

## LA GENETICA DELL'ATTITUDINE CASEARIA

### ***Che cosa realmente influenza l'attitudine casearia dal punto di vista della genetica?***

Già negli anni '60, la corsa per capire che cosa realmente influenzasse l'attitudine casearia ha mosso la curiosità scientifica di diversi ricercatori, al fine di dare una risposta definitiva a questa domanda. Prima dell'avvento della genomica, gli addetti ai lavori hanno concentrato tutte le energie per studiare la correlazione tra attitudine casearia e caseine contenute nel latte, credendo che queste fossero le uniche componenti che potessero influenzare la caseificazione. Con l'intervento della genomica, però, la salda convinzione che tutto dipendesse esclusivamente dalla qualità proteica del latte è stata messa in forte discussione, anche se già diversi studi riguardo la genetica dell'attitudine casearia avevano messo in luce questo aspetto.

### ***Cosa sono le caseine***

Le proteine del latte si possono dividere in sieroproteine (20%) e caseine (80%).

- Sieroproteine: sono monomeri e polimeri, come la  $\beta$ -lattoglobulina,  $\alpha$ -lattoglobulina, sieralbumina, immunoglobulina e altri enzimi.
- Caseine: possono essere di tipo  $\alpha$ 1,  $\alpha$ 2,  $\beta$  e K. Questo tipo di proteine sono coinvolte nel procedimento di trasformazione del latte in formaggio e sono disposte in aggregati, detti sub-micelle, comprendenti anche acqua, minerali e enzimi, legati insieme grazie al calcio.

Le sub-micelle tra di loro non si attraggono, anzi, si allontanano a causa della K-caseina che ha la caratteristica chimica di essere idrofoba polare. Quando al latte si aggiunge del caglio, però, questa caratteristica viene meno e le sub-micelle si aggregano tra di loro, dando origine alla cagliata.

Le caseine, dunque, sono l'elemento principale del processo di caseificazione. Vediamo ora le relazioni che sussistono tra queste e la buona riuscita del processo di caseificazione.

### ***Attitudine casearia e le K-caseine***

A differenza delle altre caseine, la variante K è idrofoba, caratteristica che permette di stabilizzare le altre caseine. Nel momento in cui questa perde la sua capacità idrofoba, viene permesso l'aggregarsi delle sub-micelle e si origina la cagliata.

La K-caseina si presenta sotto diverse varianti alleliche: nelle razze a maggiore diffusione, A e B si trovano con maggiore frequenza. Queste sono seguite dalla variante E, scoperta solo negli ultimi anni e che prima veniva identificata come K-caseina A. Infatti, le varianti A e E si distinguono solo per un amminoacido e i test inizialmente in commercio non erano sensibili a questa differenza. Negli anni, poi, sono state scoperte nuove varianti come la K-caseina I, ma che nelle razze da latte più comuni ha un'incidenza irrilevante.

Già dai primi studi è emerso che la variante BB della K-caseina è correlata a migliori capacità di coagulazione del latte, rispetto alle altre varianti alleliche, come mostrato in tabella.

TABLE 2. Variability in coagulation parameters for different phenotypes for  $\beta$ -casein,  $\kappa$ -casein, and  $\beta$ -lactoglobulin.<sup>1</sup>

Phenotype	RCT	K20	A30
	(min)		(mm)
$\beta$ -Casein			
A1A1	7.02(.83) <sup>2</sup>	7.90(.90)	34.36(1.82)
A1A2	6.24(.92)	9.76(1.01)	30.58(2.03)
$\kappa$ -Casein			
AA	7.24(.71)	9.13(.80)	29.53(1.57)
AB	6.65(1.02)	9.00(1.12)	32.50(2.24)
BB	6.00(1.50)	8.37(1.59)	35.38(3.29)
$\beta$ -Lactoglobulin			
AA	3.91(1.21) <sup>a</sup>	7.55(1.33)	36.30(2.67) <sup>a</sup>
AB	6.23(.73) <sup>b</sup>	8.85(.81)	33.13(1.61) <sup>ab</sup>
BB	9.75(1.01) <sup>c</sup>	10.09(1.15)	27.98(2.22) <sup>b</sup>

<sup>a,b,c</sup> Values within column within protein with different letters are significantly different ( $P < .05$ ).

<sup>1</sup> RCT = Rennet clotting time in minutes, K20 = rate of firming in minutes, A30 = curd firmness at 30 min in millimeters.

<sup>2</sup> Standard errors in parentheses.

*Variabilità dei parametri di coagulazione in funzione del fenotipo delle caseine*  
(Fonte A.S. Marziali, 1986)

Nel 2008, il prof. Martino Cassandro dell'Università di Padova, nell'ambito del progetto BullAbility, ha messo in luce che il latte classificato come LDG A (il migliore per attitudine casearia secondo il metodo

analitico con lattodinamografo) per ogni tipologia di K-caseina era del 68% sul totale per la variante BB, del 62% per il latte K-AB e del 53% per il latte K-AA.

Questo significa che la K-caseina spiega solo in parte una migliore attitudine casearia: il 32% del latte K-BB, infatti, risulta avere un profilo lattodinamografico non ottimale!

### Attitudini casearia e le Beta-caseine

Un'altra delle componenti caseiniche del latte è la Beta-Caseina, che rappresenta circa il 36% della caseina totale. Le varianti genetiche della Beta-Caseina sono 13, ma solo 2 prevalgono nelle razze maggiormente allevate, dette A1 e A2, seguite poi dal tipo B. Queste possono dare vita a diverse combinazioni, quali: A1A1, A1A2, A2A2, A1B e A2B. A fare la differenza tra A1, A2 e B sono delle piccole variazioni a livello di amminoacidi che, seppur senza prove scientifiche validate, vengono arbitrariamente correlate ad una maggiore o minore digeribilità del latte.

Per quanto riguarda l'influenza delle Beta-caseine sul latte, secondo Comin et al., in uno studio del 2008, questa categoria di caseine è correlata con la quantità di latte e di proteina prodotti. Gli autori, inoltre, evidenziano che alcuni alleli della Beta-caseina sono associati a determinati alleli per la K-caseina e questa associazione crea una particolare sinergia in grado di influire sull'attitudine casearia, aspetto evidenziato anche da Parna et al. (2012).

Lo studio dell'interazione tra Beta- e K-caseina ha dato interessanti riscontri. Infatti, la miglior combinazione di B- e K-Caseina per l'attitudine casearia non è quella che ci si aspetterebbe dalle tendenze commerciali degli ultimi anni (A2A2 e K-BB) ma, secondo Comin et al., sarebbe quella che comprende l'allele B in entrambe le varianti, dunque: A1B-AB, A2B-BB e A2B-AB, come mostrato in tabella.

**Table 2.** Estimated effects (Est.) and their standard errors (SE) of CSN2-CSN3 composite genotypes on milk coagulation traits [milk coagulation time (RCT) and curd firmness ( $a_{30}$ )], and milk and protein yields given as a deviation of the most frequent genotype  $A_2/A_2-A/A$

Item	Cows (n)	RCT, min		$a_{30}$ , mm		Milk yield, kg/d		Protein yield, kg/d	
		Est.	SE	Est.	SE	Est.	SE	Est.	SE
Mean		16.92		32.03		32.26		1.09	
SD		4.63		11.25		10.18		0.28	
CSN2-CSN3 genotype									
$A_1/A_1-A/A$	51	-0.87	0.69	3.18	1.69	-1.25	1.07	-0.03	0.03
$A_1/A_1-A/B$	26	-2.34	0.89	5.54	1.17	1.26	1.42	0.05	0.04
$A_1/A_1-A/E$	34	-1.35	0.81	5.67	1.99	0.74	1.27	0.02	0.04
$A_1/A_2-A/A$	184	-0.72	0.45	2.97	1.10	0.00	0.70	0.00	0.02
$A_1/A_2-A/B$	120	-2.18	0.50	7.24	1.23	0.63	0.79	0.06	0.02
$A_1/A_2-A/E$	103	-0.60	0.55	1.85	1.33	-0.18	0.84	0.00	0.03
$A_1/A_2-B/B$	13	-2.21	0.45	9.36	3.05	-2.59	1.96	-0.07	0.06
$A_1/A_2-B/E$	10	-0.01	1.01	-0.38	2.46	-1.48	2.22	-0.03	0.07
$A_1/B-A/B$	30	-5.01	0.84	10.54	2.03	-1.84	1.35	-0.05	0.04
$A_2/A_2-A/A$	195	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$A_2/A_2-A/B$	97	-1.14	0.55	4.80	1.34	-1.18	0.85	0.00	0.03
$A_2/A_2-B/B$	10	-1.50	1.41	3.51	2.45	2.84	2.19	0.08	0.07
$A_2/B-A/B$	51	-3.25	0.69	10.08	1.67	-0.95	1.09	-0.04	0.03
$A_2/B-B/B$	10	-4.43	1.23	9.99	3.26	-1.10	2.18	0.03	0.07
Rare <sup>1</sup>	39	-3.76	0.75	8.50	1.85	0.90	1.19	0.05	0.04
Unknown	69	-1.48	0.63	4.20	1.56	-3.46	0.97	-0.11	0.03
F-test		<0.001		<0.001		0.017		<0.001	

<sup>1</sup>Composite genotypes accounting for <1% of observations were grouped together as rare:  $A_1/A_1-B/B$  (n = 1);  $A_1/A_1-B/E$  (n = 4);  $A_1/A_1-E/E$  (n = 5);  $A_1/A_2-E/E$  (n = 4);  $A_1/B-B/B$  (n = 6);  $A_1/B-B/E$  (n = 2);  $A_1/B-E/E$  (n = 1);  $A_2/A_2-A/E$  (n = 3);  $A_2/A_2-B/E$  (n = 1);  $A_2/A_2-E/E$  (n = 3);  $A_2/A_2-A/A$  (n = 4);  $A_2/A_2-A/B$  (n = 1);  $A_2/B-A/A$  (n = 1); and  $B/B-B/B$  (n = 3).

Effetti stimati per ciascuna combinazione di B- e K-Caseina (Fonte: A. Comin, 2008)

La pubblicazione di Comin et al., afferma inoltre che la combinazione A1A2-BB ha un effetto migliore sull'attitudine casearia, rispetto alla variante A2A2-BB. Interpretando questi dati, possiamo supporre che la variante Beta-caseina A1A2 sia più favorevole alla caseificazione, rispetto alla variante A2A2. Aspetto messo nuovamente in evidenza anche da Parna et al. negli anni successivi: non vige, dunque, nessuna correlazione esclusiva che lega Beta-caseina A2A2 e attitudine casearia.

### Attitudini casearia e le B-lattoglobuline

Con lo studio di Comin et al. era dunque emerso per la prima volta che Beta e K-Caseine interagiscono tra loro diversamente da come si è abituati a pensare, complici anche le tendenze commerciali degli ultimi anni. Questo lavoro di ricerca ha potuto dare una risposta alle domande che già nel 1990 Aleandri et al. si

erano posti, riguardo le interazioni tra proteine e resa casearia. In quell'occasione era stato evidenziato come l'associazione K-Caseina BB e Beta-Lattoglobulina BB influisse positivamente sulla resa casearia, attribuibile ad una maggiore percentuale di grasso e proteina nel latte utile al processo di caseificazione.

### **Le caseine non sono tutto!**

Alla luce di queste riflessioni, selezionare in funzione di pochi caratteri, quali le varianti genetiche delle caseine, si è dimostrato in parte corretto ma assolutamente riduttivo, perché non sono gli unici fattori strettamente correlati con l'attitudine casearia del latte.

Con l'intervento della genomica e gli studi in materia, il lavoro di Viale et al. ha significato per il mondo scientifico un primo step verso la comprensione dei molteplici fattori che influiscono sulle capacità di coagulazione ed è stato proposto, per la prima volta nel mondo della Frisone, come un modello più completo per la preselezione dei candidati riproduttori in funzione dell'attitudine casearia. Infatti, è stato dimostrato che non sono solo le caseine a concorrere nel processo di caseificazione, ma anche altri caratteri come le percentuali di grasso e la consistenza del coagulo.

### **Bibliografia**

- E. Massella, S. Piva, F. Giacometti, G. Liuzzo, A.V. Serraino, *Evaluation of bovine beta casein polymorphism in two dairy farms located in northern Italy*, 2017.
- A. Codignola, *Arriva il latte A2: benefico per gli umani o per il marketing? Secondo i sostenitori è più digeribile. Mancano prove validate ma la ricerca va avanti*, 2017.
- E. Viale, F. Tiezzi, F. Maretto, M. De Marchi, M. Penasa, M. Cassandro, *Association of candidate gene polymorphisms with milk technological traits, yield, composition and somatic cell score in Italian Holstein-Friesian sires*, Journal of Dairy Science, 2017.
- R. Aleandri, L. G. Buttazzoni, J. C. Schneider, A. Caroli, R. Diavoli, *The effects of milk protein polymorphisms on milk components and cheese-producing ability*, Journal of Dairy Science, 1990.
- Parna E., Kaart T., Kiiman H, Bulitko T, Viinalass H, *Milk protein genotype associations with milk coagulation and quality traits*, 2012.
- M. Cassandro, R. Dal Zotto, F. Veronese, *BULLABILITY Projet – Results*, Programma Interreg IIIA, 2008.
- A. Comin, M. Cassandro, S. Chessa, M. Ojaia, R. Dal Zotto, M. De Marchi, P. Carnier, L. Gallo, G. Pagnacco, G. Bittante, *Effects of composite B- and K-casein on milk coagulation quality and Yield traits in Italian Holstein Cows*, Journal of Dairy Science, 2008.
- T. Ikonen, A. Morri, A.M. Tyrisevae, O. Ruottinen, M. Ojala, *Genetic and phenotypic correlations between milk coagulation properties, milk production traits, somatic cell count, casein content and pH of milk*, J. Dairy Sci., 2004.
- A.S. Marziali, K.F. Ng-Kwai-Hang, *Effects of milk composition and genetic polymorphism on cheese composition*, Journal of Dairy Science, 1986.