. CLUEB, Bologna.
- 20) GASPARI F., VECCHIETTI M., BORTOLOTTI M. (1983) - Indagini su sili aziendali di polpa supressata. *Atti dell'Incontro su: «Le polpe supressate e la borlanda concentrata di melasso di bietola»*, 51-78. CLUEB, Bologna.
- 21) GOERING H.K., VAN SOEST P.J. (1970) - *Forage fiber analysis*. U.S.D.A. Agricultural Handbook, n. 379.
- 22) HARKINS J., EDWARDS R.A., McDONALD P. (1974) - A new net energy system for ruminants. «Anim. Prod.», 19, 141-148.
- 23) HARVEY W.R. (1987) - *LSMLMW - PC-1 Version. Mixed model - Least-squares and maximum likelihood computer program*. Department of Dairy Science, Ohio State University. Columbus, Ohio, 43210.
- 24) HOBSON G.E., DAVIES J.N. (1971) - The tomato, 437-482. In A.G. HULME (Ed.) *The biochemistry of fruits and their products*. Vol. 2. Academic Press Inc., London.
- 25) HOFFMANN L., SCHIEMANN R. (1980) - Von der Kalorie zum Joule: Neue Grossenbeziehungen bei Messungen des Energieumsatzes und bei der Berechnung von Kennzahlen der energetischen Futterbewertung. «Arch. Tierernährung», 30, 733-742.
- 26) INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (1988) - *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Ed. I.N.R.A. Publ., Versailles.
- 27) IRVAM (1986) - Pomodoro. Consuntivo 1985 - Previsioni 1986. «IRVAM Informazioni», 2 (Suppl. 24), 1-12.
- 28) IRVAM (1987) - Pomodoro. Consuntivo 1986 - Previsioni 1987. «IRVAM Informazioni», 3 (Suppl. 22), 1-20.
- 29) MARTILLOTTI F., ANTONGIOVANNI M., RIZZI L., SANTI E., BITTANTE G. (1987) - *Metodi di analisi per la valutazione degli alimenti d'impiego zootecnico*. Quaderni metodologici n. 8, C.N.R.-IPRA, Roma.
- 30) McCORD J.D., TROUSDALE E., RYU D.D.Y. (1984) - A improved sample preparation procedure for the analysis of major organic components in grape must and wine by High Performance Liquid Chromatography. «Am. J. Enol. Vitic.», 35 (1), 28-29.
- 31) McDONALD P. (1981) - *The biochemistry of silage*. J. Wiley & Sons, Chichester.
- 32) MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD - STANDING COMMITTEE ON TABLES OF FEED COMPOSITION (1986) - *Feed composition. U.K. tables of feed composition and nutritive value for ruminants*. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks SL7 3P.
- 33) PARIGI-BINI R. (1983) - Foraggio e insilati di mais, 301-357. In M. BONSEMBIANTE (Ed.) *Il mais*. Liviana Editrice, Padova.
- 34) PARIGI-BINI R., CINETTO M. (1982) - Nota sull'effetto di un inoculo batterico nell'insilamento delle polpe «pressate» di bietola. «Zoot. Nutr. Anim.», 8, 461-466.
- 35) PARIGI-BINI R., RIONI VOLPATO M., CINETTO M., XICCATO G. (1985) - Utilizzazione delle polpe pressate di bietola in piani alimentari a diversa concentrazione energetica nella produzione del vitellone. «Zoot. Nutr. Anim.», 11, 447-460.
- 36) PARIGI-BINI R., RIONI VOLPATO M., XICCATO G., CINETTO M. (1987) - Ricerche sulla conservazione, digeribilità e utilizzazione nell'ingrasso del vitellone degli stocchi di mais insilati e del melasso. «Zoot. Nutr. Anim.», 13, 91-106.
- 37) PARIGI-BINI R., RIONI VOLPATO M., XICCATO G., CINETTO M. (1987) - Ricerche sull'insilamento e l'utilizzazione zootecnica delle mele. Primo contributo. «Zoot. Nutr. Anim.», 13, 641-654.
- 38) PARIGI-BINI R., RIONI VOLPATO M., XICCATO G., CINETTO M. (1989) - Ricerche sull'insilamento e l'utilizzazione zootecnica delle mele. 2. Composizione delle mele fresche ed insilate e caratteristiche di fermentazione. «Zoot. Nutr. Anim.», 15, 25-34.
- 39) PARIGI-BINI R., RIONI VOLPATO M., XICCATO G., CINETTO M. (1989) - Ricerche sull'insilamento e l'utilizzazione zootecnica delle mele. 3. Degradabilità ruminale e digeribilità *in vitro* e *in vivo*. «Zoot. Nutr. Anim.», 15, 35-48.
- 40) PICHA D.H. (1985) - Organic acid determination in sweet potatoes by HPLC. «J. Agric. Food Chem.», 33, 743-745.
- 41) PICCIONI M. (1979) - *Dizionario degli alimenti per il bestiame*. Edagricole, Bologna.
- 42) PORCELLI S., D'AMORE R., MONOPOLI F.P. (1984) - Comportamento varietale del pomodoro da industria nel Sud Italia. «Inf. Agr.», 40 (40), 51-61.
- 43) PORCELLI S., GIORDANO I., MARCHESI G., DI CANDILO M. (1984) - Miglioramento genetico e varietà nel pomodoro da industria. «Inf. Agr.», 40 (40), 31-49.
- 44) RIONI VOLPATO M., PARIGI-BINI R., CINETTO M., XICCATO G. (1986) - Conservazione, digeribilità e valore nutritivo di due tipi di marcomele insilati. «Zoot. Nutr. Anim.», 12, 443-452.
- 45) SEREDKIN V.A. (1982) - Lipid metabolism in the gastrointestinal tract of cattle fed on tomato pulp. «Nutr. Abstr. Rev.», 52, 195.
- 46) SHEVCHUK I., KOCHETOVA A., GOLIVETS G., KIRILENKO O. (1985) - Utilization of wastes from tomato production in mixed feeds. «Nutr. Abstr. Rev.», 55, 433.
- 47) TRAVIA L. (1974) - *Manuale di scienza dell'alimentazione*. Il «Pensiero Scientifico» Editore, Roma.
- 48) VANBELLE M., BERTIN G. (1985) - *L'ensilage. Aspects biologiques nouveaux*. Ed. Sanofi Santé Animale, Paris.
- 49) VAN DER HONING Y., STEG A., VAN ES A.J.H. (1977) - Feed evaluation for dairy cows: tests on the

- system proposed in the Netherlands. «Liv. Prod. Sci.», 4, 57-67.
- 50) VAN ES A.J.H. (1975) - Feed evaluation for dairy cows. «Liv. Prod. Sci.», 2, 95-107.
- 51) VAN ES A.J.H. (1978) - Feed evaluation for ruminants. 1. The systems in use from May 1977 onwards in the Netherlands. «Liv. Prod. Sci.», 5, 331-345.
- 52) VAN SOEST P.J. (1982) - *Nutritional ecology of the ruminant*. O & B Books, Inc., Corvallis, Oregon 97330.
- 53) WILKINSON J.M. (1978) - The ensiling of forage maize: effects on composition and nutritive value. 201-237. In E.S. BUNTING, B.F. PAIN, R.H. PHIPPS, J.M. WILKINSON, R.E. GUNN (Ed.) *Forage maize. Production and utilisation*. Agricultural Research Council, London.
- 54) WOOLFORD M.K. (1984) - *The silage fermentation*. Dekker Inc., New York.
- 55) XICCATO G. (1986) - Utilizzazione dei sottoprodotti della barbabietola. «Professione allevatore», 13 (14), 30-35.
- 56) ZAGIBALOW A., NIKITENKO L., D'YAKONOVA A., FEL'DMAN A. (1987) - Row material from tomato seeds. «Nutr. Abstr. Rev.», 57, 127.

Lavoro pervenuto in redazione il 7 settembre 1988.

Approvato per la pubblicazione il 7 febbraio 1989.

Gli estratti del lavoro potranno essere richiesti a:

For reprints apply to:

Dott. Gerolamo Xiccato. Istituto di Zootecnica. Via Gradenigo, 6. 35131 Padova.