

IL Formaggio

Generalità e definizione

“Dal punto di vista legale il nome formaggio o cacio è riservato al prodotto ottenuto dal latte intero, parzialmente scremato o scremato, oppure dalla crema, in seguito a coagulazione acida o presamica, anche facendo uso di fermenti e cloruro di sodio”.

Attualmente la produzione nel mondo è principalmente concentrata in Europa (Francia, Germania e Italia) e negli USA.

In Italia le principali destinazioni del latte nella trasformazione casearia sono così articolate: Grana Padano (20 milioni di quintali); Mozzarella e altri formaggi freschi a pasta filata (19,9); Parmigiano Reggiano (16,4); Crescenza (4,4); Gorgonzola (3,8) e Provolone Valpadana (2,3).

Fabbricazione del formaggio

**Resa: 7-12 kg per
1 hl di latte**



Preparazione del latte

- **Mungitura**
- **Refrigerazione**
- **Aggiustamento della frazione lipidica.** Il titolo in lipidi deve essere non inferiore a 3,3-3,4% per i formaggi grassi, mentre per i semigrassi è sufficiente il 2,5%.
- **Pastorizzazione.** Obbligatoria per i formaggi freschi; può essere bassa a 60-65 °C per 30-40 minuti oppure rapida a 70 °C per 10-15 secondi.
- **Innesti microbici:** *Streptococcus lactis*, *S. cremoris*, *S. termophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. casei*, *L. helveticus*.
- **Addizione di spore di muffe:** *Penicillium roqueforti*, *P. glaucum*, per ottenere formaggi erborinati (gorgonzola, roquefort).
- **Addizione di coloranti naturali** quali annatto e zafferano.

Coagulazione

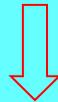
E' la fase più importante del processo e consiste nella gelificazione della frazione caseinica per precipitazione delle micelle.

COAGULAZIONE ACIDA

Quando il pH del latte raggiunge il valore di 4,6 per fermentazione da parte della microflora lattica, con trasformazione del lattosio in acido lattico.

A pH 4,6 le micelle coagulano perdendo ioni Ca^{2+} e trattenendo P secondo la reazione:

Fosfocaseinato di calcio (sol) + ac. Lattico



Fosfocaseinato acido (gel) + lattato di calcio

I formaggi ottenuti dalla coagulazione acida sono formaggi freschi e molli, caratterizzati da sapore acido e sono da consumare in breve tempo.

Coagulazione

COAGULAZIONE PRESAMICA

Avviene per aggiunta di caglio al latte a 30-37°C rispettivamente per formaggi a pasta molle o a pasta dura.

CAGLIO

Il caglio è un preparato enzimatico, reperibile in polvere, in compresse o liquido, ottenuto dal quarto ventricolo dello stomaco (abomaso) di ruminanti non svezzati (vitelli, agnelli, capretti), che contiene principalmente CHIMOSINA (O RENNINA) e PEPSINA.

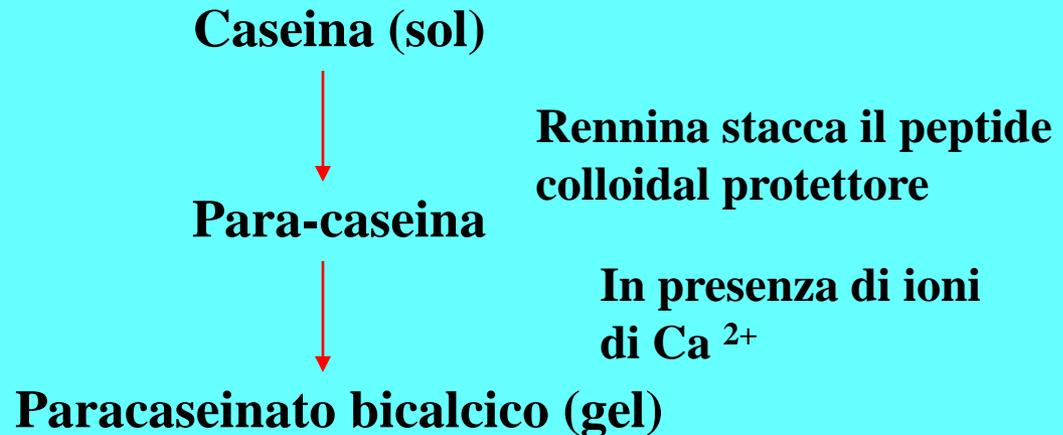
Il caglio tradizionale si ottiene per macerazione di frammenti di abomaso essiccati o congelati in salamoia al 10% di NaCl, addizionati di antisettici per 10-12 ore a 20°C e a pH 4. Il succo, filtrato e chiarificato viene essiccato.

Esistono in commercio anche surrogati del caglio, estratti di origine microbica, ma soprattutto chimosina ricombinante. I cagli in commercio vengono standardizzati e portati a titolo fisso: il titolo di caglio è la quantità di latte coagulata da 1 cc di caglio in 40 minuti a 37°C.

Coagulazione

COAGULAZIONE PRESAMICA

Durante la coagulazione ad opera del caglio o di altri enzimi coagulanti si determina una destabilizzazione della micella proteica, per idrolisi da parte della rennina a carico della K-caseina, con distacco del peptide acido colloidal protettore e addensamento della para-caseina. Il legame scisso è fra Phe₁₀₅ e Met₁₀₆.



La cagliata è una massa gelatinosa di paracaseinato bicalcico che forma una rete tridimensionale nelle cui maglie sono intrappolati i globuli di grasso ed il siero. Tale massa tende a contrarsi ed espellere così il siero.

Rottura della cagliata

La massa gelatinosa che si è formata viene rotta per favorire lo spurgo del siero. Determina la rottura in frammenti più o meno piccoli a seconda del tipo di formaggio. Si mantiene sempre la massa in agitazione



Cottura

Avviene per formaggi semicotti o cotti, la cagliata viene portata a temperature comprese fra 38-60°C per tempi variabili (da 15 minuti a 1,5 ore); ogni tipologia di formaggio prevede tempi di cottura rigorosi e costanti.

Messa in forma

La cagliata estratta dal siero viene posizionata in stampi o fascere circolari in cui prosegue lo spurgo. Per la preparazione di formaggi freschi a pasta molle si può procedere con un periodo di stufatura in locali caldo-umidi per tempi variabili così da favorire la formazione di ac. lattico. Per i formaggi a pasta dura vengono lasciati riposare ed è l'aumento di acidità a favorire lo spurgo.

Salatura

Si può eseguire a secco, sfregando e cospargendo con sale la superficie delle forme, oppure in salamoia (NaCl al 18-24%) per immersione delle forme.

Maturazione

E' il periodo che segue la salatura e prosegue fino a che il formaggio non ha acquisito le caratteristiche della sua varietà.

Nel corso della maturazione si operano trasformazioni dovute a:

- enzimi del latte (soprattutto nei formaggi a latte crudo)**
- attività residua del caglio (rennina)**
- enzimi degli starter batterici (lattici)**
- enzimi dei microrganismi non starter (muffe, batteri propionici o non starter già presenti nel latte o a sviluppo successivo).**

Trasformazioni nella maturazione

RIDUZIONE DEL CONTENUTO IDRICO

Si ha riduzione dal 25 al 60% della quantità iniziale di acqua ed è maggiore nei formaggi a pasta dura e a lunga stagionatura.

Parallelamente alla disidratazione si forma la crosta che ha il compito di:

1. Contenere la pasta
2. proteggere da contaminazioni esterne
3. fare da barriera alla eccessiva disidratazione

Nel caso di formaggi a crosta fiorita (tipo Brie o Camembert) la crosta è formata dallo sviluppo di muffe bianche (*Penicillium candidum*, *P. camemberti*, *Geotricum candidum*).

Inoltre si può avere lo sviluppo di una microflora naturale dovuta a muffe, lieviti, micrococchi che danno tipiche colorazioni ed aumentano i fenomeni di lipolisi e proteolisi (es. Taleggio).

Trasformazioni nella maturazione

TRASFORMAZIONI A CARICO DEI GLUCIDI

Il lattosio viene trasformato ad acido lattico (omolattica) oppure ad acido lattico, etanolo e CO_2 (eterolattica). L'acido lattico conferisce elasticità e compattezza alla cagliata. L'acido lattico inoltre può subire la fermentazione propionica da parte dei Propionobatteri, che lo metabolizzano a acido propionico, acido acetico e CO_2 responsabile della tipica occhiatura, fenomeno tipico della maturazione di formaggi quali l'Emmenthal e il Gruyère.

In generale l'acido lattico risulta salificato a lattato di calcio, che può determinare la formazione di inclusioni cristalline e trasformato in prodotti aromatici, riducendo così l'acidità dei formaggi.

Trasformazioni nella maturazione

TRASFORMAZIONI A CARICO DEI LIPIDI

Il ruolo fondamentale è giocato dalle lipasi che possono derivare dal latte (ma sono in generale sensibili alla temperatura di pastorizzazione), dal caglio, dagli starter batterici e dai microrganismi non starter.

I fenomeni lipolitici determinano idrolisi di mono-di e trigliceridi con liberazione di glicerolo e acidi grassi.

Gli acidi grassi a catena medio-corta contribuiscono al gusto e all'aroma del formaggio.

Trasformazioni nella maturazione

TRASFORMAZIONI A CARICO DELLE PROTEINE

Le maggiori trasformazioni sono a carico delle caseine, la cui degradazione è all'origine dell'ammorbidimento della pasta, del suo cambiamento di colore, di aspetto, inoltre, in seguito alla formazione di nuovi prodotti, vi è lo sviluppo del sapore e dell'aroma.

Acido lattico + paracaseinato bicalcico



Paraceseinato monocalcico

**Solubile in acqua calda,
fonde e può essere
tirato in fili.**



Paracaseinato + Lattato di calcio

Altre tipologie di formaggio



FORMAGGI A PASTA FILATA

Si prepara dapprima una cagliata che viene fatta maturare sotto siero per almeno 3 ore, fino ad un pH di 5,2-5,3. La cagliata viene fusa in acqua bollente, tirata in fili e modellata opportunamente. Questo processo determina la parziale demineralizzazione (formazione di paracaseinato monocalcico) dovuto alla formazione di acido lattico. Si ottengono la Mozzarella, il Fior di latte, il Provolone, la Scamorza.

FORMAGGI FUSI

Si ottengono per fusione di formaggi di vario tipo e di diversa maturazione. La materia viene dapprima macinata e rimescolata, la fusione avviene a 70-75 °C a pressione ridotta, possono essere aggiunti burro, margarina, coloranti, ma soprattutto sali di fusione (fosfati, polifosfati e citrati di sodio) che facilitano la fusione e mantengono l'idratazione.

Altre tipologie di formaggio

MASCARPONE

E' un formaggio molle che si ottiene dalla crema di latte (25-30% di materia grassa), scaldata a 80-90 °C e addizionata di acido citrico. La coagulazione è dovuta all'acidità ed al calore.

RICOTTA

Si ottiene per coagulazione del siero proveniente dalla caseificazione. Dopo la cagliata, il siero contiene ancora proteine, sali minerali e una parte di grassi.

Viene riscaldato a 75-80 °C, temperatura alla quale coagulano le sieroproteine, si ha così la formazione di un precipitato formato da proteine del siero, piccole quantità di grasso, lattosio e sali minerali. Viene lasciato gocciolare per 12 ore e poi posto nelle forme.



Valore nutrizionale del formaggio

Il formaggio è composto da acqua, proteine e materia grassa in proporzione di 50:25:25 con rapporti molto variabili a seconda della tipologia e del periodo di maturazione.

Il formaggio è un alimento molto energetico, 100 g di formaggio apportano mediamente 300 kcal (dovute per 2/3 al contenuto lipidico).

Le proteine sono altamente digeribili, per idrolisi delle caseine e un aumento della frazione solubile.

Mancano i carboidrati, il lattosio è in soluzione nel siero, e ne permangono piccole quantità nel formaggio ideale quindi anche per chi è intollerante al lattosio. Va abbinato con alimenti amilacei:pane, pasta riso.

E' ricco in calcio, fosforo, vitamina A e gruppo B (perché è un aliemento concentrato). Come nel latte, scarseggiamo la vitamina C ed il ferro, quindi è bene accompagnarlo con le verdure.

100 g di formaggio (Parmigiano) corrispondono, in valore nutritivo, a 200 g di carne di vitello, 160 g di prosciutto e 300 g di pesce (trota).