

**TEMPERATURA E MODALITÀ DI CONFERIMENTO DEL LATTE
AL CASEIFICIO: EFFETTI SULLA CARICA PSICROTROFA E NON SOLO**

Elisa Poznanski^{1,2}, Elena Franciosi^{1*}, Nicola Cologna¹, Luca Settanni³, Giorgia De Sabbata¹, Fausto Gardini⁴, Agostino Cavazza¹

¹Fondazione Edmund Mach - Centro Ricerca ed Innovazione, via E. Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (TN), Italia

²Libera Università di Bolzano, piazza Università 1, 39100 Bolzano, Italia

³Università degli Studi di Palermo, viale delle Scienze 4, 90128 Palermo (PA), Italia

⁴Università di Bologna, piazza Goidanich 60, 47023 Cesena (FC), Italia

(*e-mail: elena.franciosi@iasma.it)

Riassunto Obiettivo di questo lavoro era lo studio dell'evoluzione della carica microbica totale e psicotrofa indesiderata nel latte per produzione di Grana Trentino al variare del sistema di raccolta del latte. Il conferimento due volte al giorno del latte raccolto in bidoni senza refrigerazione o in cisterna refrigerata a 18°C è stato confrontato con il conferimento una volta al giorno del latte raffreddato alla stalla a 8 o 12°C. I latti sono stati seguiti dalla stalla alla caldaia, i campioni di latte e panna sono stati analizzati tramite tecniche classiche e molecolari per la definizione del quadro microbico. La composizione microbica del latte intero non differiva nelle 4 tesi: in tutti i campioni sono stati trovati *S. thermophilus*, *L. helveticus*, *L. delbrückii*, *L. rhamnosus*, *Ln. mesenteroides*, *E. coli*, specie appartenenti alla famiglia delle Pseudomonadaceae. Dopo l'affioramento, il latte a 12 o 8°C alla stalla aveva un quadro microbiologico sovrapponibile a quello del latte refrigerato a 18°C. Nel latte non refrigerato trasportato con bidoni le cariche batteriche totali in caldaia erano più alte rispetto ai latti refrigerati. La refrigerazione del latte a 12 o 8°C non ha comportato una dominanza dei batteri psicotrofi sui lattici nel latte in caldaia. Durante l'affioramento notturno i microrganismi psicotrofi aumentano solo in latti non refrigerati alla stalla, e le specie microbiche si distribuiscono differentemente nelle frazioni che si separano: Pseudomonas e Flavobacteriaceae maggiormente concentrati nella panna, Enterobacteriaceae e Streptococcaceae nella fase meno grassa.

Parole chiave latte crudo, refrigerazione, microflora psicotrofa

INTRODUZIONE

Il Grana Trentino è un formaggio a pasta dura simile al Grana Padano (del cui consorzio fa parte) e al Parmigiano Reggiano, prodotto con latte proveniente dall'arco alpino nella zona della provincia di Trento. La qualità del latte dipende molto dai microrganismi che lo popolano e dal loro sviluppo. Durante la munta, il latte crudo è soggetto a contaminazioni, che avvengono durante le operazioni di trasporto, di travaso nelle cisterne di raccolta e in generale al caseificio, dove il latte subisce una sosta notturna di scrematura (Murphy e Boor, 2000). Nei formaggi tipo Grana è prevista la sosta del latte in bacinelle per consentire l'affioramento del grasso. La scrematura del latte avviene dopo l'affioramento dei

Capitolo 3 – Da latte a formaggio

globuli di grasso che si aggregano durante la sosta notturna e vengono a galla portando alla separazione della panna dal latte magro. Durante l'agglutinazione dei globuli di grasso rimangono intrappolati i microrganismi, in seguito all'interazione tra mem-brana del globulo di grasso e pareti batteriche. In questo modo i batteri "affiorano" assieme al grasso del latte con conseguente diminuzione di carica del latte parzialmente scremato rispetto al latte intero prima dell'affioramento, così la scre-matura ha la doppia funzione di correzione del tenore in grasso del latte da lavorare a grana e di debatterizzazione (Corradini, 1995).

La refrigerazione alla stalla è la principale tecnica applicata per prevenire il deterioramento del latte crudo. Questa operazione può però portare ad un arricchimento in popolazioni microbiche psicrotrofe che producono esoenzimi termostabili potenzialmente dannosi per il prodotto poiché in grado di sopravvivere alla cottura della cagliata. Le proteasi possono idrolizzare le caseine durante la stagionatura causando una riduzione del diametro e un aumento della idratazione delle micelle caseiniche con la conseguenza di un coagulo più fragile e meno compatto (Manfredini e Massari 1989) che compromette la qualità del formaggio (Sørhaug e Stepaniak, 1997). Le lipasi possono idrolizzare i trigliceridi del grasso con conseguenti difetti durante la conservazione dei formaggi (Craven e Macauley, 1992). La capacità dei batteri psicrofili di produrre proteasi e lipasi esocellulari termostabili è nota (Fairbairn e Law, 1986) e tali enzimi sono stati associati allo sviluppo di sapore amaro, per idrolisi sia delle caseine sia dei trigliceridi. La combinazione tempo-temperatura di stoccaggio del latte crudo dovrebbe essere tale da impedire la crescita e l'acidificazione da parte dei batteri mesofili senza permettere uno sviluppo concomitante delle popolazioni microbiche psicrotrofe. Cuore di questo lavoro erano due tematiche: da un lato abbiamo studiato gli effetti di differenti temperature e modalità di conservazione del latte al caseificio sul latte destinato alla lavorazione a Grana Trentino; dall'altro ci siamo focalizzati sul processo di scrematura del latte, con i seguenti obiettivi: (i) valutare le caratteristiche microbiologiche di latti mantenuti alla stalla a temperature differenti prima del conferimento in caseificio; (ii) valutare le differenze in concentrazione microbica in campioni di latte intero, panna e latte magro in funzione delle diverse condizioni di stoccaggio del latte; (iii) descrivere le comunità microbiche durante l'affioramento e la scrematura del latte, con particolare attenzione ai microrganismi psicrotrofi e alle loro caratteristiche fenotipico/tecnologiche. Abbiamo confrontato gli effetti di due sistemi di raccolta e refrigerazione del latte sui parametri microbiologici, chimico fisici e tecnologici del latte destinato a Grana Trentino. Il sistema tradizionale di raccolta e conferimento latte al caseificio due volte al giorno (in bidoni senza termoregolazione o in cisterna a una temperatura controllata di 18°C) è stato pertanto messo a confronto

Capitolo 3 – Da latte a formaggio

con il sistema innovativo a raccolta unica che prevede un singolo conferimento al caseificio del latte di due munte. Il latte munto alla mattina viene in questo caso conservato alla stalla in condizioni di miscelazione e refrigerazione a 8-12°C per 12 ore, dopodiché ad esso viene aggiunto il latte della seconda munta; l'intera massa di latte viene quindi trasportata al caseificio in cisterne a temperatura controllata. Abbiamo poi focalizzato la nostra attenzione sul processo di affioramento e separazione della panna dal latte magro per monitorare prima e dopo la sosta notturna la comunità microbica nel latte intero, nella panna e nel latte scremato destinato alla produzione del Trentingrana. In particolare abbiamo descritto la popolazione psicrotrofa in termini di specie identificate e di caratteristiche fenotipiche interessanti nell'ambito della tecnologia casearia (attività acidificante, lipolitica e proteolitica alle temperature di caseificio).

MATERIALI E METODI

Campionamento, analisi microbiologiche, estrazione del DNA, DGGE, sequenziamento dei frammenti DGGE e identificazione batterica sono stati effettuati come descritto in Franciosi *et al.*, 2011a. La caratterizzazione molecolare mediante RAPD-PCR dei ceppi degli psicrotrofi, come la loro caratterizzazione fenotipica (test di crescita, attività acidificante, proteolitica e lipolitica) sono state condotte secondo quanto riportato da Franciosi *et al.*, 2011b.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Microbiologia dei latti alla stalla

In Figura 1a e 1b sono riportate le cariche microbiche di latti prelevati in 21 stalle complessive, la metà delle quali effettuano la raccolta in bidoni e l'altra metà effettuano la raccolta in tank refrigerati a 18°C. Come si può vedere dagli intervalli di confidenza della media, esiste ampia variabilità in carica microbica del latte munto all'interno di ciascuna stalla. Grande variabilità si riscontra inoltre tra stalla e stalla: i valori medi di carica batterica totale oscillano tra 3.5 e 5.6 Log ufc/ml in latti non refrigerati e tra 3.2 e 4.8 Log ufc/ml in latti refrigerati. Da Figura 1 emerge chiaramente che stalle che refrigerano il latte conferiscono al caseificio latti con cariche batteriche più contenute.

In Figura 2 sono riportati i valori della carica batterica totale psicrofila e mesofila – prevalentemente costituita da cocchi mesofili – in latti di una munta mantenuti alla stalla in condizioni di agitazione e refrigerazione in attesa dell'aggiunta del latte della seconda munta per il conferimento al caseificio secondo le modalità della raccolta unica. I 16 campioni prelevati in stalle contrassegnate con la lettera A avevano una carica batterica confrontabile con quella rilevata dopo 12 ore di

Capitolo 3 – Da latte a formaggio

sosta a bassa temperatura (8 o 10°C). I 5 campioni di latte prelevati in un'unica stalla con problemi nella refrigerazione delle vasche di conservazione del latte, viceversa, hanno mostrato dopo la sosta un incremento della carica batterica mesofila e psicofila di almeno un log.

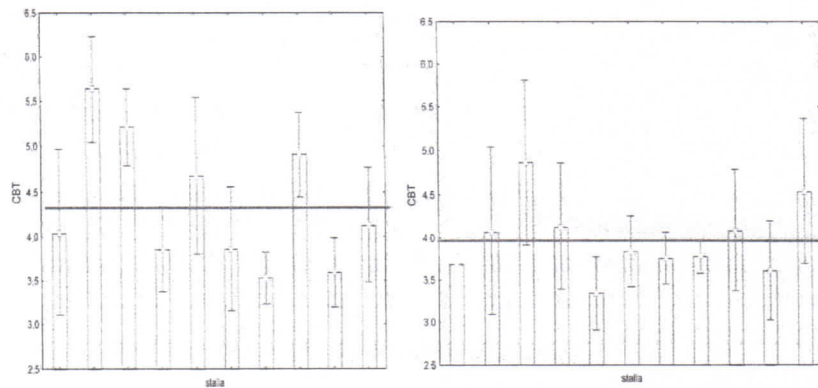


Figura 1. Cariche Batteriche Totali (CBT, Log ufc/ml) in latti prelevati in 10 stalle con raccolta in bidoni senza refrigerazione (1a) e in 11 stalle che refrigerano il latte a 18°C durante il trasporto in caseificio (1b). Le barre indicano l'intervallo di confidenza della media di 6 valori, le linee blu orizzontali indicano il valore medio di CBT nei latti raccolti in bidoni e in tank refrigerato.

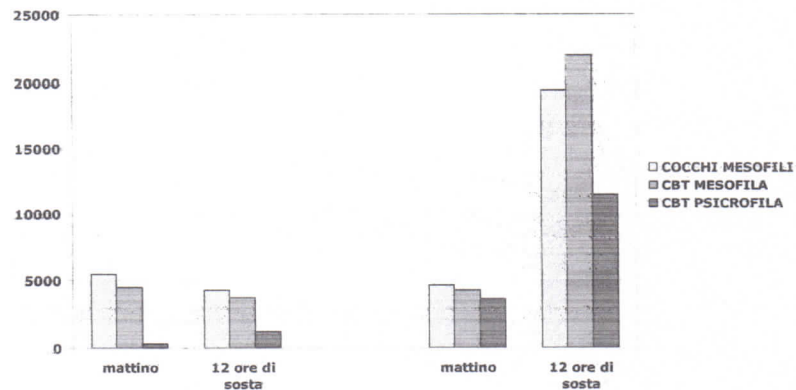


Figura 2. Carica Batterica Totale mesofila (CBT), CBT psicofila e cocchi mesofili (uvc/ml) in latti conservati alla stalla per 12 ore in condizioni di refrigerazione per la raccolta unica. In figura sono riportati i valori relativi a 16 campioni in stalle con un buon sistema di refrigerazione (A) e a 5 campioni in una stalla con problemi di refrigerazione (B).

La contaminazione iniziale del latte risulta pertanto più contenuta se la raccolta viene fatta a mezzo di tank refrigerati. Nel caso della raccolta unica, oltre al tema della contaminazione del latte diventa cruciale una corretta gestione delle operazioni di conservazione del latte alla stalla, poiché a parità di carica microbica iniziale bassa uno scarso controllo della temperatura durante la sosta alla stalla può compromettere l'intera partita di latte destinato alla lavorazione del grana.

Microbiologia dei latti in caseificio

In Tabella 1 sono riportati i valori delle conte microbiche effettuate sui campioni di latte intero della sera (LI), latte dopo la scrematura (LM), panna (P), latte in caldaia (LC), che nel caso della raccolta doppia corrisponde alla miscela di LM e latte intero del mattino, mentre nel caso della raccolta singola coincide con il LM. Le cariche microbiche riportate sono suddivise per macrogruppi batterici: mesofili, termofili, psicrotrofi, enterococchi, coliformi e clostridi. Le cariche batteriche nei latti interi erano confrontabili nelle quattro tesi, sia per quanto riguarda la conta totale (attestata sui 4 log ufc/ml) sia relativamente alla distribuzione di mesofili, termofili, psicrotrofi ed enterococchi. I mesofili costituiscono la quasi totalità della CBT, seguono gli psicrotrofi, con valori delle conte inferiori di 1 log ufc/ml, e a seguire enterococchi (2.2 log ufc/ml) e i termofili (1.7 log ufc/ml). Il quadro microbiologico dei latti in arrivo in caseificio, pertanto, non era influenzato dalle modalità di raccolta e dalle condizioni di trasporto.

Tutti i latti sono stati sottoposti anche a metodi d'analisi molecolare coltura-indipendenti (sequenziamento della banda amplificata e separata in DGGE) per poter identificare la maggior parte dei microrganismi ivi residenti. I risultati delle analisi molecolari hanno confermato e in qualche misura meglio dettagliato quelli delle analisi microbiologiche classiche sopra riportati. Il quadro microbico dei latti in arrivo al caseificio non differiva sensibilmente nelle tesi a differente modalità di raccolta: in tutti i campioni sono stati trovati *Streptococcus thermophilus* ed *Enterococcus* spp. per il gruppo dei batteri termodurici, *Acinetobacter* spp., *Pseudomonas* spp. ed *Escherichia coli* quali rappresentanti dei ceppi psicrotrofi e un nutrito gruppo di batteri lattici, generalmente associati alla microflora del latte crudo quali *L. helveticus*, *L. delbrückii* ssp. *bulgaricus*, *L. ramosus/casei* e *Ln. mesenteroides*.

Microbiologia dell'affioramento

Contrariamente a quanto emerso per i latti in entrata al caseificio, le analisi condotte sui latti e le panne dopo la sosta notturna e le operazioni di scrematura della massa di latte hanno evidenziato una differenza legata più alla temperatura di conservazione del latte prima del conferimento (temperatura ambiente/refrigerato, indifferentemente se a 18, 12 o 8°C) che alla modalità di raccolta (singola/doppia). Come riportato in Tabella 1, nelle tre tesi refrigerate il LM aveva una CBT di 3.1 log ufc/ml, ossia rispetto ai relativi latti interi messi in affioramento si è registrato un abbattimento della CBT nell'ordine di 1 log, mentre nella tesi "calda" tale valore si attestava sui 3.9 log ufc/ml, sostanzialmente invariato rispetto al latte intero. Anche la composizione della CBT nelle tesi fredde rispecchiava quella dei latti interi, con la maggioranza della popolazione

Capitolo 3 – Da latte a formaggio

microbica costituita da mesofili, e psicotrofi e termofili presenti in quantità 1 log inferiore. Nella tesi a temperatura ambiente, invece, la microflora psicotrofa era presente in quantità confrontabile con quella mesofila, e anche gli enterococchi erano presenti in quantità significativamente più elevate in confronto alle tesi refrigerate. Tutto ciò indica che durante l'affioramento notturno del latte non refrigerato alla stalla la separazione della panna dal latte magro non ha portato a significativo abbattimento della carica microbica, ma al contrario si è avuto uno sviluppo dei microrganismi totali (cariche totali più elevate che nelle altre tesi) e degli psicotrofi in particolare. Tale dato è confermato anche dai valori di CBT e carica psicotrofa nelle panne: nelle prove in cui il latte non è stato refrigerato alla stalla la carica batterica totale nella panna ha raggiunto i 6.6 log ufc/ml, 1 log più alta rispetto alle tesi fredde. Tale differenza era riscontrabile anche per mesofili, termofili ed enterococchi. Nel caso degli psicotrofi questa tendenza era ancora più accentuata: nelle panne dei latti non refrigerati essi erano in quantità quasi 2 log maggiore rispetto alle altre tesi. Nelle panne peraltro l'aumento della concentrazione microbica è la risultante di due distinti fenomeni: da un lato l'effetto di concentrazione dovuto all'aggregazione dei globuli di grasso che affiorano in superficie intrappolando le cellule batteriche, e dall'altro l'effettiva moltiplicazione cellulare resa possibile da condizioni edafiche favorevoli. Una volta arrivato in caseificio, infatti, il latte viene "steso" nelle vasche d'affioramento, coibentate e refrigerate alla temperatura di 15°C. La massa di latte impiega tempi diversi per raggiungere la temperatura ottimale a seconda della temperatura iniziale e a seconda dell'efficienza di coibentazione delle vasche. Da alcune prove effettuate in uno dei caseifici oggetto della sperimentazione dove oltre agli altri parametri si sono misurati i volumi esatti di latte intero, latte magro e panna delle lavorazioni considerate, è stato possibile stimare la crescita microbica nell'intera massa di latte. I dati indicano che durante l'affioramento notturno si è verificato un incremento di 1.1 log ufc/ml della microflora totale mesofila, di 1.5 log ufc/ml della microflora lattica, di 1.7 log ufc/ml degli psicotrofi. I dati microbiologici danno una chiara indicazione sull'opportunità di conferire il latte a temperatura controllata al caseificio al fine di limitare il proliferare dei microrganismi mesofili in generale e psicotrofi in particolare, che possono negativamente influire sulla qualità del latte da lavorare e della panna che si separa (destinata a burrificazione).

Dalle analisi molecolari il dato rilevante emerso nei campioni di latte magro è stata una ridotta presenza di specie (minor numero di bande in DGGE) nei campioni delle tesi a 12, 8 (corrispondenti ai latti in caldaia) e a 18°C, a fronte di un simile quadro di partenza nei latti interi della sera. Ciò è ascrivibile ad una selezione sulla microflora del latte operata dalle basse temperature immediatamente applicate alla massa di latte.

Capitolo 3 – Da latte a formaggio

Tabella 1. Popolazione microbica (log ufc/ml) nei campioni di latte intero (LI), scremato (LS), in caldaia (LC), panna (P) raccolti durante le sperimentazioni di diverse temperature di stoccaggio del latte: senza refrigerazione; 18°C; 12°C; 8°C. I valori sono le medie ± S.D. delle analisi effettuate sui campioni di latte prelevati in complessivi 117 diversi giorni di produzione, le repliche per ciascuna tesi sono riportate tra parentesi. Per le analisi chimiche i campioni analizzati erano in numero sempre maggiore rispetto alle analisi microbiologiche.

Popolazioni microbiche	Raccolta doppia al caseificio							
	Senza refrigerazione				18 °C			
	LI (15)	LM (12)	P (16)	LC (12)	LI (31)	LM (12)	P (16)	LC (12)
CBT	4.2 ± 0.7	3.9 ± 0.5	6.6 ± 0.7	4.2 ± 0.4	4.0 ± 0.7	3.1 ± 0.5	5.4 ± 0.4	3.8 ± 0.5
Batteri Mesofili	4.2 ± 0.7	3.7 ± 0.5	6.1 ± 0.4	4.1 ± 0.4	3.9 ± 0.7	3.0 ± 0.5	5.3 ± 0.3	3.7 ± 0.5
Batteri Termofili	1.7 ± 0.9	1.8 ± 1.2	4.7 ± 1.1	2.2 ± 1.2	1.8 ± 0.8	2.1 ± 0.4	3.8 ± 0.9	1.7 ± 0.8
Batteri Psicrotrofi	2.9 ± 1.4	3.2 ± 0.5	5.9 ± 0.2	3.2 ± 0.5	3.0 ± 1.2	2.2 ± 1.2	4.5 ± 0.5	2.7 ± 0.8
Enterococchi	2.2 ± 0.6	2.7 ± 0.5	5.0 ± 0.0	2.8 ± 0.5	2.2 ± 0.6	1.2 ± 0.5	4.1 ± 0.1	2.0 ± 0.4
Coliformi	1.3 ± 0.5	0.8 ± 0.7	3.8 ± 0.2	1.5 ± 0.8	1.4 ± 0.7	0.6 ± 0.0	2.0 ± 0.2	1.5 ± 0.9
Clostridi	ND	ND	2.2 ± 0.2	ND	ND	ND	2.4 ± 0.0	ND

Popolazioni microbiche	Raccolta singola al caseificio					
	12 °C			8 °C		
	LI (27)	LM/LC (12)	P (16)	LI (18)	LM/LC (12)	P (16)
CBT	4.3 ± 0.8	3.1 ± 0.7	5.3 ± 0.9	3.9 ± 0.5	3.2 ± 0.6	5.5 ± 0.8
Batteri Mesofili	4.2 ± 0.8	2.8 ± 0.5	6.1 ± 0.3	3.9 ± 0.5	3.2 ± 0.6	4.9 ± 0.8
Batteri Termofili	2.1 ± 0.5	1.7 ± 0.8	2.6 ± 0.1	1.9 ± 0.5	0.9 ± 1.0	2.3 ± 0.1
Batteri Psicrotrofi	3.5 ± 1.1	2.6 ± 0.6	4.3 ± 0.2	2.8 ± 0.9	1.9 ± 1.0	4.1 ± 0.8
Enterococchi	2.3 ± 0.6	1.9 ± 0.4	4.1 ± 0.4	2.0 ± 0.4	1.3 ± 0.8	3.2 ± 0.1
Coliformi	1.4 ± 0.7	1.0 ± 0.0	2.5 ± 0.2	1.7 ± 0.7	0.8 ± 0.9	2.8 ± 0.1
Clostridi	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Identificazione degli psicotrofi e loro distribuzione durante l'affioramento

Lo studio sulla microbiologia dell'affioramento e la scrematura del latte relativamente alla componente microbica psicotrofa è stato approfondito tramite caratterizzazione molecolare e tecnologica di 138 isolati da latte intero, panna e latte magro. Tramite analisi RAPD-PCR i 138 isolati sono stati clusterizzati in 70 biotipi, successivamente caratterizzati e identificati mediante sequenziamento parziale del 16SrDNA. Gli isolati psicotrofi da latte intero, panna e latte magro appartenevano nelle percentuali riportate in Figura 3 alle Pseudomonadaceae, Enterobacteriaceae, Moraxellaceae, Flavobacteriaceae e Streptococcaceae, famiglie frequentemente isolate da latte e prodotti lattiero caseari (Cousin, 1982, Holm *et al.*, 2004, Lafarge *et al.*, 2004; Munsch-Alatossava *et al.*, 2006, Arcuri *et al.*, 2008).

Capitolo 3 – Da latte a formaggio

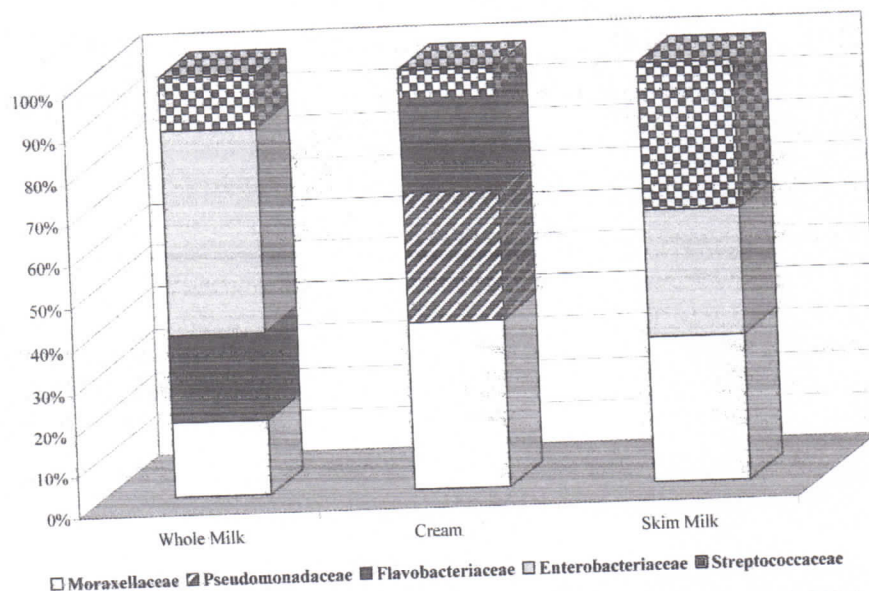


Figura 3. Composizione percentuale dei batteri psicrotrofi isolati in latte intero (Whole Milk), panna separata dal latte magro dopo la sosta notturna (Cream) e latte magro scremato per affioramento (Skim Milk). L'attribuzione alle famiglie batteriche indicate è stata ottenuta dal sequenziamento parziale del 16SrDNA.

Le Pseudomonadaceae sono state isolate solo dalle panne, ove costituiscono il 33% della popolazione psicrotrofa, identificata nelle specie *P. fluorescens*, *P. putida*, *P. fragi* e *P. syringae*. Le Flavobacteriaceae costituiscono il 21% degli isolati da latte intero e il 24% degli isolati da panna, rappresentate prevalentemente dalla specie *Chryseobacterium*. Le Enterobacteriaceae sono state isolate massicciamente da latte intero e latte magro, ma non sono state mai isolate dai campioni di panna. Le Enterobacteriaceae psicrotrofe isolate dai campioni analizzati appartenevano alle specie *Enterobacter* sp., *Hafnia alvei* e *Citrobacter freundii*, e possono essere di interesse tecnologico, in quanto alcune specie possono produrre enzimi proteolitici e lipolitici in grado di influenzare negativamente le caratteristiche organolettiche dei formaggi (Santos et al, 1996). Le Streptococcaceae psicrotrofe, con le specie *Lc. lactis* ssp. *cremoris*, *Lc. lactis* ssp. *lactis*, *Lc. raffinolactis*, *Ln. lactis* e *S. parauberis* sono state isolate prevalentemente da campioni di latte magro, e sono anch'esse interessanti dal punto di vista tecnologico in quanto, resistendo alle temperature di cottura della cagliata, possono contribuire anche positivamente alla maturazione del formaggio. La famiglia delle Moraxellaceae, con la specie *Acinetobacter* spp, è stata isolata dalle tre matrici analizzate con frequenze paragonabili.

Sembra quindi che si verifichi una distribuzione preferenziale dei gruppi microbici in matrici a differente componente lipidica, separandosi le Pseudomonadaceae e le Flavobacteriaceae prevalentemente nelle panne, le

Capitolo 3 – Da latte a formaggio

Enterobacteriaceae e le Streptococcaceae prevalentemente nel latte intero e nel latte scremato, mentre la distribuzione delle Moraxellaceae non sembrerebbe influenzata dalla matrice. La caratterizzazione fenotipica degli isolati ha evidenziato che gli isolati appartenenti alle famiglie delle Pseudomonadaceae e delle Flavobacteriaceae, erano privi di capacità acidificante ma erano caratterizzati da attività lipolitica e proteolitica, quest'ultima presente anche alle basse temperature. La capacità acidificante era invece prerogativa delle Streptococcaceae e di un terzo dei ceppi di Enterobacteriaceae; nessuna di queste due famiglie ha mostrato attività proteolitica, mentre quasi la metà delle Enterobacteriaceae era in grado di degradare i lipidi. L'attività lipolitica era l'unica attività tra quelle testate esibita dalle Moraxellaceae. Considerando che quasi la metà degli isolati mostrava attività lipolitica verso la tributirina, la presenza di specie psicrotrofe può diventare un problema durante la trasformazione dei prodotti lattiero caseari che vanno incontro a stagionatura, quali il burro o i formaggi, in quanto le lipasi termostabili non si degradano durante la cottura della cagliata, e sebbene presenti in tracce possono lavorare durante la stagionatura dando origine a composti sgradevoli dell'irrancimento.

CONCLUSIONI

La modalità della raccolta e del conferimento del latte dalla stalla al caseificio può influire sulla qualità microbiologica del latte in caldaia solo se il latte non viene refrigerato alla stalla. Latti che non vengono raffreddati e che vengono conferiti in bidoni presentano, a parità di carica microbica totale iniziale, uno sviluppo microbico dopo affioramento notturno che non si registra nei latti portati a temperature di 18, 12 o 8°C. La contaminazione microbica del latte in ingresso al caseificio è un elemento di fondamentale importanza, in quanto latti puliti mantengono un buono standard qualitativo anche dopo l'affioramento notturno e la scrematura del latte. Qui infatti la moltiplicazione cellulare è ben controbilanciata dall'azione debatterizzante dell'aggregazione dei globuli di grasso, mentre nei latti con cariche microbiche in ingresso più elevate l'azione di debatterizzazione non è riscontrabile.

L'effetto di moltiplicazione cellulare nei latti non refrigerati è segnatamente più marcato nel gruppo degli psicrotrofi, che proliferano più velocemente durante l'affioramento a 15°C rispetto agli altri gruppi microbici.

Tra gli psicrotrofi, poi, sembrerebbe che alcuni gruppi microbici si concentrino nella panna (Pseudomonadaceae, Flavobacteriaceae), mentre altri si ritrovano più concentrati nel latte scremato (Enterobacteriaceae, Streptococcaceae), e dalla caratterizzazione fenotipico/tecnologica da noi condotta ciò ha rilevanza in quanto tra i ceppi che si raccolgono nella panna sono spiccate le attività lipolitiche, mentre

Capitolo 3 – Da latte a formaggio

Enterobacteriaceae e Streptococcaceae sono caratterizzate da attività acidificanti e proteolitiche. La termostabilità degli enzimi prodotti può minare la qualità del prodotto durante la stagionatura per lo svilupparsi dei peptidi dell'amaro. Da questo lavoro emerge come sia fondamentale una corretta gestione delle operazioni di conservazione, raccolta e conferimento del latte dalla stalla al caseificio. Il controllo della temperatura consente di mantenere basse le cariche microbiche e dall'altro lato nemmeno alla temperatura più bassa considerata si è avuto un sensibile aumento della componente psicrotrofa del microbiota residente nel latte. Questo risultato può essere utile nella valutazione della possibilità di passare alla tecnologia del freddo.

BIBLIOGRAFIA

- Arcuri E.F., Lima da Silva P.D., Vasconcelos Paiva Britos M.A., Feitosa Brito J.R., Lange C.C., Dos Anjos Magalhães M.M. (2008). Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrotróficas contaminantes de leite cru refrigerado. *Ciências Rural*, 38, 2250-2255.
- Corradini C. (1995). *Chimica E Tecnologia Del Latte*. Bologna, Tecniche Nuove, Italia.
- Cousin M.A. (1982). Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: a review. *Journal of Food Protection*, 45, 172-207.
- Craven H.M., Macauley B.J. (1992). Microorganisms in pasteurized milk after refrigerated storage 1. Identification of types. *Australian Journal of Dairy Technology*, 47, 38-45.
- Fairbairn e Law (1986). Proteinases of psychrotrophic bacteria - their production, properties, effects and control. *The Journal of Dairy Research*, 53 (1), 139-177.
- Franciosi E., Settanni L., Cologna N., Cavazza A. Poznanski E. (2011a). Microbial analysis of raw cows' milk used for cheese-making: influence of storage treatments on microbial composition and other technological traits. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27 (1), 171-180.
- Franciosi E., De Sabbata G., Gardini F., Cavazza A. Poznanski E. (2011b). Changes in psychrotrophic microbial populations during milk creaming to produce Grana Trentino cheese. *Food Microbiology*, 28 (1), 43-51.
- Holm C., Jepsen L., Larsen M., Jespersen L. (2004). Predominant microflora of downgraded Danish bulk tank milk. *Journal of Dairy Science*, 87, 1151-1157.
- Lafarge V., Ogier J.C., Girard V., Maladen V., Leveau J.Y., Gruss A., Delacroix-Buchet A. (2004). Raw Cow Milk Bacterial Population Shifts Attributable to Refrigeration. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 5644-5650.
- Munsch-Alatossava P., Alatossava T. (2006). Phenotypic characterization of raw milk-associated psychrotrophic bacteria. *Microbiology Research*, 161, 334-346.
- Murphy S.C., Boor K.J. (2000). Trouble-shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk. *Dairy, Food and Environment Sanitation*, 20, 606-611.
- Santos J. A., López-Díaz T. M., Garcia-Fernández M. C., García-López M. L., Otero A. (1996). Characterization and extracellular activity of psychrotrophic bacteria isolated from Villalón cheese (fresh variety of Spanish sheep's milk cheese). *International Journal of Food Microbiology*, 33, 301-306.
- Sørhaug T., Stepaniak L. (1997). Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. *Trends in Food Science and Technology*, 8, 35-40.