

POLIMORFISMO PROTEICO E CARATTERISTICHE QUANTI-QUALITATIVE DEL LATTE DI BOVINI ALLEVATI NEL MOLISE. COMPOSIZIONE CHIMICA

Il lavoro condotto dal Consdabi di Circello, Benevento, mette in evidenza che i bovini di razza Bruna della regione Molise presentano una maggiore frequenza dell'allele B rispetto all'allele A della k-caseina e il loro latte risulta più idoneo per la trasformazione casearia. Inoltre, dalla distribuzione dei genotipi rispetto ai loci considerati la Bruna presenta una maggiore variabilità genetica rispetto alle altre razze considerate, anche se l'indice di somiglianza genetica fra razze è risultato abbastanza elevato. In sintesi, la combinazione delle varianti genetiche della caseina e delle sieroproteine permette di individuare un "genotipo globale" dei soggetti analizzati. Sarebbe, pertanto, logico considerare tali loci in combinazione al fine di individuare un genotipo globale ottimale.

1. Introduzione

Il problema del miglioramento della qualità del latte ai fini della trasformazione casearia è stato oggetto di numerose indagini negli ultimi anni. In particolare, è stato evidenziato che sull'attitudine alla caseificazione del latte possono influire fattori ascrivibili a quelli di natura genetica e di natura ambientale, nonché alla interazione genotipo-ambiente (Matassino, 1986). Fra gli aspetti più importanti nella produzione di formaggio un ruolo determinante è rappresentato dall'attitudine del latte alla coagulazione presamica; tale attitudine, peraltro, risulta strettamente collegata al contenuto in caseine che, insieme a quello in lipidi, determina il rendimento industriale della caseificazione. I latte anomali, poveri di caseine, caratterizzati da una minore velocità di coagulazione chimica e coagulo poco consistente, trovano scarso impiego nella produzione dei formaggi a lunga stagionatura in quanto rappresentano la principale causa di deprezzamento e dequalificazione del prodotto che risulta organoletticamente difettoso (Mariani e Pecorari, 1991).

Scopo della presente ricerca è quello di valutare l'effetto di alcune fonti di variazione sull'attitudine alla caseificazione del latte bovino. In questo primo lavoro viene considerato l'effetto del genotipo lattoproteico individuale, sia quello 'globale' che quello entro il singolo locus, dell'ordine di lattazione, del tipo di stabulazione e di alimentazione, del sistema di mungitura e dell'uso o meno dell'irrigazione sulle principali caratteristiche chimico-fisiche del latte.

In un successivo lavoro (Zullo et al., in c.d.s.) verranno esaminati gli effetti degli stessi fattori di variabilità sulle caratteristiche lattodinamiche del latte individuale.

1.1. Polimorfismo proteico

La componente proteica e il suo polimorfismo svolgono e svolgeranno un ruolo sempre più importante ai fini della valorizzazione nutrizionale del latte destinato all'utilizzazione sia diretta che casearia. È noto che le proteine del latte si suddividono in due gruppi: le caseine (82%) e le proteine del siero, definite anche proteine solubili (18%). La

maggiore parte di esse viene sintetizzata direttamente dalle cellule epiteliali secernenti della ghiandola mammaria, mentre le altre, come la sieralbumina e le immunoglobuline, provengono dal circolo ematico. Le frazioni caseiniche di stretta sintesi mammaria sono quattro, α_{s1} , α_{s2} , β e k , mentre la g rappresenta un insieme di prodotti di degradazione per azione delle proteasi alcaline del latte e, in particolare, della plasmina di provenienza ematica.

Le proteine del siero sono: α -lattalbumina, β -lattoglobulina, proteoso-peptoni, ecc.. La più importante è la β -lattoglobulina, la cui molecola è ricca di gruppi solfidrilici; gruppi che sono presenti anche nella α -lattalbumina.

Il contributo delle diverse proteine al contenuto proteico totale del latte è desumibile dalla tabella I. Nella tabella II viene evidenziata la diversità fra i tipi genetici per quanto concerne la frequenza

Donato Matassino¹⁻², Carmela Maria Assunta Barone¹, Pasquale Colatruglio¹, Antonio Zullo¹ e Michele Mascia³. Con la collaborazione tecnica di Giuseppe Genovino¹.

¹Dipartimento di Scienze zootecniche - Università degli Studi di Napoli 'Federico II', Portici, Napoli.

²Consorzio per la Sperimentazione, Divulgazione e Applicazione di Biotecnologie Innovative (ConSDABI), Circello, Benevento.

³Apa, Isernia.

Lavoro eseguito nell'ambito della Convenzione fra gli enti sopracitati (1-3), prevista dalla Misura 5 del P.I.M. Molise, Sottoprogramma 2/Zone interne.

delle varianti genetiche dei diversi sistemi polimorfi, a oggi.

La problematica dell'individuazione del genotipo 'ottimale' viene affrontata considerando il genotipo 'globale', sulla base dei 5 loci esaminati, anziché quello per singolo locus; ai fini selettivi, infatti,

Tab. I - Percentuale delle diverse proteine sul contenuto totale proteico del latte (Matassino, 1991)

Proteina di biosintesi		Loci n.	Alleli N (1)	Contributo quantitativo %
Mammaria	Ematica			
1. Caseine				75 - 85
1.1. α _{s1} - Caseina		1	5	39 - 46
1.2. α _{s2} - Caseina		1	4	6 - 11
1.3. β - Caseina		1	8	25 - 35
1.4. κ - Caseina		1	5	8 - 15
2. β - Lattoglobuline		1	7	7 - 12
3. α - Lattoalbumine		1	3	2 - 5
4. Sieroalbumine		1	3	0.7 - 1.3
5. Immunoglobuline				1.9 - 3.3
6. Enzimi (-60)				2 - 4

(1) Non è ancora dimostrato definitivamente se l'allele BZ delle β-Cn e l'allele Dr delle β-Lg siano varianti genetiche o modificazioni post-traduzionali (variazione della carica elettrica totale in seguito all'attacco di un radicale fosforico a un residuo aminoacidico).

il considerare il genotipo al singolo locus, quando sono noti i genotipi di altri loci, rappresenta un errore dottrinale, biologico e operativo.

2. Materiale e metodi

Sono state seguite, mediante controlli mensili, le lattazioni di 382 bovine, 216 di razza Bruna e 166 di razza Frisona italiana, distribuite in 71 allevamenti, di cui 33 in provincia di Campobasso e 38 in provincia di Isernia. Tali allevamenti, sottoposti ai controlli funzionali, sono stati scelti in base alla loro rappresentatività di una determinata area omogenea (schema I).

Schema I - Classificazione delle zone omogenee in base ai criteri adottati dagli Ispettorati agrari di Isernia e di Campobasso.

Zona omogenea	Comuni
1. Provincia di Campobasso	
Zona 1. Fascia litoranea e delle colline nord-orientali del Molise	Termoli, Petacciato
Zona 2. Colline del medio Biferno, del medio Trigno e parte delle colline nord-orientali	Acquaviva, Collecroce, Bonefro, Gambatesa, Lupara, Pietracatella, Sant'Elia A, Pianisi, Tufara
Zona 3. Colline sud-orientali del Matese settentrionale, della montagna settentrionale, della montagna di Campobasso e parte del medio Trigno e Biferno	Baranello, Boiano, Busso, Campobasso, Campoliato, Cercemaggiore, Colledanchise, Guardiavilla, Jelsi, Matrice, Mirabella Sannitico, Oratino, Riccia, San Massimo, Spinetete
2. Provincia di Isernia	
Zona 4. Alto Molise	Agnone, Carovilli, S. Pietro Avellana, Vastogirardi, Montenero Val Cocchiara, Pizzone, Rocchetta al Volturno, Scapoli
Zona 5. Alto Volturno	Cantalupo, Fraslone, Macchiagodena, Roccamandolfi
Zona 6. Alto Trigno	Isernia, Pozzilli, Venafro
Zona 7. Colline del Volturno	

Tabella II - Frequenze alleliche delle caseine, delle β-lattoglobuline e delle α-lattoalbumine in alcuni tipi genetici bovini taurini e zebuini e nello yak (Matassino, 1991 - modificata).

Tipo genetico	Locus															Locus											Autore									
	α _{s1} -Cn					α _{s2} -Cn					β-Cn					κ-Cn					β-Lg					α-La										
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	A ¹	A ²	A ³	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		F	G	A	B	C				
Banteng (Bali'S Bovine)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25	0.75	0.125	0.125	-	-	-	1.00	Bell et al., 1981			
Brown Swiss	-	0.953	0.064	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.504	0.490	-	-	-	0.441	0.559	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani, 1987
Chianina	-	0.825	0.175	-	-	-	-	-	0.469	0.342	-	0.034	0.128	-	-	-	0.282	0.718	0.011	-	0.301	0.799	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bettini and Masina, 1972	
American Friesian	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.870	0.130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zadworny and Kuhenlein, 1990	
Holstein Friesian	-	0.970	0.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.690	0.310	-	-	0.400	0.600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani and Russo, 1972	
Danish Friesian	-	0.990	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.700	0.300	-	-	0.590	0.410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani and Russo, 1972	
Italian Friesian	-	0.969	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.753	0.247	-	-	0.459	0.541	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani and Russo, 1971	
Italian Friesian	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.462	0.537	0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani, 1981	
Holland Friesian	-	0.970	0.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.730	0.270	-	-	0.610	0.390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani and Russo, 1972	
Dutch Blak Pied	-	0.950	0.050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.800	0.200	0.012	-	0.340	0.660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani and Russo, 1972	
Grey Alpine	-	0.740	0.259	-	-	-	-	-	0.160	0.613	0.063	0.174	0.049	-	-	0.517	0.471	-	-	0.564	0.436	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Di Stasio and Merlin, 1979		
Marchigiana	-	0.748	0.252	-	-	-	-	-	0.476	0.400	-	0.076	0.048	-	-	0.162	0.838	-	-	0.190	0.810	-	-	-	-	-	0.043	0.957	-	-	-	-	-	Bettini and Masina, 1972		
Maremmana	-	0.654	0.346	-	-	-	-	-	0.411	0.545	-	0.014	-	-	0.262	0.738	-	-	0.381	0.619	-	-	-	-	-	-	-	0.105	0.895	-	-	-	Bettini and Masina, 1972			
Modenese	-	0.820	0.180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.505	0.495	-	-	0.277	0.722	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Russo and Mariani, 1972	
Modicana	-	0.615	0.385	-	-	-	-	-	0.410	0.585	-	0.005	-	-	0.235	0.765	-	-	0.150	0.840	0.010	-	-	-	-	-	-	0.075	0.925	-	-	-	Bettini and Masina, 1972			
Montbéliarde	-	-	-	-	0.989	-	0.011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mahe, 1981	
Italian Red Pied	-	0.885	0.115	-	-	-	-	-	0.233	0.600	-	0.096	0.071	-	-	0.530	0.470	-	-	0.478	0.515	0.007	-	-	-	-	-	-	1.000	-	-	-	-	Bettini and Masina, 1972		
Russian Red Pied	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.490	0.455	0.055	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vlasenko et al., 1986		
Ungarian Red Pied	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.552	-	-	-	-	0.028	0.972	-	-	-	-	-	Horvath, 1972		
Piedmont	-	0.801	0.199	-	-	-	-	-	0.236	0.459	-	0.296	0.009	-	-	0.596	0.431	-	-	0.306	0.694	-	-	-	-	-	0.232	0.768	-	-	-	-	-	Bettini and Masina, 1972		
Piedmont	-	0.780	0.210	-	-	-	-	-	-	0.792 (1)	-	0.166	0.026	-	0.016	0.600	0.400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani and Russo, 1973		
Piedmont	-	0.820	0.180	-	-	-	-	-	-	0.840 (1)	-	0.120	0.040	-	-	0.001	0.620	0.380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Voglio and Garignano, 1975		
Podolian	-	0.225	0.775	-	-	-	-	-	0.289	0.711	-	-	-	-	-	0.197	0.803	-	-	0.479	0.521	-	-	-	-	-	-	-	0.080	0.920	-	-	-	Bettini and Masina, 1972		
Podolian	-	0.633	0.363	0.004	-	-	0.996	0.004	-	0.311	0.638	-	0.045	0.007	-	0.308	0.692	-	-	0.414	0.596	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Chianese et al., 1982		
Reggiana	-	0.850	0.150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.534	0.466	-	-	0.529	0.469	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani and Russo, 1971	
Rendena	-	0.910	0.090	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.650	0.350	-	-	0.290	0.710	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mariani and Russo, 1975	
Romagnola	-	0.890	0.110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.320	0.680	-	-	0.290	0.710	-	-	-	-	0.140	0.860	-	-	-	-	-	Russo and Mariani, 1974		
Sarda	-	0.821	0.179	-	-	-	-	-	0.250	0.643	-	0.095	0.012	-	-	0.500	0.500	-	-	0.476	0.524	-	-	-	-	-	0.048	0.952	-	-	-	-	-	Bettini and Masina, 1972		
Austrian Simmenthal	-	0.870	0.130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.380	0.620	-	-	-	-	-	-	1.000	-	-	-	-	-	Russo and Mariani, 1976	
German Simmenthal	-	0.910	0.090	-	-	-	-	-	0.310	0.590	0.01	0.07	0.020	-	-	0.750	0.240	-	-	0.010	0.450	0.530	0.020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Seibert et al., 1987	
Aosta Red Pied	-	0.782	0.218	-	-	-	-	-	0.213	0.722	-	0.056	0.009	-	-	0.420	0.579	-	-	0.505	0.495	-	-	-	-	-	-	-	1.000	-	-	-	-	Bettini and Masina, 1972		
Vosges	-	-	-	-	0.912	-	0.088	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mahe, 1981	
Zebu' Deshi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.920	-	0.050	-	0.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aschaffenburg et al., 1968		
Yak Mongolia	-	-	0.620	-	0.340	0.800	0.090	0.110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mahe, 1981	
Yak Nepal	-	-	0.020	0.630	-	0.350	0.774	-	0.226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mahe, 1981	

(1) Comprende i valori di A1 e A3. (2) In alcuni soggetti non è stato possibile distinguere la variante E dalla variante F.

Tab. III - Distribuzione delle bovine in relazione ai livelli dei fattori di variazione considerati, entro e indipendentemente dalla razza.

Fonte di variazione	Razza					
	Bruna		Frisona italiana		tutte	
	N	% su tutte	N	% su tutte	N	% su tutte
Zona omogenea (schema I):						
ZO1	25	11.57	14	8.43	39	10.21
ZO2	22	10.19	24	14.46	46	12.04
ZO3	22	10.19	56	33.73	78	20.42
ZO4	88	40.74	-	-	88	23.04
ZO5	24	11.11	3	1.81	27	7.07
ZO6	27	12.50	9	5.42	36	9.42
ZO7	8	3.70	60	36.14	68	17.80
Irrigazione:						
Asciutto	177	81.94	105	63.25	282	73.82
Irriguo	39	18.06	61	36.75	100	26.18
Stabulazione:						
Fissa	106	49.07	73	43.98	179	46.86
Libera	110	50.93	93	56.02	203	53.14
Mungitura:						
Manuale	33	15.28	17	10.24	50	13.09
Meccanica	183	84.72	149	89.76	332	86.91
Alimentazione:						
Tradizionale	88	40.74	117	70.48	205	53.66
Tradizionale-pascolo	88	40.74	-	-	88	23.04
Unifeed	40	18.52	49	29.52	89	23.30
Ordine di parto:						
1. + 2.	68	31.48	67	40.36	135	35.34
3.	66	30.56	47	28.31	113	29.58
4. + 5.	56	25.93	42	25.30	98	25.65
6.	26	12.04	10	6.02	36	9.42
Tutti	216	100.00	166	100.00	382	100.00

Gli allevamenti sono stati classificati distintamente per area omogenea, per classe di altitudine, per la pratica o meno dell'irrigazione e per alcune tecniche di allevamento quali il tipo di stabulazione e i sistemi di mungitura e di alimentazione; le bovine sono state raggruppate per ordine di parto (tabella III).

I campioni individuali di latte, prelevati con cadenza mensile durante la lattazione, sia alla mungitura del mattino che a quella della sera, sono stati addizionati di Bronopol non colorato e mantenuti refrigerati a 4 °C fino al momento della determinazione dell'analisi chimica centesimale e lattodinamometrica, avvenuta entro le 12 ore successive al prelievo.

Il polimorfismo delle caseine e delle sieroproteine del latte individuale è stato determinato secondo il metodo di focalizzazione isoelettrica su gel di poliaccrilammide (PAGIF) (Trieu-Cuot e Gripon, 1981). Tale tecnica è stata integrata con quella dell'immunoblotting (Chianese et al., 1992). La determinazione della percentuale di grasso, di proteine e di lattosio è stata effettuata mediante analizzatore automatico Milkoscan 134 A/B. Il valore energetico del latte è stato ricavato utilizzando i coefficienti suggeriti da Fidanza e Liguori (1992):

(a) kcal = % grasso x 9 + % proteine x 4 + % lattosio x 3,75;

(b) kj = % grasso x 37,7 + % proteine x 16,7 + % lattosio x 15,7.

L'acidità è stata espressa in termini di pH e il numero di cellule somatiche presenti nel latte è stato determinato con il metodo fluoro-ottico me-

dante il Fossomatic 90.

Le variabili inerenti alla composizione chimica centesimale del latte, nonché il valore energetico, il pH e il numero di cellule somatiche (trasformato in log₂ per rendere omogenee le varianze), sono state analizzate secondo diversi modelli di analisi della varianza allo scopo di evidenziare l'effetto di alcuni fattori genetici e ambientali. Tali modelli sono tutti rispondenti ai requisiti della connessione, per cui non è stato possibile considerare i seguenti genotipi: CC della α_{s1}-Cn e A1C, A2A1, A3A1, A2C e A1A3 della β-Cn; lo stesso dicasi per i fattori 'area omogenea' e 'altitudine' e per l'effetto interattivo fra alcuni fattori presi in esame.

L'effetto dei singoli fattori genetici e ambientali e di alcune interazioni è stato indagato secondo il seguente modello di analisi della varianza, in cui i fattori sono considerati fissi, secondo quanto esplicitato in Matassino et al. (1984) e l'effetto di ciascuno è espresso come deviazione dalla media generale μ:

$$Y_{ijklmnopqrsuv} = \mu + \alpha_{s1}\text{-Cn}_i + \beta\text{-Cn}_j + k\text{-Cn}_k + \alpha L_l + \beta L_m + RA_n + IR_o + ST_p + MU_q + AL_r + OP_s + (IR \times ST)_{op} + (IR \times AL)_{or} + (ST \times MU)_{pq} + (ST \times AL)_{pr} + CONTR_u + e_{ijklmnopqrsuv} \quad (1)$$

ove:

μ = costante comune a tutte le osservazioni (media generale);

α_{s1}-Cn_i = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'*i*ma variante genetica delle α_{s1}-caseine (i=1,2);

β-Cn_j = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative alla *j*ma variante genetica delle β-caseine (j=1,2,...,6);

k-Cn_k = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative alla *k*ma variante genetica delle k-caseine (k=1,2,3);

αL_l = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'*l*ma variante genetica delle α-lattoalbumine (l=1,2);

βL_m = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'*m*ma variante genetica delle β-lattoglobuline (m=1,2,3);

RA_n = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'*n*ma razza (n=1,2);

IR_o = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all' *o*mo tipo di irrigazione (o=1,2);

ST_p = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative al *p*mo tipo di stabulazione (p=1,2);

MU_q = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative al *q*mo tipo di mungitura (q=1,2);

AL_r = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'*r*mo tipo di alimentazione (r=1,2,3);

OP_s = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'*s*mo ordine di parto (s=1,2,...,4);

(IRxST)_{op} = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'interazione fra irrigazione e stabulazione;

(IRxAL)_{or} = effetto fisso comune a tutte le osserva-

zioni relative all'interazione fra irrigazione e alimentazione;

$(ST \times MU)_{pq}$ = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'interazione fra stabulazione e mungitura;

$(ST \times AL)_{pr}$ = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative all'interazione fra stabulazione e alimentazione;

$CONTR_u$ = effetto fisso comune a tutte le osservazioni relative al u^{mo} controllo (u=1,2, ..., 8);

$e_{ijklmnopqrst}$ = effetti non spiegati e/o errore residuo casuale.

L'effetto allevamento è stato individuato secondo i seguenti modelli:

Per la Bruna: $Y_{ijklmstuv} = \mu + \alpha_{s1}-Cn_i + \beta-Cn_j + k-Cn_k + \alpha La_l + \beta Lg_m + Op_s + ALLEV_t + CONTR_u + e_{ijklmstuv}$ (2)

Per la Frisona: $Y_{ijklmstuv} = \mu + \beta-Cn_j + k-Cn_k + \alpha La_l + \beta Lg_m + Op_s + ALLEV_t + CONTR_u + e_{ijklmstuv}$ (3) ove il significato dei simboli è lo stesso di quello indicato per il modello (1) e l'effetto fisso comune a tutti gli allevamenti (ALLEV) è rappresentato da t = 1, 2, ..., 38 per la Bruna e da t = 1, 2, ..., 30 per la Frisona italiana. In quest'ultima razza manca il fattore $\alpha_{s1}-Cn$.

L'effetto del 'genotipo globale' dell'animale (GENGLOB), ottenuto dalla combinazione delle varianze genetiche dei 5 sistemi polimorfi ($\alpha_{s1}-Cn$; $\beta-Cn$; $k-Cn$; $\alpha-La$; $\beta-Lg$) comuni alle due razze, è stato indagato secondo il seguente modello:

$Y_{ijklm} = \mu + RA_i + GENGLOB_j + (RA * GENGLOB)_{ij} + ALLEV_k + CONTR_l + e_{ijklm}$ (4)

ove il significato dei simboli è lo stesso di quello riportato per il modello (1) e l'effetto fisso del GENGLOB è rappresentato da j = 1, 2, ..., 30.

Ogni modello è stato utilizzato per stimare il valore medio delle caratteristiche chimiche, del pH e del numero di cellule somatiche, tenendo conto di tutti i fattori considerati singolarmente e interativamente ('mediamente') (Chiofalo et al., 1983).

La significatività delle differenze fra le medie stimate è stata saggiata con il test t di Student.

Entro il singolo locus, il confronto fra la frequenza genotipica rilevata e quella attesa in base alla legge di Hardy-Weinberg è stato saggiato con il test χ^2 .

È stata calcolata la variabilità genetica di ciascuna razza, espressa dalla probabilità di estrarre a caso due individui che abbiano, nell'insieme dei 5 loci, lo stesso genotipo: $\sum_i p_i^2$ (Bettini e Masina, 1972).

La probabilità che GENGLOB identici appartenano ciascuno alle due razze considerate è stata stimata secondo la formula suggerita da Bouquet e Grosclaude (1968):

$$R = \frac{\sum_i p_i^1 p_i^2}{\sqrt{\sum_i p_i^2 \cdot 1 p_i^2}}$$

ove:

p_i^1 = probabilità di estrarre a caso un individuo

Tab. IV - Distribuzione delle bovine in relazione al genotipo al locus delle caseine del sieroproteine, entro e indipendentemente dalla razza

Locus	Genotipo	Razza					
		Bruna		Frisona italiana		tutte	
		N	% su tutte	N	% su tutte	N	% su tutte
$\alpha_{s1}-Cn$:	BB	173	86.06	154	99.35	327	91.86
	BC	26	12.94	1	0.65	27	7.58
	CC	2	1.00	-	-	2	0.56
	tutti	201	100.00	155	100.00	356	100.00
$\beta-Cn$:	BB	8	3.98	-	-	8	2.25
	A ¹ B	8	3.98	5	3.22	13	3.65
	A ² B	53	26.37	10	6.45	63	17.70
	A ¹ A ¹	7	3.48	38	24.52	45	12.64
	A ¹ A ²	45	22.39	77	49.67	122	34.27
	A ¹ A ³	-	-	1	0.65	1	0.28
	A ² A ¹	-	-	1	0.65	1	0.28
	A ² A ²	76	37.80	23	14.84	99	27.81
	A ³ A ¹	1	0.50	-	-	1	0.28
	A ¹ C	2	1.00	-	-	2	0.56
A ² C	1	0.50	-	-	1	0.28	
tutti	201	100.00	155	100.00	356	100.00	
k-Cn:	AA	26	12.94	72	46.45	98	27.53
	AB	91	45.27	67	43.23	158	44.38
	BB	84	41.79	16	10.32	100	28.09
	tutti	201	100.00	155	100.00	356	100.00
$\alpha-La$:	AB	9	4.48	5	3.23	14	3.93
	BB	192	95.52	150	96.77	342	96.07
	tutti	201	100.00	155	100.00	356	100.00
$\beta-Lg$:	AA	39	19.50	24	15.48	63	17.75
	AB	119	59.50	86	55.49	205	57.74
	BB	42	21.00	45	29.03	87	24.51
	tutti	200	100.00	155	100.00	355	100.00

dalla razza 1;

p_i^2 = probabilità di estrarre a caso un individuo dalla razza 2;

$\sum_i p_i^1 p_i^2$ = probabilità di prendere a caso due individui entro ciascuna razza che, nell'insieme dei 5 loci, abbiano lo stesso genotipo. Questa espressione matematica permette di stimare la somiglianza genetica fra due popolazioni.

3. Risultati e discussione

3.1. Varianti genetiche

Le varianti genetiche delle caseine e delle sieroproteine individuate sono riportate nella tabella IV, dalla quale si rileva che le frequenze genotipiche al locus:

(a) della $\alpha_{s1}-Cn$ sono risultate le seguenti: BB (86,06 %), BC (12,94 %) e CC (1,00%) nella Bruna, mentre nella Frisona italiana il genotipo BB è presente in percentuale maggiore (99,35 %) rispetto alla forma eterozigote BC (0,65%); questo risultato conferma quanto riferito da Mariani (1992), nel senso che la α_{s1} -caseina B ha una frequenza molto elevata nelle razze da latte e a duplice attitudine (80÷95 %);

(b) della $\beta-Cn$ nelle due razze sono rappresentate maggiormente da: A¹A² (34,27%), A²A² (27,81%), A²B (17,70%) e A¹A¹ (12,64%), ma con notevoli differenze fra le due razze: i genotipi A²B e A²A² hanno una frequenza maggiore nella Bruna (26,37 vs 6,45% e 37,80 vs 14,84%); viceversa i genotipi A¹A¹ e A¹A² (3,48 vs 24,52 e 22,39 vs 49,67 %, rispettivamente); inoltre, la maggiore

Tab. V - Frequenze alleliche delle varianti genetiche delle caseine e delle sieroproteine, entro la razza.

Alleli	Frequenze alleliche		
	razza		
	Bruna	Frisona italiana	
α_s1 -Cn:	B	0.925	0.997
	C	0.075	0.003
β -Cn:	A ¹	0.174	0.517
	A ²	0.625	0.432
	A ³	0.002	0.003
	B	0.192	0.048
	C	0.007	-
k-Cn:	A	0.356	0.681
	B	0.644	0.319
α -La:	A	0.022	0.016
	B	0.978	0.984
β -Lg:	A	0.493	0.432
	B	0.507	0.568

percentuale della variante B si rileva nella Bruna, mentre nella Frisona italiana è presente una maggiore percentuale della variante A (A¹, A², A³);

(c) della k-Cn risultano del 46,45% per il genotipo AA, del 43,23% per quello AB e del 10,32% per quello BB nella Frisona italiana, mentre nella Bruna risultano del 12,94%, 45,27% e 41,79%, rispettivamente; limitatamente a queste osservazioni, si potrebbe pensare che i soggetti Bruna esaminati presentano frequenze genotipiche della k-Cn che si avvicinano di più a quelle riscontrabili nella Jersey o nelle razze da carne (Mariani, 1992);

(d) dell' α -La risultano in percentuale più elevata nella forma omozigote BB rispetto all'eterozigote AB in entrambe le razze; in media 96,07% e

3,93%, rispettivamente;

(e) della β -Lg si presentano leggermente diverse fra le due razze: nella Bruna il genotipo AA ha una frequenza del 19,50%, quello AB del 59,50% e quello BB del 21,00%; nella Frisona italiana del 15,48, del 55,49 e del 29,03%, rispettivamente.

Il confronto fra le frequenze osservate e quelle attese non risulta significativo per quasi tutti i sistemi polimorfi considerati, fatta eccezione per la β -lattoglobulina entro la Bruna, in cui si osserva una significativa ($P < 0,05$) predominanza degli eterozigoti AB, e per la β -caseina in entrambe le razze ($P < 0,01$).

Calcolando la frequenza degli alleli individuati entro ciascun locus considerato (tabella V), si ha:

(a) α_s1 -Cn: l'allele B è più frequente del C: 0,925 nella Bruna e 0,997 nella Frisona italiana; l'allele D non risulta presente nel campione esaminato;

(b) β -Cn: l'allele A¹ è più presente nella Frisona italiana rispetto alla Bruna: 0,517 vs 0,174 e viceversa per l'allele A² (0,432 vs 0,625);

Tab. VI - Frequenze alleliche delle β -caseine in bovini di razza Frisona italiana e Bruna allevati in Italia.

Razza	Locus β -Caseina					Autori
	A ¹	A ²	A ³	B	C	
Bruna	0.204	0.408	--	0.372	0.016	Autori vari
"	(A ¹ + A ² + A ³ = 0.690)			0.280	0.030	Mariani, 1987
"	--	--	--	0.10÷0.2	--	Mariani, 1992
"	0.174	0.625	0.002	0.192	0.007	Nostri dati
Frisona	0.557	0.427	0.002	0.012	0.002	Autori vari
"	0.557	0.426	0.002	0.012	0.003	Di Stasio e Merlin, 1979
"	(A ¹ + A ² + A ³ = 0.950)			0.05	--	Mariani e Pecorari, 1987
"	0.496	0.434	0.002	0.03	--	Rampilli et al., 1988
"	0.517	0.432	0.003	0.048	--	Nostri dati

Tab. VII - Frequenze alleliche delle β -caseine in bovini di razza Frisona italiana e Bruna allevati in Italia.

Razza	Locus β -Lattoglobulina				Autori
	A	B	C	D	
Bruna	0.456	0.540	--	--	Autori vari
"	0.441	0.559	--	--	Mariani, 1987
"	0.493	0.507	--	--	Nostri dati
Frisona	0.459	0.541	--	--	Mariani, 1971
"	0.462	0.537	--	--	Mariani, 1981
"	0.438	0.562	--	--	Di Stasio e Merlin, 1979
"	0.450	0.550	--	--	Autori vari
"	0.625	0.375	--	--	Rampilli et al., 1988
"	0.432	0.568	--	--	Nostri dati

Tab. VIII - Frequenze alleliche delle k-caseine in bovini di razza Frisona italiana e Bruna allevati in Italia.

Razza	Locus k-caseina			Autori
	A	B	D	
Bruna	0.568	0.432	--	Autori vari
"	0.504	0.496	--	Mariani, 1987
"	0.356	0.644	--	Nostri dati
Frisona	0.753	0.247	--	Mariani e Russo, 1971
"	0.710	0.290	--	Autori vari
"	0.744	0.256	--	Di Stasio e Merlin, 1979
"	0.750	0.250	--	Mariani e Pecorari, 1987
"	0.687	0.313	--	Rampilli et al., 1988
"	0.681	0.319	--	Nostri dati

(c) k-Cn: la frequenza dell'allele A risulta più elevata dell'allele B nella Frisona italiana (0,681 vs 0,319), contrariamente a quanto si verifica nella Bruna (0,356 vs 0,644);

(d) α -La: l'allele B prevale nettamente sull'allele A in entrambe le razze; le rispettive frequenze assumono il valore di 0,978 e 0,022 nella Bruna e di 0,984 e 0,016 nella Frisona;

(e) β -Lg: gli alleli A e B sono presenti con frequenza quasi uguale nelle due razze: 0,493 e 0,507 nella Bruna e 0,432 e 0,568 nella Frisona italiana.

I risultati ottenuti in questa ricerca concordano con quelli riferiti da altri autori, soprattutto per i loci della β -caseina e della β -lattoglobulina (tabelle VI e VII). Per quanto riguarda la k-caseina, nella Bruna allevata in Molise, l'allele B è più frequente dell'allele A, contrariamente a quanto riportato da altri autori per la stessa razza (tabella VIII). Pertanto, considerando che numerosi autori hanno evidenziato che la maggiore frequenza dell'allele k-Cn B comporta: (a) un maggior contenuto in k-caseina (Rampilli et al., 1988; Mariani et

al., 1991); (b) un aumento della percentuale di caseine (Menard et al., 1986; Ng-Kwai-Hang et al., 1987) e (c) un miglioramento dell'attitudine del latte alla coagulazione [minor tempo di coagulazione (Losi et al., 1973; Losi e Mariani, 1984), maggiore velocità di formazione del coagulo (Losi et al., 1973; Mariani et al., 1976) e consistenza dello stesso (Losi et al., 1973; Losi et al., 1975; Pagnacco e Caroli, 1987; Aleandri, 1984; Aleandri et al., 1986, 1990)], ne consegue che il latte prodotto dalla Bruna allevata in Molise è particolarmente adatto alla trasformazione casearia. Ciò è confermato anche dai risultati di un successivo lavoro (Zullo et al., in c.d.s.). La tabella IX riporta la frequenza di tutti i GENGLOB individuati, distintamente per razza. La probabilità di estrarre a caso, entro la razza, individui aventi lo stesso GENGLOB risulta più elevata nella Frisona italiana (0,070) rispetto alla Bruna (0,036). Ciò sta a significare che, nei limiti del nostro campionamento, la Bruna evidenzia una maggiore variabilità genetica. L'indice di somiglianza genetica fra la Bruna e la Frisona italiana risulta abbastanza elevato (0,417).

3.2. Composizione chimica centesimale, pH e numero di cellule somatiche

I risultati verranno discussi considerando prima quelli inerenti al GENGLOB e poi quelli riferentisi al genotipo entro il singolo locus considerato.

3.2.1. Genotipo "globale" (GENGLOB)

L'analisi della varianza (modello 4) effettuata considerando il genotipo 'globale' comune alle due razze (tabella X) evidenzia che:

- (a) la razza determina differenze per la percentuale di grasso, per il valore energetico e per il numero di cellule somatiche (P<0,05);
- (b) il genotipo 'globale' influenza la percentuale di proteine (P<0,05) e di lattosio (P<0,01) e il numero di cellule somatiche (P<0,05);
- (c) l'interazione 'razza x genotipo' risulta importante per la percentuale di proteine e per il numero di cellule somatiche (P<0,01)
- (d) l'allevamento e il giorno del controllo influenzano il valore di tutte le caratteristiche chimiche studiate (P<0,001).

Il modello (4) assorbe globalmente il 26÷28 per cento di variabilità della percentuale di grasso, del numero di cellule somatiche e del valore energetico, il 40÷50 della percentuale di proteine e di lattosio e del pH. La maggiore percentuale di variabilità risulta assorbita dal fattore allevamento, seguita dal controllo e dal genotipo (tabella XI). Dai grafici I, II e III, riportanti il valore medio stimato della composizione chimica centesimale e del pH di ciascun genotipo 'globale' entro la razza (i loci nell'ordine: α_{s1}-Cn, β-Cn, k-Cn, α-La, β-Lg), si evince che:

Tab. IX - Numerosità di frequenza del genotipo globale; sulla base dei 5 sistemi polimorfi considerati, distintamente per razza.

Locus					Razza			
α _{s1} -Cn	β-Cn	k-Cn	β-Lg	α-La	Bruna		Frisona Italiana	
					N	frequenza	N	frequenza
BB	BB	AA	BB	AB	1	0.500	-	-
BB	BB	AB	BB	AB	4	2.000	-	-
BB	BB	AB	BB	BB	1	0.500	-	-
BB	BB	BB	BB	AB	1	0.500	-	-
BB	A ¹ B	AA	BB	AB	3	1.500	-	-
BB	A ¹ B	AB	AB	AB	1	0.500	-	-
BB	A ¹ B	AB	BB	AA	1	0.500	3	1.935
BB	A ¹ B	AB	BB	AB	1	0.500	1	0.645
BB	A ¹ B	AB	BB	BB	1	0.500	-	-
BB	A ¹ B	BB	BB	AB	1	0.500	1	0.645
BB	A ² B	AA	AB	AA	1	0.500	-	-
BB	A ² B	AA	BB	AA	2	1.000	-	-
BB	A ² B	AA	BB	AB	2	1.000	1	0.645
BB	A ² B	AA	BB	BB	1	0.500	-	-
BB	A ² B	AB	AB	BB	1	0.500	-	-
BB	A ² B	AB	BB	AA	8	4.000	2	1.290
BB	A ² B	AB	BB	AB	8	4.000	4	2.581
BB	A ² B	AB	BB	BB	2	1.000	1	0.645
BB	A ² B	BB	AB	AA	1	0.500	-	-
BB	A ² B	BB	BB	AA	3	1.500	1	0.645
BB	A ² B	BB	BB	AB	13	6.500	-	-
BB	A ² B	BB	BB	BB	4	2.000	1	0.645
BB	A ¹ A ¹	AA	BB	AA	-	-	3	1.935
BB	A ¹ A ¹	AA	BB	AB	1	0.500	7	4.516
BB	A ¹ A ¹	AA	BB	BB	1	0.500	3	1.935
BB	A ¹ A ¹	AB	BB	AA	-	-	2	1.290
BB	A ¹ A ¹	AB	BB	AB	5	2.500	10	6.452
BB	A ¹ A ¹	AB	BB	BB	-	-	8	5.161
BB	A ¹ A ¹	BB	BB	AA	-	-	1	0.645
BB	A ¹ A ¹	BB	BB	AB	-	-	1	0.645
BB	A ¹ A ¹	BB	BB	BB	-	-	3	1.935
BB	A ¹ A ²	AA	AB	AA	1	0.500	2	1.290
BB	A ¹ A ²	AA	AB	AB	-	-	1	0.645
BB	A ¹ A ²	AA	BB	AA	3	1.500	2	1.290
BB	A ¹ A ²	AA	BB	AB	4	2.000	29	18.710
BB	A ¹ A ²	AA	BB	BB	1	0.500	8	5.161
BB	A ¹ A ²	AB	AB	AB	1	0.500	1	0.645
BB	A ¹ A ²	AB	BB	AA	-	-	3	1.935
BB	A ¹ A ²	AB	BB	AB	14	7.000	16	10.323
BB	A ¹ A ²	AB	BB	BB	5	2.500	9	5.806
BB	A ¹ A ²	BB	BB	AA	3	1.500	1	0.645
BB	A ¹ A ²	BB	BB	AB	8	4.000	4	2.581
BB	A ¹ A ²	BB	BB	BB	1	0.500	1	0.645
BB	A ² A ²	AA	BB	AA	1	0.500	2	1.290
BB	A ² A ²	AA	BB	AB	1	0.500	5	3.226
BB	A ² A ²	AA	BB	BB	1	0.500	8	5.161
BB	A ² A ²	AB	AB	AB	1	0.500	1	0.645
BB	A ² A ²	AB	BB	AA	4	2.000	1	0.645
BB	A ² A ²	AB	BB	AB	11	5.500	3	1.935
BB	A ² A ²	AB	BB	BB	6	3.000	2	1.290
BB	A ² A ²	BB	BB	AA	9	4.500	-	-
BB	A ² A ²	BB	BB	AB	17	8.500	1	0.645
BB	A ² A ²	BB	BB	BB	9	4.500	-	-
BB	A ¹ C	AB	BB	AB	2	1.000	-	-
BB	A ² A ¹	BB	BB	BB	-	-	1	0.645
BB	A ² C	BB	BB	BB	1	0.500	-	-
BC	A ² B	AB	BB	AB	5	2.500	-	-
BC	A ² B	BB	BB	AA	1	0.500	-	-
BC	A ² B	BB	BB	AB	1	0.500	-	-
BC	A ¹ A ²	AB	BB	AB	1	0.500	-	-
BC	A ¹ A ²	AB	BB	BB	1	0.500	-	-
BC	A ¹ A ²	BB	BB	AB	1	0.500	-	-
BC	A ¹ A ²	BB	BB	BB	1	0.500	-	-
BC	A ² A ²	AA	BB	AB	1	0.500	-	-
BC	A ² A ²	AB	BB	AB	3	1.500	-	-
BC	A ² A ²	AB	BB	BB	3	1.500	-	-
BC	A ² A ²	BB	BB	AB	1	0.500	-	-
BC	A ² A ²	BB	BB	AB	4	2.000	-	-
BC	A ² A ²	BB	BB	BB	2	1.000	-	-
BC	A ³ A ¹	AA	BB	AB	1	0.500	-	-
BC	A ¹ A ³	AA	BB	AA	-	-	1	0.645
CC	A ² A ²	AB	BB	AB	1	0.500	-	-
CC	A ² A ²	BB	AB	AA	1	0.500	-	-

- (a) la percentuale di proteine risulta mediamente più elevata nella Bruna, particolarmente per i genotipi "BB A1A2 BB BB BB" e "BB A2B BB BB BB" (P<0,01) mentre il contrario tende (P<0,10) a verificarsi per il genotipo "BB A1A1 AA BB BB"; è da precisare, tuttavia, che lo stes-

Grafico I - Percentuale di grasso e di proteine in relazione al genotipo lattoproteico e significatività (> = P < 0,10; * = P < 0,05; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001) del confronto fra le due razze entro il genotipo.

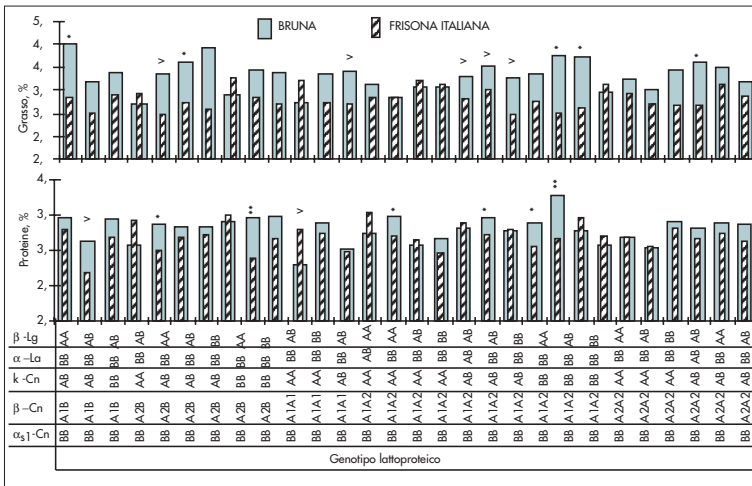


Grafico II - Percentuale di lattosio e valore energetico (Kcal) in relazione al genotipo lattoproteico e significatività (> = P < 0,10; * = P < 0,05; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001) del confronto fra le due razze entro il genotipo.

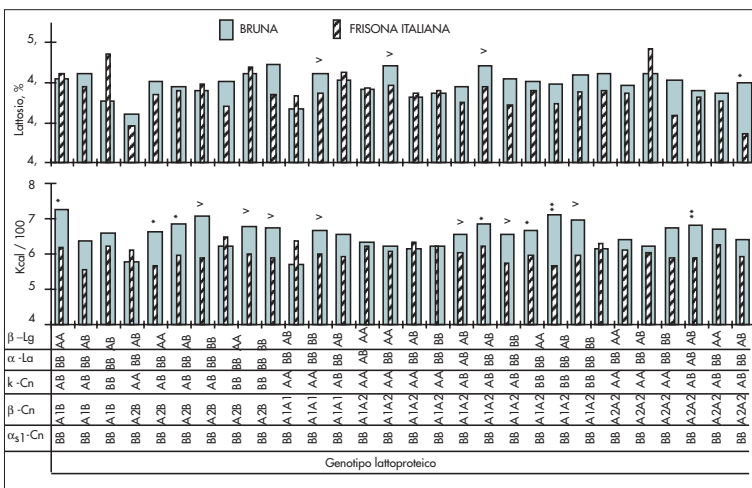
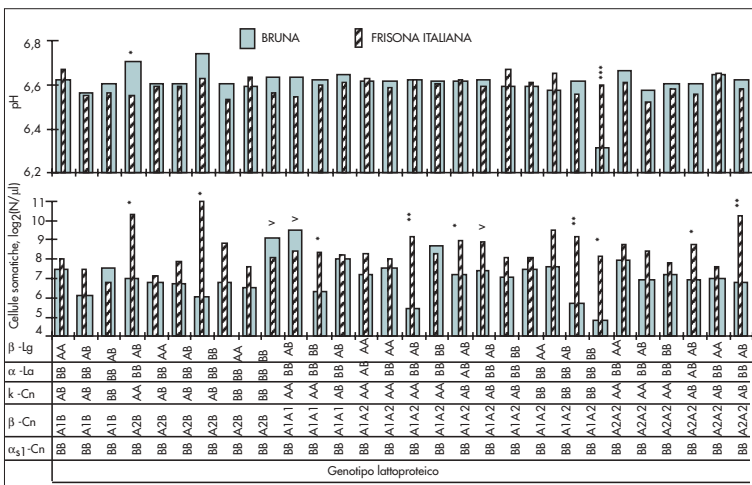


Grafico III - pH e numero di cellule somatiche in relazione al genotipo lattoproteico e significatività (> = P < 0,10; * = P < 0,05; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001) del confronto fra le due razze entro il genotipo.



so genotipo non si estrinseca allo stesso modo in entrambe le razze, data la presenza dell'effetto interattivo fra questi due fattori: nella Bruna il genotipo che determina la maggiore percentuale di proteine risulta il "BB A1A2 BB BB BB", nella Frisone italiana il "BB A1A2 AA BB AA";

- (b) la percentuale di grasso, come già evidenziato, risulta quasi sempre più elevata nel latte prodotto dalla Bruna, rispetto a quello della Frisone italiana, in particolare se i genotipi sono "BB A1B AB BB AA", "BB A2B AB BB AB", "BB A2A2 AA BB AB" e "BB A2A2 AB BB AB" (P<0,05); la maggiore percentuale è fornita dal genotipo BB A1B AB BB AA nella Bruna e dal genotipo "BB A2B BB BB AA" nella Frisone italiana;
- (c) la percentuale di lattosio risulta statisticamente più elevata nel latte fornito dalla Bruna, in particolare se il genotipo è "BB A2A2 BB BB AB" (P<0,05);
- (d) il valore energetico, come era da attendersi, risulta sempre più elevato nel latte fornito dalla Bruna e, in particolare, per i genotipi "BB A1A2 BB BB BB" e "BB A2A2 AB BB" (P<0,01);
- (e) il valore di pH del latte non varia significativamente fra le due razze entro il genotipo; la presenza dell'interazione 'razza x genotipo' (P<0,10) sembra essere dovuta al fatto che, mentre il genotipo "BB A2B AA BB AB" presenta un valore più elevato nella Bruna rispetto alla Frisone italiana (P<0,05), il genotipo "BB A2A2 AA BB AB" ha un comportamento opposto (P<0,001);
- (f) il numero di cellule somatiche risulta quasi sempre più elevato nella Bruna, particolarmente per i genotipi "BB A1A2 AA BB BB", "BB A2A2 AA BB AA" e "BB A2A2 BB BB AB" (P<0,01) mentre tende a essere più basso nella Frisone per i genotipi "BB A1A1 AA BB AB" e "BB A1A1 AA BB BB" (P<0,10); ciò spiega l'interazione significativa 'razza x genotipo' nell'ambiente di allevamento considerato.

Da questi risultati sembra logico ritenere che è più efficace operare una selezione che tenga conto del genotipo 'globale' piuttosto che dei singoli loci, dal momento che non possono essere negate interazioni tra i geni responsabili della presenza nel latte di una o di un'altra variante delle singole frazioni proteiche.

3.2.1. Genotipo entro il singolo locus

I risultati ottenuti dall'analisi della varianza effettuata con il modello (1) (tabella XII) evidenziano che:

- (a) il genotipo al locus α_{s1}-Cn influenza la percentuale di grasso e, conseguentemente, il valore energetico (P<0,01); lo stesso dicasi per il locus β-Cn nei confronti della percentuale di lattosio (P<0,05) e per il locus β-Lg rispetto al-

- la percentuale di grasso e, quindi, al valore energetico ($P < 0,05$);
- (b) la razza influenza la percentuale di grasso e di proteina e il valore energetico ($P < 0,001$);
- (c) l'ordine di parto rappresenta una importante fonte di variazione della percentuale di lattosio ($P < 0,05$) e del numero di cellule somatiche ($P < 0,01$);
- (d) la pratica o meno dell'irrigazione influenza significativamente la percentuale di grasso e di proteine ($P < 0,05$);
- (e) il tipo di stabulazione (fissa o libera) e di alimentazione fanno variare significativamente ($P < 0,05 \div 0,001$) quasi tutti i parametri considerati;
- (f) la pratica dell'irrigazione interagisce con il tipo di alimentazione per la percentuale di lattosio ($P < 0,001$);
- (g) il tipo di stabulazione interagisce con il tipo di alimentazione per quasi tutte le caratteristiche considerate ($P < 0,05 \div 0,001$), ad eccezione della percentuale di lattosio;
- (h) il controllo rappresenta una notevole fonte di variabilità per tutte le caratteristiche esaminate ($P < 0,001$).

Dalla tabella XIII si evidenzia che: (a) il modello (1) assorbe: (i) il 33 per cento della variabilità totale per la percentuale di proteine e per il pH; (ii) il 24 per cento per la percentuale di lattosio; (iii) l'11 e il 14 per cento, rispettivamente per la percentuale di grasso e per il valore energetico; (iv) l'8 per cento per il numero di cellule somatiche; (b) del totale della variabilità spiegata entro il parametro, il controllo assorbe la maggiore quota: 40÷50% per la percentuale di grasso, per il valore energetico e per il numero di cellule somatiche; il 60, il 71 e l'80%, rispettivamente per la percentuale di proteine e di lattosio e per il pH; (c) entro la percentuale di proteine, il locus β -Cn, la razza e il tipo di alimentazione assorbono ciascuno il 10% circa del totale della variabilità spiegata; (d) complessivamente, i fattori ambientali considerati (irrigazione, stabulazione, mungitura, alimentazione e relative interazioni) costituiscono meno del 20% della variabilità spiegata.

Considerando il fattore 'allevamento', che ingloba tutti i fattori ambientali esterni all'animale, si evince che i modelli (2) e (3) assorbono una maggiore percentuale di variabilità rispetto al modello (1) per tutte le variabili considerate; in più, l'effetto 'allevamento' assorbe oltre il 50 per cento della variabilità spiegata (tabella XIV).

Dal valore delle medie stimate (tabelle XV e XVI) e dalla significatività delle differenze fra le medie (tabella XVII) si evidenzia che:

- (a) locus α_{s1} -Cn: il genotipo BB, rispetto a quello BC, produce un latte con una più elevata percentuale di grasso (3,57 vs 3,30; $P < 0,01$) e, conseguentemente, un più elevato valore energetico (630 kcal vs 605 kcal per kg di latte),

Tab. X - Valore della $F^{(1)}$ relativo ai fattori considerati nell'analisi della varianza (modello 4) di alcune caratteristiche chimiche, del numero di cellule somatiche e del valore energetico del latte.

Fonte di variazione	Grasso %	Proteine %	Lattosio %	pH	Cellule somatiche	kcal
Razza Bruna	3.68*	0.73	1.20	0.68	4.42*	4.99*
Genotipo, G	0.48	1.71*	1.82**	1.35>	1.56*	0.61
R x G	0.93	1.85**	1.03	1.34>	1.79**	1.14
Allevamento	2.61***	2.67***	3.44***	2.83***	2.27***	2.53***
Controllo	6.30***	35.94***	28.68***	57.10***	5.31***	6.60***

(1) > = $P < 0,10$; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$.

Tab. XI - Percentuale di variabilità spiegata dai singoli fattori e dal modello intero (modello 4).

Fonte di variazione	Grasso %	Proteine %	Lattosio %	pH	Cellule somatiche	kcal
Razza Bruna	1.24	5.66	1.46	0.09	0.00	3.04
Genotipo, G	3.13	4.89	5.76	3.78	5.07	3.52
R x G	1.93	4.19	2.91	6.13	6.87	2.53
Allevamento	15.23	16.75	14.34	14.60	12.05	15.30
Controllo	4.24	16.84	15.59	25.73	3.62	4.27
Modello intero	25.76	48.33	40.06	50.31	27.60	28.66

Tab. XII - Valore della $F^{(1)}$ relativo ai fattori considerati nell'analisi della varianza (modello 1) delle caratteristiche chimiche, del numero di cellule somatiche e del valore energetico.

Fonte di variazione	Grasso %	Proteine %	Lattosio %	pH	Cellule somatiche	kcal
α_{s1} -Cn	8.79**	1.53	0.74	0.62	0.01	8.66**
β -Cn	0.42	1.77	2.49*	1.41	0.80	0.24
k-Cn	0.22	1.33	0.71	4.06*	0.38	0.15
α -La	0.45	2.15	0.01	0.10	0.03	0.85
β -Lg	3.33*	1.13	2.35	0.23	0.75	3.24*
Razza	14.15***	75.04***	0.41	1.70	1.09	28.27***
Ordine di parto	1.15	1.30	2.59*	1.56	4.79**	1.77
Irrigazione (I)	3.80*	3.95*	0.73	0.43	0.11	2.71
Stabulazione (S)	4.40*	5.06*	11.39***	2.99	2.34	3.59*
Mungitura (M)	0.19	3.27	0.37	0.40	3.79*	0.03
Alimentazione (A)	1.92	6.37**	3.90*	9.54***	0.44	3.61*
I x S	0.81	1.21	0.05	0.42	5.22*	1.22
I x A	1.11	1.99	9.79***	1.62	0.14	1.12
S x M	0.06	1.97	6.15*	0.01	0.08	0.14
S x A	5.57**	5.42**	2.66	9.12***	2.96*	7.14***
Controllo	9.99***	51.07***	37.40***	65.43***	5.22***	11.25***

(1) > = $P < 0,10$; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$.

contrariamente a quanto segnalato da Petrushko (1971); altri Autori (Hoogendoorn et al., 1969; Dvorak e Mácha, 1970; McLean et al., 1984; Aleandri et al., 1990; Van Eenennaam and Medrano, 1991; Bouvenhuis et al., 1992) non hanno rilevato differenze significative fra questi genotipi per la percentuale di grasso; interessante è quanto rilevato da Aleandri et al. (1990): in primipare Holstein-Friesian il genotipo α_{s1} -Cn BB, rispetto a quello BC, produce in 305 giorni di lattazione una maggiore quantità di latte (+294 kg), di grasso (+16 kg) e di proteine (+6,8 kg);

(b) locus β -Cn: i genotipi A1B e A2B forniscono un latte con una maggiore percentuale di proteine rispetto a quello BB ($P < 0,05$); il latte prodotto dal genotipo A2B è piú ricco di lattosio ($P < 0,05$) rispetto ai genotipi A1A1 e A2A2; lo stesso dicasi per il latte prodotto dal genotipo A1A2 nei confronti di quello del genotipo A1A1 ($P < 0,01$); Kiddy et al. (1970) hanno osservato una piú elevata percentuale di grasso nel latte prodotto dal genotipo A2A2 nei confronti dei genotipi A1A1 e A1A2, sostenendo che tale comportamento potrebbe essere dovuto al fatto che la variante A2 è la piú frequente nelle razze che producono latte piú ricco in grasso (Jersey e Guernsey); inoltre, è stato osservato che il genotipo A1B fornisce un latte con una maggiore percentuale di grasso nei confronti del genotipo A1A2 (McLean et al., 1984) e una maggiore percentuale di proteine nei confronti dei genotipi A1A2, A2A2 e A1A3 (Rampilli et al., 1988); infine, Aleandri et al. (1990) e Van Eenennaam e Medrano (1991) non hanno evidenziato differenze significative fra i genotipi delle β -Caseine sia per la quantità che per la percentuale di grasso e di proteine;

(c) locus k-Cn: il genotipo BB, rispetto a quello AA, tende ($P < 0,10$) a produrre un latte con una maggiore percentuale di proteine e con un valore di pH piú elevato ($P < 0,05$); ciò è in accordo con la maggior parte della letteratura consultata (Ng-Kwai-Hang et al., 1984; Gonyon et al., 1987; Aleandri et al., 1990; Bouvenhuis et al., 1992); altre ricerche (Sherbon et al., 1967; Mariani et al., 1976; Schaar et al., 1985) hanno evidenziato che il latte prodotto dal genotipo k-Cn BB manifesta la tendenza ad avere un piú elevato contenuto di k-caseina e anche di caseina totale, fornendo quindi una resa in formaggio piú elevata rispetto al latte k-Cn AA (Mariani e Pecorari, 1991);

(d) locus β -Lg: il genotipo BB fornisce un latte con una maggiore percentuale di grasso rispetto a quello AB ($P < 0,01$), in accordo con quanto rilevato da diversi Autori (Ng-Kwai-Hang et al., 1984; Haenlein et al., 1987; Aleandri et al., 1990; Bouvenhuis et al., 1992); tale superiorità si ha anche per la percentuale di lattosio e per il valore energetico ($P < 0,05$); altre ricerche non hanno evidenziato differenze per la percentuale di grasso, confermando, però, la superiorità del genotipo BB nel fornire un latte con una maggiore percentuale di proteine, anche se non sempre le differenze sono risultate statisticamente significative (Hoogendoorn et al., 1969; Dvorak e Mácha, 1970; Moiseeva e Sapiro, 1970; Soloviov e Semenenko, 1971; McLean et al., 1984; Schaar et al., 1985; Gonyon et al., 1987; Haenlein et al., 1987; Mariani e Pecorari, 1987; Aleandri et al., 1990; Bouvenhuis et al., 1992; Mariani, 1992);

(e) il latte prodotto nelle aziende che coltivano in asciutto, rispetto a quelle irrigue, contiene, mediamente, una minore percentuale di grasso ($P < 0,05$) e una maggiore di proteine ($P < 0,05$); l'interazione 'irrigazione x tipo di alimentazione' per la percentuale di lattosio sembra essere dovuta al fatto che, mentre con l'alimentazione tradizionale+pascolo nelle aziende irrigue si produce un latte con una maggiore percentuale di lattosio rispetto alle aziende in asciutto ($P < 0,01$), con l'unifeed si verifica il contrario ($P < 0,001$) (grafico I);

Tab. XIII - Percentuale di variabilità spiegata dai singoli fattori e dal modello intero (modello 1).

Fonte di variazione	Grasso %	Proteine %	Lattosio %	pH	Cellule somatiche	kcal
α_{s1} -Cn	0.15	0.16	0.02	0.08	0.06	0.07
b-Cn	0.94	2.94	0.98	0.40	0.35	1.63
k-Cn	0.03	0.71	0.04	0.20	0.21	0.04
α -La	0.02	0.13	0.00	0.06	0.01	0.04
β -Lg	0.46	0.30	0.21	0.09	0.10	0.38
Razza	0.78	3.37	0.73	0.21	0.12	1.87
Ordine di parto	0.26	0.41	0.18	0.31	0.94	0.35
Irrigazione (I)	0.09	0.21	0.00	0.03	0.12	0.03
Stabulazione (S)	0.39	0.01	0.70	0.52	0.87	0.22
Mungitura (M)	0.34	0.02	0.24	0.04	0.01	0.25
Alimentazione (A)	0.95	3.15	0.12	2.96	0.08	1.50
I x S	0.05	0.54	1.55	0.03	1.26	0.03
I x A	0.13	0.06	0.89	0.06	0.01	0.13
S x M	0.18	0.04	1.07	0.03	0.00	0.28
S x A	0.87	0.94	0.24	1.49	0.54	1.10
Controllo	5.29	20.28	16.94	26.21	2.98	5.78
Modello intero	10.94	33.27	23.90	32.71	7.66	13.70

Tab. XIV - Percentuale di variabilità spiegata dai singoli fattori e dal modello intero entro la razza.

Fonte di variazione	Grasso %	Proteine %	Lattosio %	pH	Cellule somatiche	kcal
BRUNA						
α_{s1} -Cn	0.66	0.12	0.02	0.07	0.05	0.78
β -Cn	0.50	0.83	0.84	0.89	1.61	0.42
k-Cn	0.47	0.24	0.11	0.07	0.04	0.48
α -La	0.03	0.05	0.20	0.31	0.00	0.09
β -Lg	0.41	0.18	0.74	0.38	0.25	0.66
Ordine di parto	0.10	0.95	0.74	0.21	0.73	0.33
Allevamento	15.67	19.07	18.62	17.48	11.68	16.45
Controllo	3.75	15.92	17.83	21.89	4.07	3.10
Modello intero (2)	21.59	37.38	39.11	41.30	18.42	22.32
FRISONA ITALIANA						
β -Cn	0.26	0.26	1.97	1.45	1.52	0.35
k-Cn	0.68	0.29	0.88	1.01	0.84	0.91
α -La	0.04	0.78	0.70	0.05	0.19	0.06
β -Lg	1.04	0.97	0.00	0.02	1.08	0.56
Ordine di parto	1.59	0.28	1.80	0.53	0.88	2.12
Allevamento	17.45	20.39	18.45	14.55	19.42	16.40
Controllo	4.94	19.50	15.83	29.10	1.70	5.36
Modello intero(3)	26.00	42.47	39.63	46.71	25.63	25.75

(f) la stabulazione fissa, rispetto a quella libera, consente di ottenere, mediamente, un latte con una maggiore percentuale di grasso e di proteine ($P < 0,01$) e, quindi, con circa 21 kcal/kg (88 kJ/kg) in piú in termini di valore energetico; per contro, si osserva una minore percentuale di lattosio ($P < 0,001$); tuttavia, tali risultati dipendono dall'interazione 'tipo di stabulazione x tipo di alimentazione', nel senso che la

Tab. XV - Valore medio stimato (\bar{x}), deviazione standard (σ) e coefficiente di variazione (c.v., %) delle caratteristiche chimiche e del valore energetico entro ciascuna variante genetica delle caseine e delle sieroproteine.

Fonte di variazione	Grasso %			Proteine %			Lattosio %			Kcal:100g			Kj:100g			pH			Cellule somatiche (log2)			
	\bar{x}	σ	c.v. %	\bar{x}	σ	c.v. %	\bar{x}	σ	c.v. %	\bar{x}	σ	c.v. %	\bar{x}	σ	c.v. %	\bar{x}	σ	c.v. %	\bar{x}	σ	c.v. %	
α s1-Cn:	BB	3.57	0.78	22	3.23	0.39	12	4.79	0.34	7	63.01	7.47	12	231.4	29.7	13	6.63	0.10	2	7.79	1.56	20
	BC	3.30	0.90	27	3.18	0.43	13	4.82	0.34	7	60.46	7.66	12	221.3	31.8	14	6.63	0.09	1	7.78	1.46	19
β -Cn:	BB	3.37	0.64	18	3.11	0.32	10	4.85	0.37	8	60.94	5.81	9	223.9	24.1	10	6.63	0.12	2	7.77	1.70	22
	A ¹ B	3.41	0.80	23	3.28	0.39	12	4.82	0.39	8	61.87	7.46	12	226.1	29.6	13	6.62	0.06	1	7.66	1.55	21
	A ² B	3.45	0.81	23	3.25	0.36	11	4.83	0.34	7	62.13	7.52	12	227.6	30.5	13	6.62	0.10	2	7.68	1.67	22
	A ¹ A ¹	3.47	0.79	23	3.18	0.37	12	4.75	0.34	7	61.77	7.59	12	226.7	30.4	14	6.64	0.09	1	7.98	1.43	19
	A ¹ A ²	3.42	0.74	22	3.20	0.41	13	4.82	0.32	7	61.63	7.20	12	225.9	28.4	13	6.64	0.09	1	7.89	1.54	20
	A ² A ²	3.49	0.84	24	3.19	0.39	12	4.77	0.35	7	62.06	7.80	12	227.9	31.5	14	6.63	0.10	2	7.74	1.52	20
k-Cn:	AA	3.45	0.75	22	3.18	0.37	12	4.82	0.31	6	61.84	7.10	12	227.0	28.4	13	6.62	0.11	2	7.73	1.54	20
	AB	3.44	0.80	23	3.20	0.40	13	4.81	0.36	7	61.82	7.68	12	226.7	30.7	13	6.64	0.09	1	7.83	1.44	19
	BB	3.41	0.80	23	3.23	0.39	12	4.79	0.33	7	61.54	7.52	12	225.3	30.1	13	6.64	0.10	2	7.80	1.72	23
α -La:	AB	3.39	0.72	21	3.17	0.47	15	4.81	0.35	7	61.24	6.83	11	224.6	26.7	12	6.63	0.12	2	7.77	1.76	23
	BB	3.47	0.79	23	3.24	0.39	12	4.81	0.34	7	62.23	7.51	12	228.1	30.1	13	6.63	0.09	1	7.81	1.54	20
β -Lg:	AA	3.39	0.84	24	3.20	0.38	12	4.81	0.31	6	61.38	7.92	13	224.9	32.0	14	6.63	0.09	1	7.68	1.55	21
	AB	3.38	0.79	23	3.22	0.39	12	4.78	0.35	7	61.27	7.42	12	224.2	29.7	13	6.63	0.10	1	7.81	1.58	21
	BB	3.52	0.74	21	3.19	0.40	13	4.83	0.33	7	62.55	7.24	12	229.9	28.5	12	6.63	0.10	2	7.87	1.46	19

Tab. XVI - Valore medio stimato (\bar{x}), deviazione standard (σ) e coefficiente di variazione (c.v., %) delle caratteristiche chimiche e del valore energetico per i livelli dei fattori di variazione considerati.

Fonte di variazione	Grasso %			Proteine %			Lattosio %			Kcal:100g			Kj:100g			pH			Cellule somatiche (log2)		
	\bar{x}	s	c.v. %	\bar{x}	s	c.v. %	\bar{x}	s	c.v. %	\bar{x}	s	c.v. %	\bar{x}	s	c.v. %	\bar{x}	s	c.v. %	\bar{x}	s	c.v. %
Razza:																					
Bruna	3.56	0.84	24	3.33	0.38	12	4.82	0.35	7	63.46	7.71	12	232.3	31.1	13	6.63	0.10	1	7.86	1.59	21
Frisona italiana	3.30	0.71	21	3.07	0.37	12	4.80	0.31	7	60.04	6.99	11	220.4	27.7	12	6.64	0.10	2	7.71	1.53	20
Irrigazione:																					
Asciutto	3.34	0.78	23	3.24	0.38	12	4.79	0.34	7	61.04	7.39	12	223.0	29.6	13	6.63	0.09	1	7.82	1.57	20
Irriguo	3.52	0.79	23	3.16	0.42	14	4.82	0.33	7	62.43	7.69	12	229.7	34.5	13	6.63	0.11	2	7.76	1.54	20
Stabulazione:																					
Fissa	3.56	0.82	24	3.26	0.41	13	4.73	0.34	7	62.77	7.76	12	230.1	31.2	14	6.64	0.10	2	7.98	1.59	20
Libera	3.31	0.75	22	3.15	0.38	12	4.89	0.33	7	60.70	7.18	12	222.6	28.4	13	6.62	0.09	1	7.59	1.52	20
Mungitura:																					
Manuale	3.41	0.70	21	3.24	0.39	12	4.80	0.32	7	61.66	6.98	11	225.7	27.6	12	6.63	0.06	1	7.96	1.36	17
Meccanica	3.45	0.80	23	3.17	0.39	12	4.82	0.34	7	61.81	7.55	12	227.0	30.2	13	6.63	0.10	2	7.61	1.60	21
Alimentazione:																					
Tradizionale	3.34	0.74	21	3.18	0.40	13	4.74	0.33	7	60.55	7.23	12	221.6	28.6	13	6.61	0.10	1	7.87	1.54	20
Trad+Pascolo	3.41	0.86	25	3.09	0.33	10	4.89	0.33	7	61.33	7.50	12	225.9	31.1	14	6.63	0.07	1	7.98	1.56	20
Unifeed	3.55	0.82	23	3.34	0.42	13	4.80	0.35	7	63.32	8.07	13	231.6	31.7	14	6.66	0.12	2	7.91	1.62	22
Ordine di parto:																					
1. - 2.	3.45	0.73	21	3.23	0.41	13	4.84	0.34	7	62.16	7.11	11	227.8	28.2	12	6.62	0.10	2	7.58	1.59	21
3.	3.48	0.86	24	3.21	0.38	12	4.83	0.33	7	62.23	7.93	13	228.4	32.0	14	6.63	0.11	2	7.59	1.49	20
4. - 5.	3.37	0.78	23	3.19	0.37	12	4.81	0.32	7	61.09	7.52	12	223.8	30.0	13	6.63	0.09	1	7.80	1.59	20
≥ 6.	3.43	0.76	22	3.18	0.44	14	4.75	0.37	8	61.45	7.20	12	225.4	28.5	12	6.64	0.08	1	8.18	1.52	19

Tab. XVII - Significatività (1) delle differenze fra le medie dei livelli dei fattori considerati.

Confronto	Grasso %	Proteine %	Lattosio %	Kcal: 100 g	pH	Cellule somatiche (log2)
α_s1 -Cn: BB - BC	0.27**	0.05	-0.03	2.55**	0.00	0.01
β -Cn: BB - A1B	-0.04	-0.17*	0.03	-0.93	0.01	0.11
BB - A2B	-0.08	-0.14*	0.02	-1.19	0.01	0.09
BB - A1A1	-0.10	-0.07	0.10	-0.83	-0.01	-0.21
BB - A1A2	-0.05	-0.09	0.03	-0.69	-0.01	-0.12
BB - A2A2	-0.12	-0.08	0.08	-1.12	0.00	0.03
A1B - A2B	-0.04	0.03	-0.01	-0.26	0.00	-0.02
A1B - A1A1	-0.06	0.10>	0.07	0.10	-0.02	-0.32
A1B - A1A2	-0.01	0.08	0.00	0.24	-0.02	-0.23
A1B - A2A2	-0.08	0.09>	0.05	-0.19	-0.01	-0.08
A2B - A1A1	-0.02	0.07	0.08*	0.36	-0.02>	-0.30>
A2B - A1A2	0.03	0.05	0.01	0.50	-0.02*	-0.21
A2B - A2A2	-0.04	0.06>	0.06*	0.07	-0.01*	-0.06
A1A1 - A1A2	0.05	-0.02	-0.07**	0.14	0.00	0.09
A1A1 - A2A2	-0.02	-0.01	-0.02	-0.29	0.01	0.24
A1A2 - A2A2	-0.07	0.01	0.05>	-0.43	0.01	0.15
k-Cn: AA - AB	0.01	-0.02	0.01	0.02	-0.02**	-0.10
AA - BB	0.04	-0.05>	0.03	0.30	-0.02*	-0.07
AB - BB	0.03	-0.03	0.02	0.28	0.00	0.03
α -La: AB - BB	-0.08	-0.07	0.00	-0.99	0.00	-0.04
β -Lg: AA - AB	0.01	-0.02	0.03	0.11	0.00	-0.13
AA - BB	-0.13>	0.01	-0.02	-1.17>	0.00	-0.19
AB - BB	-0.14**	0.03	-0.05*	-1.28*	0.00	-0.06
Razza: Bruna - Frisone Italiana	0.26***	0.26***	0.02	3.42***	-0.01	0.15
Irrigazione: Asciutto - Irriguo	-0.18*	0.08*	-0.03	-1.39>	0.00	0.06
Stabulazione: Fissa - Libera	0.25*	0.11*	-0.16***	2.07*	0.02>	0.39
Mungitura: Manuale - Meccanica	-0.04	0.07>	-0.02	-0.15	0.00	0.35*
Alimentazione: Tradizionale - Tradizionale+Pascolo	-0.07	0.09	-0.15*	-0.78	-0.02	-0.11
Tradizionale - Unifeed	-0.21>	-0.16**	-0.06	-2.77**	-0.05***	-0.04
Tradizionale+Pascolo - Unifeed	-0.14	-0.25**	0.09	-1.99	-0.03>	0.07
Ordine di parto: 1.-2. - 3	-0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.01	-0.01
1.-2. - 4.-5.	0.08	0.04>	0.03	1.07>	-0.01	-0.22>
1.-2. - 6.	0.02	0.05	0.09**	0.71	-0.02*	-0.60***
3. - 4.-5.	0.11>	0.02	0.02	1.14*	0.00	-0.21>
3. - 6.	0.05	0.03	0.08*	0.78	-0.01>	-0.59***
4.-5. - 6.	-0.06	0.01	0.06	-0.36	-0.01>	-0.38*

(1) > = P < 0,10; * = P < 0,05; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001.

- stabulazione fissa, rispetto a quella libera, consente di ottenere un latte che non varia la sua composizione se l'alimentazione è di tipo tradizionale o tradizionale+pascolo, mentre con l'impiego dell'unifeed si produce un latte con la maggiore percentuale di grasso e di proteine (P<0,01), con un più elevato valore di pH (P<0,001) e tendente (P<0,10) a contenere un maggior numero di cellule somatiche (grafico II);
- (g) la mungitura manuale, rispetto a quella meccanica, favorisce una maggiore presenza di cellule somatiche (P<0,05), contrariamente a quanto osservato da Cicogna (1984) su 134 aziende da latte in provincia di Milano;
- (h) l'alimentazione con unifeed, rispetto a quella tradizionale o a quella tradizionale + pascolo, favorisce un incremento del contenuto in proteine del latte (P<0,01) e una diminuzione dell'acidità (P<0,001);
- (i) all'aumentare dell'ordine di parto dal 1.-2. al 6. la composizione chimica del latte non varia, a eccezione del lattosio che diminuisce (P<0,05÷0,01) e del pH (P<0,05) e del numero di cellule somatiche (P<0,01) che aumentano.

4. Conclusioni

I risultati ottenuti evidenziano l'importanza della conoscenza del

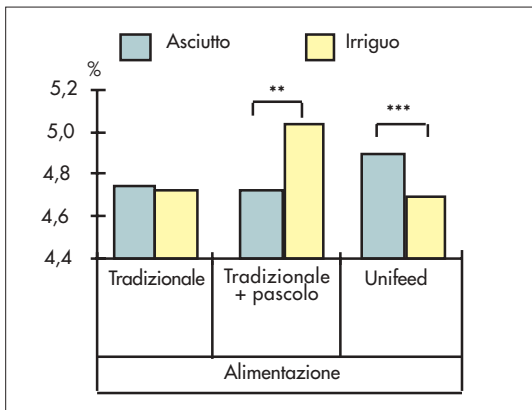
singolo animale sotto i diversi aspetti produttivi e della base genetica che influenza la produttività intesa in senso quanti-qualitativo; conoscenza che rappresenta la conditio sine qua non per l'impostazione di qualsiasi programma di miglioramento e di sviluppo del settore zootecnico. In questo contesto è fondamentale la conoscenza dell'effetto dei fattori caratterizzanti il microambiente in cui è inserito l'animale; infatti, notevole importanza assumono la pratica o meno dell'irrigazione e il tipo di stabulazione, di mungitura e di alimentazione nell'influenzare le caratteristiche qualitative del latte.

Dalla tipizzazione genetica dei soggetti, sulla base dei sistemi polimorfi delle caseine (α_s1 -Cn, β -Cn, k-Cn) e delle sieroproteine (α -La e β -Lg), è emerso che le frequenze genotipiche e quelle alleliche ai diversi loci differiscono notevolmente fra le due razze, per cui una modifica di tali frequenze potrebbe consentire un miglioramento delle caratteristiche qualitative del latte, soprattutto in funzione della trasformazione casearia. Va precisato, tuttavia, che una selezione basata sul singolo locus risulterebbe meno efficace di una basata sul genotipo 'globale' dell'animale; infatti, secondo quanto è noto dalla letteratura e da quanto emerso da questa sperimentazione, bisognerebbe aumentare le frequenze dei genotipi β -Cn A1B, k-Cn BB e β -Lg BB affinché si abbiano incrementi nella percentuale di proteine e di lipidi e, quindi, nella resa alla caseificazione. Considerando invece il genotipo 'globale', risulta che bisognerebbe preferire gli individui che presentano, agli stessi loci di cui sopra, i genotipi A1A2, BB e BB entro la Bruna e A1A2, AA e AA entro la Frisone italiana, limitatamente alla percentuale di proteine.

Per concludere, ai fini del miglioramento quanti-qualitativo della produzione del latte da destinare alla trasformazione casearia, è necessario individuare alcune strategie che sono state già riconosciute in parte da Matassino, 1978, 1983, 1984, 1985, 1986 e 1992; tra le altre, si ricordano quelle di seguito riportate.

1. Per rendere sempre più efficiente l'allevamento diventa necessario individuare modelli genetici e metodi statistici capaci di risolvere i problemi inerenti alla valutazione delle modalità di espressione di un gene.
2. Il primo problema da risolvere è l'individuazione corretta dell'espressione fenotipica da migliorare in relazione agli scopi che si vogliono raggiungere; ad esempio il latte può essere destinato consumo diretto e finalizzato alle diverse categorie di consumatori o alla trasformazione in prodotti caseari tipici o non.
3. Il miglioramento genetico potrà realizzarsi solo attraverso l'impiego della conoscenza della genetica quantitativa, di quella fattoriale e della citogenetica, fortemente integrate con le altre discipline quali la biochimica, la fisiologia, l'anatomia, l'istologia, l'etologia e la biofisica.

Grafico IV - Percentuale di lattosio in relazione al tipo di alimentazione e all'irrigazione (** = P<0,01; *** = P<0,001).

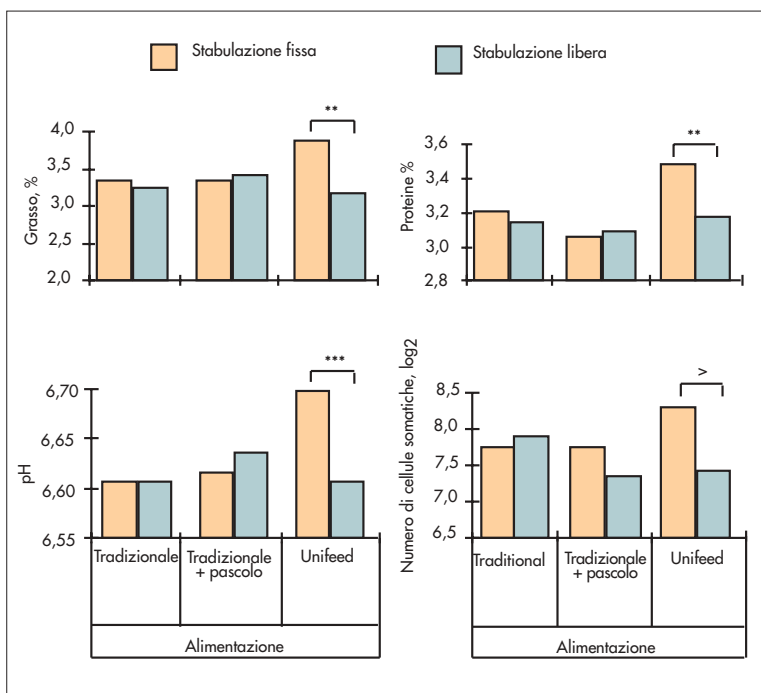


- Notevole attenzione va posta alla genetica molecolare per i suoi progressi compiuti negli ultimi tempi, con particolare riguardo alla tecnica del clonaggio dei geni, che porterebbe alla possibilità di trasferire stabilmente il materiale genetico tra organismi della stessa specie, come i geni che codificano per quei componenti biochimici del latte che rivestono maggiore significato commerciale; tuttavia, la produzione di animali transgenici richiede puntuali e attente valutazioni dell'effetto del nuovo assetto genetico sulla loro capacità adattativa.
- Il complesso problema della stima del grado di relazione fra il polimorfismo genetico delle proteine del latte e l'attitudine alla trasformazione casearia può essere risolto solo con una forte integrazione fra la genetica molecolare e la ricerca tecnologica, nel senso che il problema va affrontato ai diversi livelli dell'espressione fenotipica individuando i meccanismi di collegamento fra di loro e ottimizzando il risultato del sistema agendo opportunamente nel modificare il contributo del sistema stesso (Betini, 1972; Matassino, 1978, 1983, 1985 e 1986; Pagnacco et al., 1983; Aleandri et al., 1986).
- È indubbia l'importanza dello studio delle relazioni fra la frequenza di determinate varianti genetiche delle proteine nel latte e i diversi risultati ottenibili dai processi tecnici per la produzione di formaggi "tipici".
- Sembra logico ritenere che sarebbe più efficace operare una selezione che tenga conto dell'intero genotipo noto, piuttosto che dei singoli loci, dal momento che non possono essere negate interazioni tra i geni responsabili della presenza nel latte di una o di un'altra variante delle singole frazioni proteiche; peraltro, i geni sarebbero localizzati in parte sullo stesso cromosoma (associazione) e in parte no.
- La qualità del latte interessa anche il prodotto

destinato al consumo diretto, ove l'allevatore deve svolgere il ruolo più importante nel fornire principalmente un latte igienicamente impeccabile e con componenti biochimici di elevato valore biologico-nutrizionale. Questo secondo aspetto sarà oggetto di particolare attenzione non appena l'ingegneria genetica fornirà le tecniche per un trasferimento operativo dei risultati delle ricerche in corso, allo scopo di ottenere organismi capaci geneticamente di produrre un latte con determinate caratteristiche biochimiche a livello di uno o più dei suoi componenti. Tuttavia, già oggi, tenendo conto delle attuali conoscenze, è possibile programmare piani di miglioramento genetico tendenti all'ottenimento di soggetti in grado di produrre un latte più consono a soddisfare le attuali esigenze in nutrienti del consumatore.

- Un altro aspetto da considerare importante in un prossimo futuro è l'individuazione di parametri oggettivi per la stima della capacità biologica di un soggetto e del grado di trasmissione ereditaria di tale capacità; ambedue queste componenti assumono un notevole valore dottrinale e operativo ai fini del raggiungimento di un livello "ottimale" dell'efficienza dell'impresa zootecnica, quindi di una entità produttiva vista nella sua globalità e quale risultato dell'effetto dei diversi momenti che la caratterizzano.
- Tutte queste applicazioni nel campo dell'allevamento degli animali in produzione zootecnica porteranno a una revisione delle strategie del miglioramento genetico-ambientale, potendo esse contribuire notevolmente a modificare l'assetto genico delle popolazioni e l'ambiente di allevamento. Esse porteranno, infatti, all'ottenimento di genotipi capaci di ottimizzare dinamicamente l'efficienza del sistema produttivo nel quale gli individui sono inseriti. Quanto ora ipotizzato dovrebbe indurre le organizzazioni operative interessate, e segnatamente quelle che gestiscono il libro genealogico, a porre ulteriore attenzione ai risultati della ricerca e a intensificare i rapporti con le istituzioni di ricerca affinché inizi un vero e proprio processo di revisione 'culturale', i cui benefici non possono che essere totalmente a favore degli allevatori.

Grafico V - Percentuale di grasso e proteine, pH e numero di cellule somatiche in relazione al tipo di alimentazione e al tipo di stabulazione (> = P<0,10; ** = P<0,01; *** = P<0,001).



11. Si può ritenere che la genetica, in un futuro non lontano, sarà la scienza biologica capace di una visione integrata dei diversi fenomeni, oggi studiati settorialmente e spesso considerati indipendenti. Affinché il contributo della genetica alla soluzione dei numerosi problemi dell'allevamento sia foriero di risultati reali e concreti, senza determinare negli allevatori inutili e facili illusioni, è indispensabile che il genetista tenga nella oggettiva considerazione l'importanza di una visione d'insieme dei problemi dell'allevamento e collabori attivamente con gli operatori (allevatore, trasformatore, distributore) interessati e con gli studiosi di tutte quelle discipline che possono contribuire a raggiungere livelli sempre più efficienti dell'allevamento.

5. Riassunto

La ricerca è stata condotta su 382 bovine, 166 di razza Frisona Italiana e 216 di razza Bruna, distribuite in 71 allevamenti di cui 33 in provincia di Campobasso e 38 in provincia di Isernia. Gli allevamenti sono stati classificati per area omogenea, per classe di altitudine, per la pratica o meno dell'irrigazione e per alcune tecniche di allevamento quali il tipo di stabulazione e i sistemi di mungitura e di alimentazione (tabella III). Le bovine sono state raggruppate per ordine di parto: (1.-2., 3., 4.-5. e 6.). Durante la lattazione sono stati effettuati i controlli mensili per il calcolo della quantità di latte prodotto e per il prelievo dei campioni di latte individuale sui quali è stata determinata la composizione chimica centesimale, il pH e il numero di cellule somatiche. Il polimorfismo delle caseine e delle sieroproteine del latte di ciascun soggetto è stato individuato utilizzando le tecniche della focalizzazione isoelettrica su gel di poliaccrilammide (PAGIF) (Trieu-Cuot e Gripon, 1981) e dell'immunoblotting (Chianese et al., 1990) al fine di evidenziare le varianti genetiche delle caseine (α_{s1} -Cn, β -Cn e k-Cn), della α -lattoalbumina (α -La) e della β -lattoglobulina (β -Lg).

L'elaborazione statistica è stata effettuata secondo diversi modelli di ANOVA allo scopo di evidenziare l'effetto di alcuni fattori genetici e ambientali. Tali modelli, tutti rispondenti ai requisiti della connessione, derivano dal seguente modello generale:

$$Y_{ijklmnopqrsuv} = \mu + \alpha_{s1}\text{-Cn}_i + \beta\text{-Cn}_j + k\text{-Cn}_k + \alpha\text{La}_l + \beta\text{Lg}_m + \text{RA}_n + \text{IR}_o + \text{ST}_p + \text{MU}_q + \text{AL}_r + \text{OP}_s + (\text{IRxST})_{op} + (\text{IRxAL})_{or} + (\text{STxMU})_{pq} + (\text{STxAL})_{pr} + \text{CONTR}_u + e_{ijklmnopqrsuv} \quad (1)$$

L'effetto allevamento è stato individuato, entro la Bruna ed entro la Frisona italiana, utilizzando rispettivamente i seguenti modelli:

$$Y_{ijklmstuv} = \mu + \alpha_{s1}\text{-Cn}_i + \beta\text{-Cn}_j + k\text{-Cn}_k + \alpha\text{La}_l + \beta\text{Lg}_m + \text{OP}_s + \text{ALLEV}_t + \text{CONTR}_u + e_{ijklmstuv} \quad (2)$$

$$Y_{ijklmstuv} = \mu + \beta\text{-Cn}_i + k\text{-Cn}_k + \alpha\text{La}_l + \beta\text{Lg}_m + \text{OP}_s + \text{ALLEV}_t + \text{CONTR}_u + e_{ijklmstuv} \quad (3)$$

L'effetto del genotipo 'globale' dell'animale (GENGLOB), ottenuto dalla combinazione delle varianti genetiche dei 5 sistemi polimorfi (α_{s1} -Cn; β -Cn; k-Cn; α -La; β -Lg) comuni alle due razze, è stato indagato secondo il seguente modello:

$$Y_{ijklm} = \mu + \text{RA}_i + \text{GENGLOB}_j + (\text{RA*GENGLOB})_{ij} + \text{ALLEV}_k + \text{CONTR}_l + e_{ijklm} \quad (4)$$

Sono state evidenziate quasi tutte le varianti genetiche delle caseine e delle sieroproteine finora conosciute nell'ambito delle due razze considerate (tabella IV). In particolare, l'indagine ha evidenziato che i bovini di razza Bruna della regione Molise presentano una maggiore frequenza dell'allele B rispetto all'allele A della k-caseina, contrariamente a quanto riportato da altri autori per la stessa razza (tabella VIII). Inoltre, dalla distribuzione dei genotipi rispetto ai 5 loci considerati (tabella IX), la Bruna presenta una maggiore variabilità genetica rispetto alla Frisona italiana, anche se l'indice di somiglianza genetica fra queste due razze è risultato abbastanza elevato ($R=0,417$).

Dai risultati dell'impiego del modello (4) si evidenzia che il genotipo

'globale' (GENGLOB) influenza la percentuale di proteine ($P<0,01$) e di lattosio ($P<0,05$) e il numero di cellule somatiche ($P<0,05$); il fattore allevamento e il giorno del controllo influenzano il valore di tutte le variabili considerate ($P<0,001$) (tabella X).

Mediamente (grafici I, II e III): (a) la percentuale di proteine risulta più elevata nel latte fornito dal genotipo "BB A1A2 BB BB BB" nella Bruna e dal "BB A1A2 AA BB AA" nella Frisona italiana; (b) la percentuale di grasso è maggiore nel latte prodotto dal genotipo "BB A1B AB BB AA" nella Bruna e dal "BB A2B BB BB AA" nella Frisona italiana; (c) la percentuale di lattosio risulta statisticamente più elevata nel latte fornito dalla Bruna, in particolare se il genotipo è "BB A2A2 BB BB AB"; (d) il numero di cellule somatiche risulta quasi sempre più elevato nella Bruna, particolarmente per il genotipo "BB A1A2 AA BB BB" e tende a essere più basso nella Frisona italiana per il genotipo "BB A1A1 AA BB AB".

Questi risultati indicano che lo stesso genotipo non estrinseca le stesse caratteristiche in entrambe le razze, per cui altre associazioni fra geni dovranno essere studiate al fine di individuare il genotipo 'globale ottimale' per la redazione di qualsiasi programma di miglioramento genetico. I risultati più importanti, ottenuti con l'impiego del modello (1), possono essere sintetizzati come segue:

- (a) locus α_{s1} -Cn: il genotipo BB, rispetto al BC, produce un latte con una più elevata percentuale di grasso (3,57 vs 3,30; $P<0,01$) e, conseguentemente, un più elevato valore energetico (630 kcal vs 605 kcal per kg di latte);
- (b) locus β -Cn: i genotipi A1B e A2B forniscono un latte con una maggiore percentuale di proteine rispetto al genotipo BB (3,28 e 3,25 vs 3,11; $P<0,05$); inoltre, il genotipo A2B presenta una maggiore percentuale di lattosio ($P<0,05$) rispetto ai genotipi A1A1 e A2A2; lo stesso dicasi per il latte prodotto dal genotipo A1A2 nei confronti di quello del genotipo A1A1 ($P<0,01$);
- (c) locus k-Cn: il genotipo BB, rispetto a quello AA, tende ($P<0,10$) a produrre un latte con una maggiore percentuale di proteine e con un valore di pH più elevato ($P<0,05$);
- (d) locus β -Lg: il genotipo BB fornisce un latte con una maggiore percentuale di grasso rispetto a quello AB ($P<0,01$); tale superiorità si ha anche per la percentuale di lattosio per il valore energetico ($P<0,05$);
- (e) la Bruna, rispetto alla Frisona, confermando quanto è noto, presenta un latte con una maggiore percentuale di grasso e di proteine e, conseguentemente, con un più elevato valore energetico ($P<0,001$);
- (f) il latte prodotto nelle aziende che coltivano in asciutto, rispetto a quelle irrigue, contiene una minore percentuale di grasso ($P<0,05$) e una

- maggiore di proteine ($P < 0,05$);
- (g) il tipo di stabulazione fissa, rispetto a quella libera, consente di ottenere un latte con una maggiore percentuale di grasso e di proteine ($P < 0,01$) e una minore percentuale di lattosio ($P < 0,001$), ma complessivamente, con circa 21 kcal/kg (88 kjoule/kg) in più in termini di valore energetico;
- (h) la mungitura manuale, rispetto a quella meccanica, favorisce una maggiore presenza di cellule somatiche ($P < 0,05$);
- (i) l'alimentazione con unifeed, rispetto a quella tradizionale o a quella tradizionale + pascolo, favorisce un aumento del contenuto in proteine del latte ($P < 0,01$) e una diminuzione dell'acidità ($P < 0,001$);
- (l) all'aumentare dell'ordine di parto dal 1.-2. al 6. la composizione chimica del latte non varia, a eccezione del lattosio che diminuisce ($P < 0,05 \div 0,01$) e del pH ($P < 0,05$) e del numero di cellule somatiche ($P < 0,01$) che aumentano.

Questi ultimi risultati confermano l'importanza statistica dei singoli fattori ambientali esterni all'animale e compresi nel fattore 'allevamento', il cui effetto è stato evidenziato con il modello (4). Inoltre, i risultati relativi all'effetto dei singoli loci indicherebbero che è più efficace operare una selezione che tenga conto del genotipo 'globale', dal momento che non possono essere negate interazioni tra i geni responsabili della presenza nel latte di una o di un'altra variante delle singole frazioni proteiche. Pertanto, qualsiasi programma di miglioramento genetico dovrà tener conto dell'intero genotipo (GENGLOB) piuttosto che dei singoli loci.

6. Opere citate

Aleandri R. (1984). Qualità del latte e selezione. Atti Conv. "Produzione e qualità del latte: problemi e prospettive". Gariga di Podenzano, 9-13 aprile.

Aleandri R., Nardone, A. e Russo, V. (1986). Milk yield for the cheesemaking process: quantitative traits loci and selection strategies. 3. Worl Cong. Genet. Appl. Liv. Prod., Lincoln, USA. 16-22 luglio, 64.

Aleandri, R., Buttazzoni, L.G., Schneider, J.C., Caroli, A. e Davoli, R. (1990). The effects of milk protein polymorphism on milk components and cheese-producing ability. *J. Dairy Sci.*, 73, 241.

Bell, K., Hopper, K.E. and Mckenzie, H.A. (1981). Bovine α -lactalbumin C and α_{s1} - β - and k -casein of Bali (Banteng) cattle, Bos (Bibos) javanicus. *Aust. J. Biol. Sci.*, 34, 149.

Bettini, T.M. (1972). Proteine del latte e miglioramento genetico. Atti Conv. "Giornate di studio su problemi lattiero-caseari". Parma, 3-19.

Bettini, T.M. e Masina, P. (1972). Proteine e polimorfismo proteico del latte vaccino. *Prod. Anim.*, 11, 107.

Bouquet, Y. e Grosclaude, F. (1968). Groupes sanguins et situations génétique de la race bovine Flamande. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 8, 463.

Bouvenhuis, H., Van Arendonk, J.A.M. and Korver, S. (1992). Associations between milk protein polymorphisms and milk production traits. *J. Dairy Sci.*, 75, 2549.

Cicogna, M. (1984). Indagine su alcuni aspetti della qualità del latte di massa e delle strutture e tecniche aziendali in

134 allevamenti bovini del milanese. *Sci. e Tec. Latt. Cas.*, 35 (1), 33.

Chianese, L., Mauriello, R., Moio, L., Intorcchia, N. e Addeo, F. (1992). Determination of bovine casein heterogeneity using gel electrophoresis and immunoblotting techniques. *J. Dairy Res.*, 59, 37.

Di Stasio, L. e Merlin, P. (1979). Polimorfismi biochimici del latte nella razza bovina Grigia alpina. *Riv. Zoot. Vet.*, 7, 64.

Dvorak, J. e Mächa, J. (1970). Correlation between polymorphous types of milk proteins and the percentage content of proteins in cow's milk. *Acta Univ. Agric., Fac. Agron., Brno*, 18, 675.

Ferretti, L., Leone, P. e Sgarabella, V. (1990). Long range restriction analysis of the bovine casein genes. *Nucleic Acids Res.*, 18 (23), 6829.

Fidanza, F. e Liguori, G. (1992). Nutrizione umana. Idelson - Napoli, XXIV - 757.

Gonyon, D.S., Mather, R.E., Hines, H.C., Haenlein, G.F.W., Arave, C.W. and Gaunt, S.N. (1987). Associations of bovine blood and milk polymorphisms with lactation traits: Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 70, 2585.

Haenlein, G.F.W., Gonyon, D.S., Mather, R.E., and Hines, H.C. (1987). Associations of bovine blood and milk polymorphisms with lactation traits: Guernsey. *J. Dairy Sci.*, 70, 2599.

Hoogendoorn, M.P., Moxley, J.E., Hawes, R.O. e Macrae, H.F. (1969). Separation and gene frequencies of blood serum transferin, casein and beta-lactoglobulin loci of dairy cattle and their effects on certain production traits. *Can. J. Anim. Sci.*, 49, 331.

Kiddy, C.A., Mccann, R.E. e Wilson, R.L. (1970). XVIII Intern. Dairy Congr., Sydney, 12-16 Oct., 1970. (citato da Russo, V. e Mariani, P. (1978)).

Losi, G., Capella, P., Castagnetti, G.B., Grazia, L., Zambonelli, C., Mariani, P. e Russo, V. (1973). Influenza delle varianti genetiche della caseina k sulla formazione e sulle caratteristiche della cagliata. *Scienza Tecnol. Alimenti*, 3, 373.

Losi, G., Castagnetti, G.B. e Morini, D. (1975). Importanza delle varianti genetiche delle proteine del latte per l'industria lattiero casearia. *Il Mondo del latte*, 29, 727.

Losi, G. e Mariani, P. (1984). Significato tecnologico del polimorfismo delle proteine del latte nella caseificazione a formaggio grana. *Ind. Latte*, 20 (1), 23.

Mariani, P. (1971). Ulteriori osservazioni sul latte di razza Reggiana e Frisona in relazione alla produzione di formaggio parmigiano reggiano. *Riv. zootecnica*, 44, 359.

Mariani, P. (1981). Osservazioni sul polimorfismo genetico delle proteine del latte in vacche allevate nella zona di produzione del formaggio Parmigiano Reggiano. *Sci. Tecn. Latt. Cas.*, 32, 109.

Mariani, P. (1987). Il polimorfismo delle caseine in vacche di razza Bruna: frequenza della variante C al locus k-Cn. *Ann. Fac. Med. Vet., Univ. Parma*, 7, 317.

Mariani, P. (1992). Il polimorfismo genetico delle proteine del latte. *La razza Bruna*, 32 (1), 21.

Mariani, P. e Russo, V. (1971). Distribuzione delle varianti genetiche delle caseine e della b-lattoglobulina nelle vacche di razza Reggiana. *Riv. zootecnica*, 44, 310.

Mariani, P. e Russo, V. (1972). Varianti genetiche delle proteine del latte nei ceppi di razza Frisona importati in Italia. *Riv. zootecnica*, 45, 445.

Mariani, P. e Pecorari, M. (1987). Fattori genetici, attitudine alla caseificazione e resa del latte in formaggio. *Sci. Tecn. Latt. Cas.*, 38, 286.

Mariani, P. e Pecorari, M. (1991). Il ruolo delle varianti genetiche della k-caseina nella produzione del formaggio. *La razza Bruna*. 31 (3), 13.

Mariani, P., Losi, G., Russo, V., Castagnetti, G.B., Grazia, L., Morini, D. e Fossa, E. (1976). Prove di caseificazione con latte caratterizzato dalle varianti A e B della k-caseina nella produzione del formaggio Parmigiano Reggiano. *Sci. Tecn. Latt. Cas.*, 27, 208.

Mariani, P., Losi, G., Morini, D. e Castagnetti, G.B. (1979). Ripartizione delle frazioni azotate del latte in vacche caratterizzate da genotipo diverso nel locus β -lattoglobulina. *Sci. Tecn. Latt. Cas.*, 30, 153.

Matassino, D. (1978). Il miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica. Atti Conv. Genetica, Eserc. Accad. Agr., Pesaro, Serie III, 9, 33.

Matassino, D. (1983). Voce "Zootecnica (produzione animale)", 51-56. In M. Pagella e A. Matta. Guida alla Facoltà di Agraria. Il Mulino, Bologna, VII-181.

Matassino, D. (1984). Problematiche del miglioramento genetico dei bovini. Atti XIX Simp. int. Zootecnica, Milano, 11. L'Allevatore, 40 (35), 6, 1984. Terra pugliese, 33 (11-12), 5, 1984. L'informatore zootecnico, 32 (7), 20, 1985.

Matassino, D. (1985). Future strategie nel miglioramento genetico. L'Allevatore, 43 (15-16), suppl..

Matassino, D. (1986). Il contributo della selezione per una produzione commerciale nell'allevamento del bovino da latte. Atti Conv. AlA alla XLI Fiera Int. bovino da latte, Cremona 18 settembre, 3.

Matassino, D. (1991). L'importanza di produrre latte di qualità. Atti Conv. La qualità del latte: aspetti produttivi e problematiche di mercato. Isernia 12 gennaio, 3.

Matassino, D. (1992). Il miglioramento genetico nei bovini per la produzione di ti-

pi di latte finalizzati all'uomo. Assoc. Naz. Frisone italiana, Quaderni Frisone, 1. Matassino, D., Cosentino, E. e Romita, A. (1984). Studio comparativo fra bufali e bovini alimentati con fieno e mangime concentrato composto. X. Colore della carne all'età di 36 settimane. *Prod. Anim.*, 3, n.s., 1.

Mclean, D.M., Graham, E.R.B., Ponzoni, R.W. and Mckenzie, H.A. (1984). Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition. *J. Dairy Res.*, 51, 531.

Menard, J.L., Choteau, Y., Denieul, F. (1986). Influence du polymorphisme génétique de deux protéines du lait de vache (β -lactoglobuline, k-caséine) sur sa composition et son aptitude fromagère. Rapport Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, 120.

Moiseeva, K.I. and Sapiro, Ju.O. (1970). Polymorphism of β -globulin in blood and milk and their relationship with productivity in Kostroma cows. *Animal Breed. Abstr.* (1971), 39, 72.

Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F., Moxley, J.E. and Monardes, H.G. (1984). Association of genetic variants of casein and milk serum proteins with milk, fat and protein production by dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 67, 835.

Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F., Moxley, J.E. and Monardes, H.G. (1987). Variation in milk protein concentrations associated with genetic polymorphism and environmental factors. *J. Dairy Sci.*, 70, 563.

Pagnacco, G. e Caroli, A. (1987). Effect of casein and β -lactoglobulin genotypes on renneting properties of milks. *J. Dairy Res.*, 54, 479.

Pagnacco, G., Bolla, P., Nicolig, V., Crimella, C. e Rampilli, M. (1983). Relazioni tra polimorfismi proteici del latte, parametri ambientali ed attitudine alla caseificazione: osservazioni preliminari. Atti V Congr. Naz. ASPA, Gargnano del Garda (BS), 4-9 giugno, 453.

Petrushko, S.A. (1971). Reproductive characters of cattle in relation to genotype at the β -lactoglobulin locus. *Animal Breed. Abstr.* (1972), 40, 68.

Rampilli, M., Caroli, A., Bolla, P. e Pirlo, G. (1988). Relazioni tra genotipi lattoproteici, composizione caseinica e attitudine alla coagulazione del latte nel corso della lattazione. *Sci. Tecn. Latt. Cas.*, 39, 262.

Russo, V. e Mariani, P. (1978). Polimorfismo delle proteine del latte e relazioni tra va-

rianti genetiche e caratteristiche di interesse zootecnico tecnologico e caseario. *Riv. Zoot. Vet.*, 6, 289.

Schaar, J., Hansson, B. e Pettersson, H.E. (1985). Effects of genetic variants of k-casein and β -lactoglobulin on cheese-making. *J. Dairy Res.*, 52, 429.

Soloviov, O.A. and Semenenko, O.B. (1971). Index of proteins in blood serum and milk of Simmental cows and its relationship with milk production and milk quality. *Anim. Breed. Abstr.* (1972), 40, 465.


Sherbon, J.W., Ledford, R.A., Regenstein, J. and Thompson, M.P. (1967). Variants of milk proteins and their possible relation to milk properties. *J. Dairy Sci.*, 50, 951.

Scibert, B., Erhardt, G. and Senft, B. (1985). Procedure for simultaneous phenotyping of genetic variants in cow's milk by isoelectric focusing. *Animal blood groups biochemical genetics*, 16, 183.

Threadgill, D.W. and Womack, J.E. (1990). Genomic analysis of the major bovine milk protein genes. *Nucleic Acids Res.*, 18, 6935.

Van Eenennaam, A. and Medrano, J.F. (1991). Milk protein polymorphisms in California dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 74, 1730.

Zullo, A., Barone, C.M.A., Colatruglio, P., Macri, T. and Matassino, D. (in c.d.s.). Protein polymorphisms and quantitative characteristics of milk from Italian Friesian and Brown cows. II. Milk aptitude to cheese making.

Gli estratti del lavoro possono essere richiesti a: prof. Donato Matassino - Dipartimento di Scienze zootecniche - Via Università, 100 - 80055 Portici (Napoli) - Italia 

PROTEIN PROTEINS POLYMORPHISM AND QUANTI-QUALITY CHARACTERISTICS OF THE MILK PRODUCED BY COWS RAISED IN MOLISE, ITALY. CHEMICAL COMPOSITION

The research carried out by Consdabi in Circello, Benevento points out that the Brown cattle raised in Molise shows a higher frequency of the allele B compared to allele A of k-casein and that their milk is more suitable to cheese-making. Moreover, according to the distribution of the genotypes at the loci studied for the Brown breed, its milk shows a higher genetic variability in comparison with the breeds considered, even if the index of genetic similarity between the breeds is quite high. In conclusion, the combination of the genetic variances of the caseins and the milk proteins enables us to locate a "global genotype" for the studied animals.

Therefore, it seems quite appropriate to consider the combination of the loci in order to locate the optimum global genotype.

The research was carried out on 382 bovine cows, 166 belonging to the Italian Friesian breed and 216 to the Brown breed, from 71 herds (33 of Campobasso province and 38 of Isernia).

This results show that the same genotype does not express the same characteristics in both breeds. Therefore, other association between genes would be indagate in order to individuate the 'optimal' genotype to use in any programme of genetic improvement.

The statistical analysis, performed by model (1), evidenced that according what just known, Brown cows supply with a milk characterized by a greater percentage of fat and proteins, if compared to Italian Friesian; consequently, milk from Brown has a higher energetic value ($P < 0.001$).

For further information: prof. Donato Matassino - Dipartimento di Scienze zootecniche - Via Università, 100 - 80055 Portici (Napoli) - Italia

EIWEISS-POLYMORPHIE UND QUANTITATIVE/QUALITATIVE MILCHEIGENSCHAFTEN IN MOLISER ZUCHTBESTÄNDEN. CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG

Die von der Consdabi in Circello/Benevente verrichtete Arbeit zeigt, dass beim Kappa-Kasein von Braunviehrindern aus der Region Molise das B-Allel ge-

nüber dem A-Allel häufiger auftritt, ferner ist ihre Milch offensichtlich für die Käseverarbeitung geeigneter. Aus der Genotyp-Verteilung der berücksichtigten Chromosomenplätze ergibt sich gegenüber anderen Rassen darüber hinaus eine erhöhte genetische Variation beim Braunvieh, selbst wenn der Index genetischer Ähnlichkeit unter den Rassen ziemlich hoch ist. Kurz, die Kombination der Genvarianten bei Kasein und Milcheiweiß ermöglicht es, den "Gesamt-Genotyp" der untersuchten Tiere zu ermitteln.

Daher scheint es logisch, solche Chromosomenplätze zum Zweck der Ermittlung eines optimalen Gesamt-Genotyps zu kombinieren.

Die Studie wurde an 382 Rindern durchgeführt, darunter 166 Friesen und 216 Stück Braunvieh, verteilt auf 71 Betriebe, wovon 33 in der Provinz Campobasso und 38 in der Provinz Isernia ansässig sind.

Die Ergebnisse zeigen, dass der gleiche Genotyp nicht gleichen Eigenschaften bei beiden Rassen entspricht, folglich müssen andere Zusammenhänge zwischen den Genen erforscht werden, damit der für die Erstellung jedweden Programms zur Zuchtverbesserung erforderliche "optimale Gesamt-Genotyp" ermittelt werden kann.

Die wichtigsten, mit Hilfe des Modells (1) erzielten Ergebnisse bestätigen übrigens die bekannte Tatsache, dass die Braunviehrasse gegenüber der Friesenrasse Milch mit höherem Fett- und Eiweißgehalt, und folglich mit höherem Energiewert ($P < 0,001$) liefert.

Arbeitsunterlagen können angefordert werden bei: Prof. Donato Matassino - Dipartimento di Scienze zootecniche - Via Università, 100 - 80055 Portici (Napoli) / Italia.