

LA QUALITÀ CASEARIA DEL LATTE DI DIFFERENTI RAZZE BOVINE

UNIVERSITÀ
DI PARMA

Dalla ricerca scientifica un'ulteriore testimonianza sul ruolo fondamentale svolto dalla qualità tecnologico-casearia del latte, di differenti razze bovine, nella produzione dei formaggi a pasta dura a lungo periodo di maturazione. Sempre più marcato l'incremento della frequenza della k-caseina B nella razza Bruna.

Introduzione

La qualità tecnologica-casearia del latte assume significati diversi a seconda del tipo di trasformazione, con riferimento alle condizioni di formazione della cagliata, al grado di acidificazione della massa caseosa e ai tempi di maturazione del formaggio. Essa svolge un ruolo fondamentale nella produzione dei formaggi a pasta dura, a lungo periodo di maturazione. Nella coagulazione mista, a carattere prevalentemente presamico, il complesso micellare del latte tende a mantenere inalterate le sue proprietà, da cui dipendono buona parte delle caratteristiche reologiche della cagliata. Nella produzione del Parmigiano-Reggiano, ad esempio, il cui processo di caseificazione consiste essenzialmente nella formazione e nella disidratazione di una cagliata lattica-



co-presamica, il requisito basilare è, senza alcun dubbio, rappresentato dall'attitudine precipua del latte alla coagulazione.

Il latte deve possedere determinate caratteristiche, quali un buon contenuto di caseina, caseine di tipo genetico potenzialmente favorevole; un discreto contenuto di fosfato di calcio colloidale; un giusto grado di acidità titolabile; un moderato contenuto di cellule somatiche ed una ottimale attitudine specifica alla coagulazione, intesa come buona reattività con il caglio, elevata capacità di rassodamento della cagliata e conseguente idonea capacità di contrazione e di eliminazione del siero, ciò in modo da ottenere una massa caseosa strutturalmente omogenea, adeguatamente ed uniformemente disidratata in tutte le sue parti, condizione fondamentale per il normale avvio dei processi fermentativi e per l'intero sviluppo maturativo del formaggio.

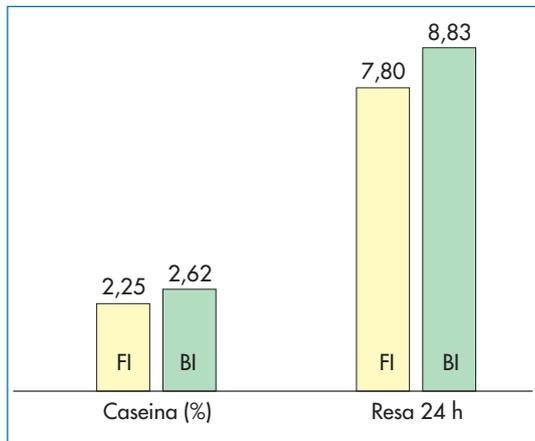
Il formaggio a denominazione di origine, per definizione, prodotto in una zona geograficamente delimitata, presenta peculiari caratteristiche, che derivano essenzialmente dalla qualità del latte. Il latte rappresenta, quindi, il vero e proprio depositario delle caratteristiche commerciali del formaggio, l'essenza stessa della sua caratterizzazione.

Contenuto di caseina

Le variazioni quanti-qualitative della caseina si ripercuotono in misura determinante sul rendimento industriale della trasformazione casearia e, nel contempo, sono in grado di influire in misura significativa su alcune caratteristiche reologiche della cagliata, con riflessi diretti sulla strut-

P. Mariani, A. Summer, P. Formaggioni, M. Malacarne
Dipartimento di Produzioni Animali, Biotecnologie Veterinarie, Qualità e Sicurezza degli Alimenti; Sezione di Scienze Zootecniche e Qualità delle Produzioni Animali; Università di Parma.

Figura 1 – Contenuto di caseina del latte di vacche di razza Frisona (FI) e Bruna (BI) e resa in Parmigiano-Reggiano a 24 ore (kg formaggio / 100 kg latte in caldaia) (8).



tura della pasta e sulla qualità del formaggio. Il latte delle vacche di razza Modenese contiene circa 300 g di caseina in più per quintale nei confronti di quello delle vacche di razza Frisona (tabella 1). La differenza, ai fini del rendimento industriale, è importante se si considera, ad esempio, che ad ogni parte di caseina corrispondono poco meno di 3 parti di Parmigiano-Reggiano stagionato. Il latte della Modenese si contraddistingue anche per avere un valore del rapporto caseina / proteina grezza particolarmente elevato ($\approx 79\%$), indubbiamente più favorevole sotto il profilo della trasformazione casearia.

I lattini delle vacche di razza Bruna e Reggiana presentano caratteristiche tali, per cui si collocano in posizione intermedia, ma con ben 2 linee di caseina in più (200 g per quintale) nei confronti di quello della Frisona. Queste differenze trovano ampia conferma in numerosi altri confronti, come, ad esempio, quello tra Reggiana e Frisona, ritenuto classico nell'ambito del Comprensorio di produzione del Parmigiano-Reggiano, ed immediato riscontro in termini di resa in formaggio (figura 1).

Ripartizione delle caseine

Le diverse frazioni che costituiscono la caseina (α_{s1} , α_{s2} , β e k), pur entrando nella formazione delle micelle in un rapporto piuttosto costante, possono subire variazioni tali che si ripercuotono significativamente sul grado di dispersione del sistema micellare e, di conseguenza, sulle proprietà dell'intero complesso caseinico, nonché sull'andamento sia della fase enzimatica sia di quella fisico-chimica della coagulazione presamica del latte. Il sistema è particolarmente sensibile alle variazioni proporzionali della k -caseina, elemento portante della struttura micellare del latte (più k -caseina = micelle più piccole). La distribuzione delle caseine varia significativa-

Tabella 1 – Contenuti di proteina e di caseina e indice di caseina del latte di vacche di razza Frisona, Bruna, Reggiana e Modenese (1-7).

		Frisona	Bruna	Reggiana	Modenese	Rif.
Proteina totale	I ⁽¹⁾ 1973	3,16	3,25	3,16	3,33	1
	S ⁽²⁾	3,28	3,41	3,46	3,52	2
	S ⁽²⁾	3,01	3,23	3,23	3,48	3
	I ⁽¹⁾ 1990	2,99	3,22	3,26	3,28	4
	I ⁽¹⁾ 1997	3,14	3,38	3,35	3,40	5
Caseina	S ⁽²⁾	2,52	2,65	2,68	2,78	2
	S ⁽²⁾	2,32	2,54	2,53	2,75	3
	I	2,35	2,59	2,62	2,73	6
	I	2,37	2,49	2,66	2,59	7
Indice caseina	S	76,93 ⁽³⁾	77,71	77,59	79,00	2
	S	76,92	78,56	78,19	79,05	3

I = Lattini individuali; S = Lattini di stalla; ⁽¹⁾ Medie provinciali di Reggio Emilia e Modena; ⁽²⁾ Valori peso / volume; ⁽³⁾ Percentuale di caseina sulla proteina totale grezza.

Tabella 2 - Ripartizione percentuale delle caseine delle vacche di razza Frisona, Bruna, Reggiana e Modenese (3).

		Frisona	Bruna	Reggiana	Modenese
k -caseina	%	11,25	12,67	12,24	12,28
α_{s2} -caseina	%	11,39	12,25	12,53	13,61
α_{s1} -caseina	%	36,27	33,89	34,37	34,15
$\beta(+\gamma)$ -caseina	%	38,09	38,18	38,15	37,42
γ_m , altre γ -caseine	%	3,00	3,01	2,71	2,54
k caseina / α_{s1} caseina	-	0,31	0,38	0,36	0,36

Tabella 3 - Contenuti di calcio, fosforo e cloruri (mg/100 ml) nei lattini delle vacche di razza Frisona, Bruna, Reggiana e Modenese (3 b, 9, 10).

		Frisona	Bruna	Reggiana	Modenese	Rif.
Calcio, Ca	I p	112,0	121,2	121,7	117,3	9
	I t	115,3	122,5	123,4	121,5	9
	S	116,9	124,9	124,7	122,1	10
	S	109,5	118,2	117,3	118,7	3b
Fosforo, P	I p	89,6	95,7	95,7	98,3	9
	I t	91,6	96,7	97,5	99,0	9
	S	91,7	99,0	98,5	101,9	10
	S	86,8	90,5	91,6	97,6	3b
Ca / P	I p	1,25	1,25	1,27	1,19	9
	I t	1,26	1,27	1,27	1,23	9
	S	1,27	1,26	1,27	1,20	10
	S	1,26	1,30	1,28	1,22	3b
Cloruri, Cl	S	101,4	95,7	87,6	82,1	3b

I p = Lattini individuali 3^o- 7^o mese di lattazione; I t = Lattini individuali intera lattazione; S = Lattini di stalla.

mente da razza a razza, soprattutto per quanto riguarda le proporzioni di k -caseina e di α_{s2} -caseina; ma parimenti importanti risultano le differenze a livello di α_{s1} -caseina (tabella 2). Il profilo caseinico della Frisona tende a differenziarsi da quelli delle altre tre razze, che appaiono

tra loro abbastanza simili, salvo alcune peculiarità della Modenese. La caseina delle vacche di razza Frisona contiene meno k-caseina delle altre tre, in particolare nei confronti della Bruna, il cui valore risulta più elevato del 13% circa. Tale differenza appare riconducibile alla diversa capacità di sintesi proteica degli alleli k-caseina A e k-caseina B, capacità che è più elevata per l'allele B, la cui frequenza, come precisato più avanti, risulta nettamente superiore nelle razze Bruna, Reggiana e Modenese.

Altrettanto importanti sono le differenze a livello della α_{s2} -caseina. La caseina delle vacche di razza Modenese contiene più α_{s2} -caseina delle altre tre; nei confronti della Frisona il valore della Modenese risulta superiore del 19% circa. La caseina delle vacche di razza Frisona contiene più α_{s1} -caseina delle altre tre, tra loro simili; nei confronti della Bruna il valore della Frisona risulta superiore del 7% circa. Questo andamento concorre a differenziare ulteriormente il sistema micellare della Frisona, il cui rapporto k/ α_{s1} assume un valore significativamente più basso nei confronti di quello della Bruna e delle altre due razze (figura 2).

La caseina delle vacche di razza Modenese, inoltre, tende a differenziarsi anche per un diverso rapporto tra k-caseina contenente zuccheri più o meno complessi (es: ac. sialico) e k-caseina non glicosilata. Tali variazioni, in particolare quelle riguardanti la k-caseina, substrato specifico dell'azione del caglio, possono avere ripercussioni importanti nei riguardi della reattività enzimatica delle micelle (più k-caseina = micelle più piccole = micelle più reattive al caglio).

Contenuti di calcio, fosforo e cloruri

I lattici delle diverse razze bovine, contrariamente a quanto si ritiene, differiscono tra loro in misura importante anche nei riguardi dei principali sali minerali. Quelli delle vacche di razza Bruna, Reggiana e Modenese contengono circa il 7% in più di calcio nei confronti del latte delle vacche di razza Frisona (tabella 3). Il latte delle vacche di razza Modenese si contraddistingue per avere il più elevato contenuto di fosforo. Quelli di Bruna e di Reggiana risultano, a loro volta, più provvisti di fosforo nei confronti del latte di Frisona.

Il latte della Modenese, data la sua notevole ricchezza in fosforo, tende a caratterizzarsi per un rapporto calcio / fosforo mediamente inferiore (1,21 circa). Anche il contenuto di cloruri varia in misura importante da razza a razza: si distingue il latte di Frisona che presenta i valori più elevati, tecnologicamente sfavorevoli, mentre Reggiana e Modenese li hanno sensibilmente inferiori. Tali differenze trovano ampio riscontro in diverse altre comparazioni effettuate tra i lattici di Reggiana e di Frisona, nonché tra quelli di Bruna e di Frisona (figura 3).

Composizione del sistema micellare

La frazione colloidale del latte, strutturata in micelle, formata essenzialmente dalle caseine e da una piccola quantità di fosfato di calcio colloidale, è interamente destinata a costituire la massa caseosa. Il fosfato di calcio colloidale, intimamente associato alle caseine, è essenziale ai fini della costruzione e della integrità di questa particolare struttura. Esso svolge, sia direttamente che indirettamente, un'azione importante in tutte le fasi del processo di coagulazione. Il latte delle vacche di razza Frisona si distingue per una minore concentrazione di quasi tutti i costituenti colloidali, con la sola eccezione riguardante il magnesio (tabella 4).

I lattici delle razze Bruna e Reggiana manifestano caratteristiche tra loro abbastanza simili, mentre quello della Modenese si differenzia ancora una volta in quanto contraddistinto da un diverso equilibrio tra caseina e fosfato di calcio colloidale (tabella 5). Le differenze risultano abbastanza importanti (figura 4). Esse, se rapportate al contenuto di caseina, per la stretta relazione che esiste tra questa e le quote minerali, si ri-

Figura 2 – Valori del rapporto k-caseina / α_{s1} -caseina e percentuale di k-caseina contenente zuccheri (ac. Sialico, etc.) nei lattici delle vacche di razza Frisona (FI), Bruna (BI), Reggiana (RG) e Modenese (MO) (3).

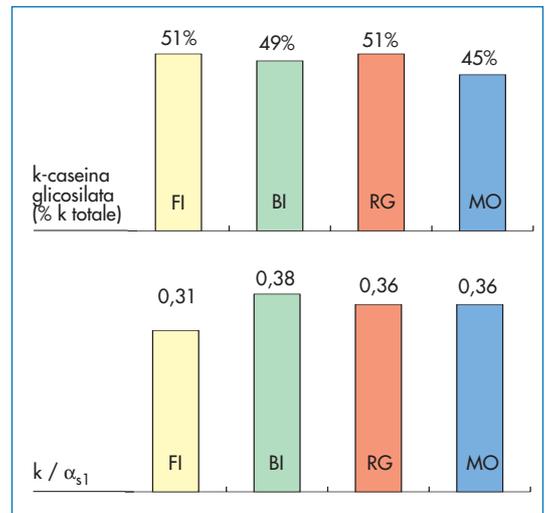


Figura 3 – Contenuto di cloruri (mg / 100 ml) nei lattici delle vacche di razza Frisona (FI) e Bruna (BI) (3 b, 8, 11).

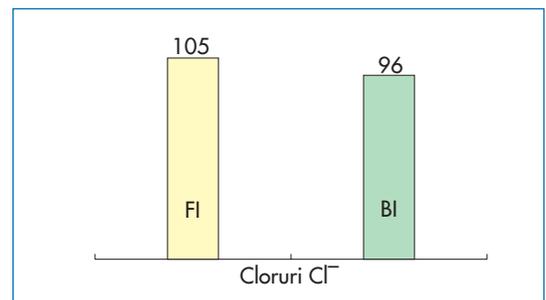
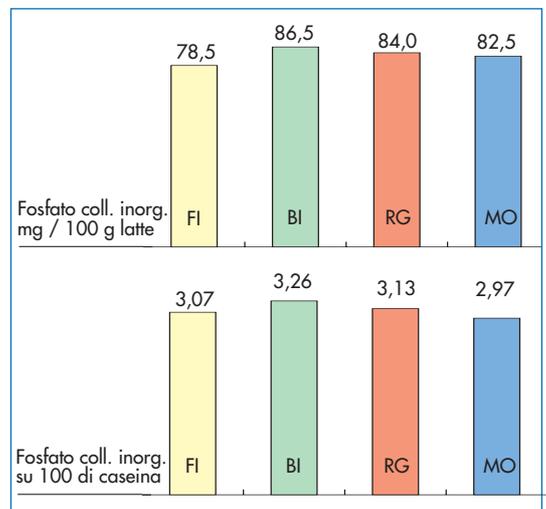


Figura 4 – Fosfato colloidale inorganico nel latte delle vacche di razza Frisona (FI), Bruna (BI), Reggiana (RG) e Modenese (MO) (10).



ducono sensibilmente, ma restano ugualmente interessanti, specie sotto il profilo qualitativo.

I sistemi micellari delle vacche di razza Bruna e Reggiana, infatti, risultano proporzionalmente più ricchi di fosfato colloidale inorganico. Il latte della Modenese, invece, dimostra di possedere meno fosfato di calcio colloidale per unità di caseina, anche a paragone di quello della stessa Frisona (figura 4). In effetti, il comportamento del latte della Modenese appare, da questo punto di vista, del tutto caratteristico per il lieve, ma significativo, minor grado di "mineralizzazione" della sua micella caseinica.

Dimensione delle micelle

La composizione e le proprietà, nonché la struttura del sistema micellare del latte, rappresentano la risultante di complesse interazioni tra le numerose componenti in gioco (concentrazione, ripartizione e tipo genetico delle caseine; fosfato di calcio colloidale; calcio caseinato; ecc.), viste in stretto rapporto dinamico con la fase solubile del latte. Anche piccole variazioni possono esercitare un'influenza importante sullo stato di aggregazione del sistema micellare.

I sistemi contraddistinti da più elevate proporzioni di micelle di piccole dimensioni tendono a coagulare in minor tempo e a fornire coaguli in grado di rassodare più velocemente e dotati di maggior forza. Il latte delle vacche di razza Frisona tende ad avere micelle mediamente più grandi rispetto a quello della Modenese (tabella 6). Il latte della Reggiana, che sembra presentare caratteristiche intermedie, tende invece a contraddistinguersi per avere una più elevata proporzione di micelle di piccolissime dimensioni.

Acidità e caratteristiche di coagulazione

L'acidità influenza in misura determinante la coagulazione presamica del latte, sia nella prima sia nella seconda fase. Il ruolo primario spetta al pH – i cui valori sono negativamente correlati con quelli dell'acidità titolabile – che condiziona fortemente l'attività primaria del caglio e la velocità di formazione del coagulo, nonché, entro certi limiti, anche la sua capacità di eliminazione del siero. Al progressivo abbassamento dell'acidità (latte ipoacido, carenti di fosforo e/o di caseina) corrisponde un aumento di frequenza dei latte a scarsa reattività presamica.

Il latte delle vacche di razza Modenese si caratterizza per avere un'acidità di titolazione decisamente elevata (tabella 7), superiore di circa tre decimi rispetto a quella delle razze Bruna e Reggiana. Il latte della Frisona si distingue per essere il meno tamponato, in quanto poco provvisto di caseina e di fosforo solubile. In effetti, il quadro acidimetrico della Frisona, che presenta un'elevata frequenza di latte ipoacido ed alcalino, si differenzia marcatamente da quello delle altre tre

Tabella 4 – Contenuto dei principali costituenti del sistema micellare nel latte delle vacche di razza Frisona, Bruna, Reggiana e Modenese (mg / 100 ml latte) (10).

		Frisona	Bruna	Reggiana	Modenese
Caseina	mg	2560	2650	2680	2780
Calcio colloidale	mg	78,5	83,6	82,6	82,2
Fosforo colloidale	mg	48,0	51,0	50,6	51,7
a) P caseina		22,4	22,8	23,2	24,8
b) P coll. inorg.		25,6	28,2	27,4	26,9
Magnesio colloidale	mg	3,5	3,3	3,3	3,5
Ac. citrico colloidale	mg	8,7	11,4	10,5	9,9
Ca coll. / caseina	%	3,07	3,16	3,08	2,96
P coll. / caseina	%	1,87	1,92	1,89	1,86
Ca coll. / P coll.	–	1,64	1,64	1,63	1,59

Tabella 5 – Composizione del sistema micellare del latte delle vacche di razza Frisona, Bruna, Reggiana e Modenese (g / 100 g sostanza secca) (10).

		Frisona	Bruna	Reggiana	Modenese
Caseina	%	93,79	93,48	93,69	93,98
Calcio colloidale	%	2,88	2,95	2,89	2,78
Fosfato coll. inorg.	%	2,88	3,05	2,94	2,79
Magnesio colloidale	%	0,13	0,12	0,11	0,12
Ac. citrico colloidale	%	0,32	0,40	0,37	0,33

Tabella 6 – Diametro medio e distribuzione delle micelle nel latte delle vacche di razza Frisona, Reggiana e Modenese (12).

		Frisona	Reggiana	Modenese
Submicelle (inferiori a 12 nm)	%	37,57	46,69	39,82
Micelle piccole (12–68 nm)	%	36,58	33,63	40,90
Micelle medie (68–162 nm)	%	24,31	21,62	17,57
Micelle grandi (sopra 162 nm)	%	1,54	1,06	1,71
Totale particelle misurate ⁽¹⁾	no.	3.040	6.652	1.753
Diametro medio indicativo	nm	68	66	62

(1) Su microfotografie; analisi microscopio elettronico TEM; tecnica freeze-fracturing.

Tabella 7 – Acidità titolabile e caratteristiche di coagulazione presamica del latte di vacche di razza Frisona, Bruna, Reggiana e Modenese (3 b, 6, 13).

			Frisona	Bruna	Regg.	Moden.	Rif.
Acidità titolabile ⁽¹⁾	°SH/50	I	3,31	3,47	3,47	3,73	13
Acidità titolabile	°SH/50	I	3,29	3,45	3,33	3,59	6
Acidità titolabile	°SH/50	S	3,20	3,26	3,45	3,71	3b
Tempo coagulazione, r	min	I	16,5	16,3	16,0	17,9	6
Tempo rassodamento, k ₂₀	min	I	14,1	8,9	7,7	10,5	
Consistenza coagulo, a ₃₀	mm	I	22,2	28,2	30,7	25,4	
Resistenza compressione	g	I	29,8	32,3	36,9	30,3	
Resistenza taglio	g	I	47,9	60,1	70,6	51,0	
Tempo coagulazione, r	min	S	17,9	16,7	14,0	19,0	3b
Tempo rassodamento, k ₂₀	min	S	13,0	8,6	9,7	11,3	
Consistenza coagulo, a ₃₀	mm	S	20,3	27,3	33,3	23,7	

(1) Latte di vacche dal 4° al 7° mese di lattazione; I = Latte individuali; S = Latte di stalla.

razze, contraddistinto da una bassa frequenza di latti ipoacidi. La Modenese, anche in questo caso, tende a distinguersi per una elevata frequenza di latti aventi una acidità superiore a 4,10 °SH/50 ml.

I latti delle vacche di razza Bruna e Reggiana manifestano una migliore attitudine alla coagulazione presamica (tabella 7), soprattutto con riferimento alla velocità di rassodamento del coagulo (k_{20}) ed alle caratteristiche reologiche dello stesso: consistenza e resistenza al taglio. Entrambi si distinguono nettamente dal latte della Frisona, che tende a manifestare una minore attitudine casearia, specie per la scarsa capacità di rassodamento (figura 5) e per una ridotta forza del coagulo.

Il latte delle vacche di razza Modenese presenta caratteristiche del tutto particolari (tabella 7), a conferma delle sue molteplici peculiarità costitutive: coagula in tempi tendenzialmente lunghi, rassoda discretamente, ma non a sufficienza, per cui il coagulo non raggiunge valori tecnologicamente adeguati, né in termini di consistenza, né di forza (almeno a paragone di Bruna e Reggiana). Esso, probabilmente a causa del minor contenuto di fosfato di calcio colloidale per unità di caseina, tende a formare un coagulo di tipo "farinoso", poco elastico e, comunque, apprezzabilmente diverso rispetto a quelli prettamente "gelatinosi" di Bruna e di Reggiana.

Il ruolo delle varianti genetiche.

Il polimorfismo delle caseine α_{s1} , β e k e della β -lattoglobulina costituisce un aspetto del tutto particolare del complesso quadro della qualità del latte. Le variazioni qualitative, strettamente legate alla natura della stessa mutazione genetica, e quelle quantitative, dovute alla diversa capacità di sintesi dei singoli alleli che controllano la produzione di tali proteine, possono risultare più o meno importanti, sia da un punto di vista tecnologico, che sotto il profilo del rendimento industriale della trasformazione. Le variazioni delle caseine esercitano un'influenza non secondaria nei riguardi delle caratteristiche di coagulazione presamica del latte, soprattutto con riferimento a quelle della k -caseina e della β -caseina.

Il latte contenente la k -caseina B manifesta una maggiore reattività con il caglio ed una migliore attitudine alla formazione del coagulo. Anche il latte β -caseina B tende a coagulare in tempi inferiori rispetto a quello di tipo β -caseina A, con effetti importanti sulla velocità di formazione del coagulo. Peraltro, è noto che il tipo genetico della k -caseina è in grado di esercitare una significativa influenza sulla dimensione delle micelle (k -caseina B = maggiore proporzione di k -caseina = micelle più piccole). La presenza della α_{s1} -caseina G comporta addirittura una modificazione profonda della composizione micellare del latte (bassa proporzione di α_{s1} -caseina, controbilanciata da maggiori proporzioni di k -caseina e di α_{s2} -caseina).

Marcata è anche l'influenza dei tipi genetici della β -lattoglobulina. Le vacche di tipo β -lattoglobulina A, infatti, forniscono un latte più provvisto di proteina del siero, mentre quelle di tipo β -lattoglobulina B producono un latte mediamente più ricco di caseina, di almeno una linea (100 g di caseina per quintale), con effetti significativi quanto meno sul rendimento della trasformazione casearia. Tali variazioni genetiche, inoltre, possono modificare le proprietà delle singole proteine e/o influenzare lo stato di aggregazione del sistema micellare in modo da interferire con l'azione degli enzimi proteolitici: è nota, ad esempio, l'apparente minore degradabilità della β -caseina C nel corso della maturazione del formaggio (fatto evidenziabile nel Parmigiano-Reggiano prodotto con i latti di Bruna, Reggiana e Modenese e nel Montasio prodotto con latte di Pezzata Rossa Italiana, ecc.).

Le variazioni genetiche individuali si configurano, altresì, a livello di allevamento, di popolazione e di razza fino a costituire un carattere differenziale di notevole rilievo. Per la k -caseina, ad esempio, la variante

Figura 5 – Velocità di rassodamento del coagulo (min) ottenuto dal latte delle vacche di razza Frisona (FI), Bruna (BI), Reggiana (RG) e Modenese (MO) (3 b, 6).

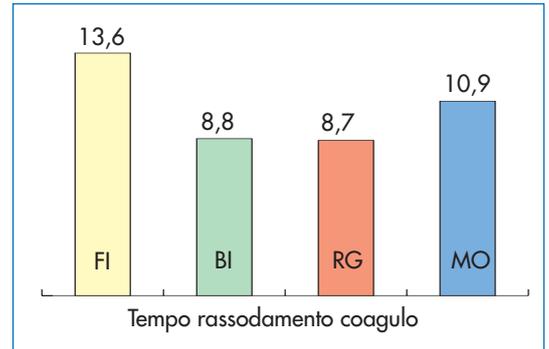


Figura 6 – Frequenza % delle varianti k -caseina nelle razze Frisona (FI), Bruna (BI), Reggiana (RG) e Modenese (MO) (14-17).

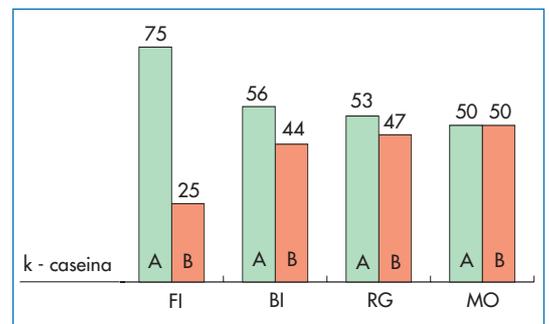
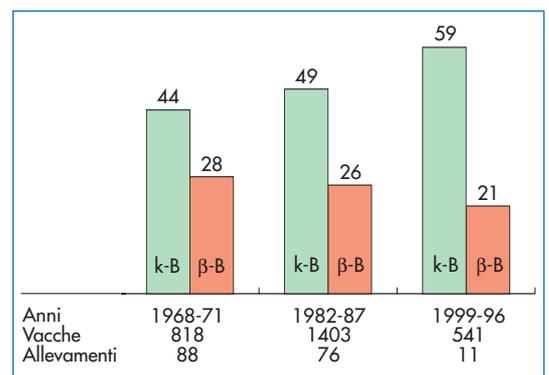


Figura 7 – Variazioni nel tempo della frequenza % delle varianti k -caseina B e β -caseina B in vacche di razza Bruna allevate in provincia di Parma (8, 16, 18).



B, maggiormente favorevole per la caseificazione, risulta sensibilmente più frequente nel latte delle vacche di razza Bruna, Reggiana e Modenese: circa 50% contro 25% della Frisona (figura 6). La β -caseina B, più idonea per la caseificazione, risulta nettamente più frequente nella Bruna (28%) che nella Frisona (5%).

Nel corso degli anni, le frequenze si sono modificate (figura 7). Nella Bruna, ad esempio, dall'ini-

zio degli anni settanta ai primi anni ottanta la frequenza di k-caseina B è passata dal 44% al 49%. L'incremento che si è verificato negli ultimi anni risulta ancora più marcato (dal 49% al 59%). Questa rapida e incontrollata evoluzione del fenomeno, data la stretta associazione tra i caratteri in esame, ha determinato, purtroppo, variazioni sensibili anche a livello dei tipi genetici della β -caseina: è aumentata in misura consistente la β -caseina A, a scapito della β -caseina B.

Conclusioni

La qualità tecnologico-casearia del latte, difficile da mantenere entro certi limiti di idoneità, dovrebbe essere salvaguardata con ogni mezzo, poiché rappresenta uno dei cardini della produzione dei formaggi a pasta dura. Nel lungo periodo il latte, purtroppo, manifesta la tendenza ad impoverirsi di caseina; il fenomeno è accompagnato da una diminuzione altrettanto importante dei contenuti di fosforo e di calcio. Le variazioni negative della caseina e del fosforo determinano un calo dell'acidità del latte, cui fa riscontro un parallelo aumento della diffusione delle anomalie di coagulazione. Le alterate condizioni acidimetriche costituiscono, molto probabilmente, la causa prima della ridotta reattività presamica del latte. Tra gli altri fattori si annoverano la minore frequenza delle varianti caseiniche ritenute maggiormente favorevoli per la coagulazione, l'aumento dei cloruri e, soprattutto, l'aumento della proteasi alcalina del latte.

Alcune alterazioni sono probabilmente legate all'innalzamento dei livelli produttivi (per massimizzare il rendimento), i quali, richiedendo un notevole sforzo metabolico, trovano l'animale, anche se dotato di adeguato potenziale genetico, sempre più spesso in difficoltà circa la possibilità di mantenere in condizioni di equilibrio funzionale i complessi meccanismi fisiologici che presiedono alla secrezione ed alla composizione del latte, specie sotto il profilo minerale. L'aumento dei cloruri si pone in relazione con la sempre maggiore diffusione dei disordini secretori della mammella e, molto probabilmente, anche in rapporto all'intervento di alcune turbe metaboliche e conseguenti variazioni dell'equilibrio acido-base del sangue. L'incremento degli enzimi proteolitici è dovuto ancora ai disordini secretori e, soprattutto, alle mastiti, sia attraverso l'aumento delle cellule polimorfonucleate in grado di liberare enzimi, sia mediante un maggior passaggio diretto dal sangue al latte del suo principale sistema proteolitico (plasmogeno-plasmina), le cui componenti attive sono strettamente associate alla caseina. Alla formazione del complesso enzimatico concorrono anche enzimi di origine batterica sempre più presenti nel latte in rapporto alle condizioni igieniche della mungitura, etc. Il sistema proteasi alcalina tende a minare l'integrità della micella, in modo

Tabella D.1 – Parametri genetici (ereditabilità, correlazione genetica) per i caratteri produttivi nella Frisona Italiana (Anafi).

	kg latte	kg grasso	kg proteina	% grasso	% proteina
Valore medio	6881	243	212	3.55	3.09
Dev. standard	1136	40.2	33.5	0.34	0.17
Ereditabilità (h ²)	0.26	0.27	0.24	0.47	0.41
Correlazione genetica:					
kg grasso	0.70				
kg proteina	0.91	0.82			
% grasso	-0.38	0.39	-0.10		
% proteina	-0.41	0.12	0.01	0.68	

Tabella D.2 – Indici di selezione delle razze bovine Frisona Italiana e Bruna: pesi statistici dei caratteri (Anafi; Anarb).

Frisona: ILQ (Indice Latte Qualità); ILQM (Indice Latte Qualità e Morfologia); peso statistico dei caratteri.

		kg latte = L	kg grasso = G	kg proteina = P	Morfologia ⁽¹⁾
1989 – 1990	ILQ	0	1	2	
1991 – gen. 1993	ILQ	-4	1	10	
dal luglio 1993	ILQM		4 (ILQ)		1 (ICM)

ILQM = 0.9 x [4.5 x (-0.173 L + G + 11.3 P)] + 180 (ICM).

⁽¹⁾ Morfologia: Indice Composto Mammella (ICM).

Bruna: Ite (Indice totale economico); peso statistico dei caratteri.

	kg latte = L	kg grasso = G	kg proteina = P	% grasso = %G	% proteina = %P	Morfologia
1990	0	1	3	0.1	0.4	0.5
1991	0	1	3	0.1	0.4	1.0
1998	0	1	3	0.1	0.4	0.8

Ite = 81.1 x (0.0714 G + 0.2727 P + 0.7246 % G + 5.0 % P + 0.8333 M); Morfologia: indice punteggio morfologico finale (1998: longevità funzionale con peso 0.8) ; genotipo k-caseina: +2.5% a k-Cn AB e + 5% a k-Cn BB del valore indice "kg proteina", rispetto a k-Cn AA che resta invariato.

da renderla meno reattiva nei confronti del caglio, alterando anche le proprietà del reticolo proteico.

Tutto ciò concorre ad incrementare le difficoltà tecnologiche di caseificazione, con notevoli riflessi negativi nei riguardi sia della resa industriale sia di quella commerciale: produzioni di masse caseose non sufficientemente e non uniformemente disidratate e di formaggio avente caratteristiche che tendono a favorire l'insorgenza di processi fermentativi anomali, con manifestazioni sempre più frequenti di difetti di struttura e di tessitura della pasta.

Il rapporto strettissimo che esiste tra contenuto di caseina e resa in formaggio e quello altrettanto importante che intercorre tra proprietà della caseina allo stato nativo, comportamento tecnologico e qualità dei formaggi a pasta dura, sottolineano l'esigenza di salvaguardare e di migliorare le precipe caratteristiche tecnologico-casearie del latte, sia attraverso l'allevamento ed il potenziamento dei genotipi consolidati sul territorio, notoriamente migliori e più favorevoli in rapporto alle pecu-

liarità del prodotto a denominazione di origine protetta, sia mediante opportuni interventi sulle popolazioni bovine, tra i quali il miglioramento genetico occupa un posto di preminente interesse.

Mediante l'applicazione di adeguati programmi di selezione è possibile, infatti, incrementare il contenuto di caseina del latte (come si sta facendo da alcuni anni) con effetto in ogni caso favorevole nei riguardi del rendimento industriale della trasformazione (tabella D).

Più complesso appare, invece, il miglioramento del latte sotto il profilo più strettamente tecnologico-caseario. Tuttavia, anche in questo caso si ritiene che con la selezione sia possibile conseguire qualche risultato positivo, sia direttamente, attraverso l'aumento del contenuto di caseina e della frequenza dei tipi genetici maggiormente favorevoli alla caseificazione, sia indirettamente, in quanto l'incremento della caseina dovrebbe favorire anche i contenuti di calcio e di fosforo, nonché l'acidità del latte e, conseguentemente, la sua attitudine tecnologica alla trasformazione casearia. 

Riferimenti bibliografici

- 1) Aia, Associazione italiana allevatori (1974) Controllo della produttività del latte in Italia 1973. Ed. ATEL, Roma.
- 2) Mariani P. (1975) Ripartizione delle proteine del latte nelle razze Frisona, Bruna alpina, Reggiana e Modenese. Riv. di Zoot. e Vet., 3, 13.
- 3) Mariani P., Summer A., Franchetti M., Vecchia P., Fossa E. (1998) Ripartizione percentuale delle caseine in lattici di massa delle vacche di razza Frisona, Bruna, Reggiana e Modenese. Sci. Tecn. Latt.-cas., 49, 181.
- 3b) Mariani P. et al. (1998) Dati non pubblicati, di cui alla ricerca rif. n.3.
- 4) AIA, Associazione Italiana Allevatori (1991) Controllo della produttività del latte in Italia 1990. Ed. ATEL, Roma.
- 5) AIA, Associazione Italiana Allevatori (1998) Controllo della produttività del latte in Italia 1997. Ed. ATEL, Roma.
- 6) Pecorari M., Sandri S., Mariani P. (1987) Attitudine alla coagulazione dei lattici delle razze Frisona, Bruna, Reggiana e Modenese. Sci. Tecn. Latt.-cas., 38, 376.
- 7) Semprini P. (1967) Influenza della razza e del sistema di allevamento del bestiame bovino sulla qualità del formaggio "Parmigiano-Reggiano". Atti Conv. tecn. problemi prod. Parmigiano-Reggiano. Modena 19 aprile 1967.
- 8) Mariani P., Serventi P., Fossa E. (1997) Contenuto di caseina, varianti genetiche ed attitudine tecnologico-casearia del latte delle vacche di razza Bruna nella produzione del formaggio grana. La Razza Bruna, 37(2) (suppl.1), 8.
- 9) Mariani P., Russo V. (1976) Ricerche sul contenuto di calcio e fosforo nel latte delle razze Frisona, Bruna alpina, Reggiana, Modenese. Riv. di Zoot. e Vet. 4, 23.
- 10) Mariani P. (1985) Osservazioni sul contenuto e la ripartizione dei principali costituenti del sistema micellare del latte in quattro razze bovine. Ann. Fac. Med. Vet., Univ. Parma, 5, 173.
- 11) Mariani P., Bonatti P. (1989) Il contenuto di cloruri nel latte delle vacche di razza Bruna e Frisona. Atti S.I.S.Vet. 43, 1643.
- 12) Morini D., Losi G., Castagnetti G.B., Benevelli M., Rasmanni P., Volonteri G. (1975) L'influenza delle varianti genetiche della k-caseina sulla dimensione delle micelle caseiniche. Sci. Tecn. Latt.-cas., 26, 437.
- 13) Mariani P. (1982) Rapporti tra acidimetria e tempo di coagulazione del latte in quattro razze bovine. Ann. Fac. Med. Vet., Univ. Parma, 2, 197.
- 14) Mariani P., Russo V. (1970) Studio elettroforetico delle varianti genetiche delle proteine del latte di bovine di razza Frisona allevate in Italia. Atti XIV Conv. Soc. Ital. Genetica Agraria, Parma 1-2 aprile 1970.
- 15) Mariani P., Russo V. (1971) Distribuzione delle varianti genetiche delle caseine e della β -lattoglobulina nelle vacche di razza Reggiana. Riv. di Zoot., 44, 310.
- 16) Russo V., Mariani P. (1971). Polimorfismo genetico delle proteine del latte nelle vacche di razza Bruna Alpina. Sci. Tecn. Latt.-cas., 22, 167.
- 17) Russo V., Mariani P. (1972). Polimorfismo genetico delle caseine e della β -lattoglobulina nella razza bovina Modenese. Riv. di Zoot., 45, 43.
- 18) Mariani P. (1987) Il polimorfismo genetico delle caseine in vacche di razza Bruna: frequenza della variante C al locus k-Cn. Ann. Fac. Med. Vet., Univ. Parma, 7, 317.

THE DAIRY QUALITY OF THE MILK IN DIFFERENT DAIRY BREEDS

The scientific research has shown the important role of the dairy qualities of the milk, from different cattle breeds, for the production of the hard cheeses that need a long seasoning time. The K- casein content in the milk produced by Brown cows is still increasing. There is a very close relationship between the casein content and the cheese yield and another very important one between the qualities of raw casein, the technological behavior of the milk and the quality of hard cheese. These relationships call for the need to safeguard and improve the technological and dairy features typical of milk. This goal can be reached by breeding and improving the animals that have a local importance as they are usually more suitable to the qualities required for a typical local product. Also the genetic improvement of the animals is very important for this goal.

Adopting the selection programs aimed at it can increase the k-casein content of milk. These programs, which have been already carried for some years, have a positive influence also on the industrial cheese yield.

The improvement of milk quality with regard to its dairy and technological qualities seems to be more difficult. The genetic selection can give some positive results also in this case by increasing the casein content and the frequency of genotypes that are the most suitable for cheese making. Moreover, a higher casein content increases also the calcium, the phosphorus content of milk and milk acidity. As a consequence, also the cheese-making suitability of milk.

DIE KÄSESPZIFISCHE MILCHQUALITÄT VERSCHIEDENER RINDERRASSEN

Die Forschung spricht sich einmal mehr für die grundlegende Rolle aus, welche die technologische, rasse-und käsespezifische Milchqualität bei der Produktion von lange reifenden Hartkäsesorten spielt. Immer ausgeprägter die steigende Häufigkeit an k-casein B beim Braunvieh. Kaseingehalt und Käseausbeute stehen

wie die Eigenschaften des Kaseins im Urzustand, dessen technologisches Verhalten und die Hartkäsequalität in engstem Zusammenhang, und unterstreichen die Notwendigkeit, die wesentlichen technologischen und käsespezifischen Eigenschaften der Milch zu bewahren und zu verbessern, sowohl über die Zucht und den Ausbau bereits etablierter Genotypen (die sich mit Hinblick auf die Eigenart des Produktes aus geschütztem Anbau bekanntermaßen besser eignen), als auch durch zweckmäßige Eingriffe an den Rinderbeständen, bei denen die Zuchtverbesserung eine Vorrangstellung einnimmt. Mit Hilfe von geeigneten Zuchtprogrammen ist es tatsächlich möglich, den Kaseingehalt der Milch (wie seit einigen Jahren praktiziert) mit jedenfalls günstigen Auswirkungen im Hinblick auf die industrielle Ausbeute bei der Verarbeitung erhöhen.

Vielschichtiger hingegen gestaltet sich offenbar die Verbesserung der Milch unter rein technologisch-käsespezifischen Gesichtspunkten. Dennoch geht man auch in diesem Fall davon aus, dass sich über die Zucht auch hier positive Ergebnisse erzielen lassen, sowohl direkt über die Steigerung des Kaseingehaltes bzw. der Häufung der für die Käseherstellung günstigsten Genotypen, als auch indirekt, da der Kaseinanstieg auch den Gehalt an Kalzium, Phosphor und Säure der Milch verbessern sollte, und somit dessen technologisches Verhalten bei der Umwandlung in Käse.