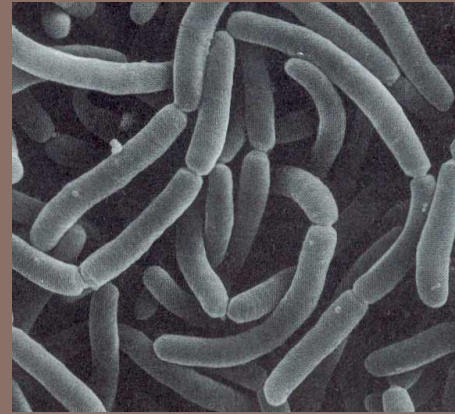
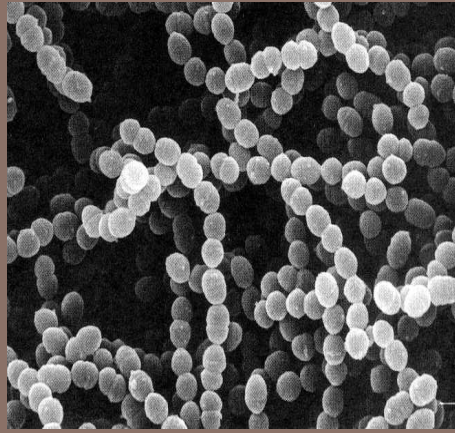


LA MICROBIOLOGIA DEI FORMAGGI



Classificazione sulla base della consistenza della pasta

- **molli**, con umidità superiore al 68%
- **teneri**, con umidità che va dal 68 al 62%
- **semiduri**, con umidità che va dal 62 al 55%
- **duri**, con umidità che va dal 55 al 47%
- **molto duri**, con umidità inferiore al 47%

Classificazione sulla base del contenuto in grasso

- **grassi**, con contenuto in grasso $> 42\%$
- **semigrassi**, con contenuto in grasso tra il 20 e il 42%
- **magri**, con contenuto in grasso $< 20\%$

Classificazione sulla base dei criteri tecnologici

- **acidità del coagulo**, formaggi ad acidità di fermentazione e formaggi ad acidità naturale
- **cottura della cagliata**, formaggi a pasta cruda, semicotta, cotta, filata
- **tempo di maturazione**, formaggi freschi, formaggi a maturazione rapida (<30 giorni), maturazione media (<6 mesi), maturazione lenta (da 6 mesi a 3 anni)

Classificazione sulla base della crescita microbica

Per la crosta, nei **formaggi molli** si distinguono i seguenti casi:

- **assenza di crosta**
- **crosta “fiorita” con feltro bianco**
- **crosta “fiorita” con “piuma” bianca o pigmentata**
- **crosta con patina** (pigmentata)
- **crosta con feltro o piuma o patina combinati.**

Per i **formaggi semiduri e duri** si distinguono i seguenti casi:

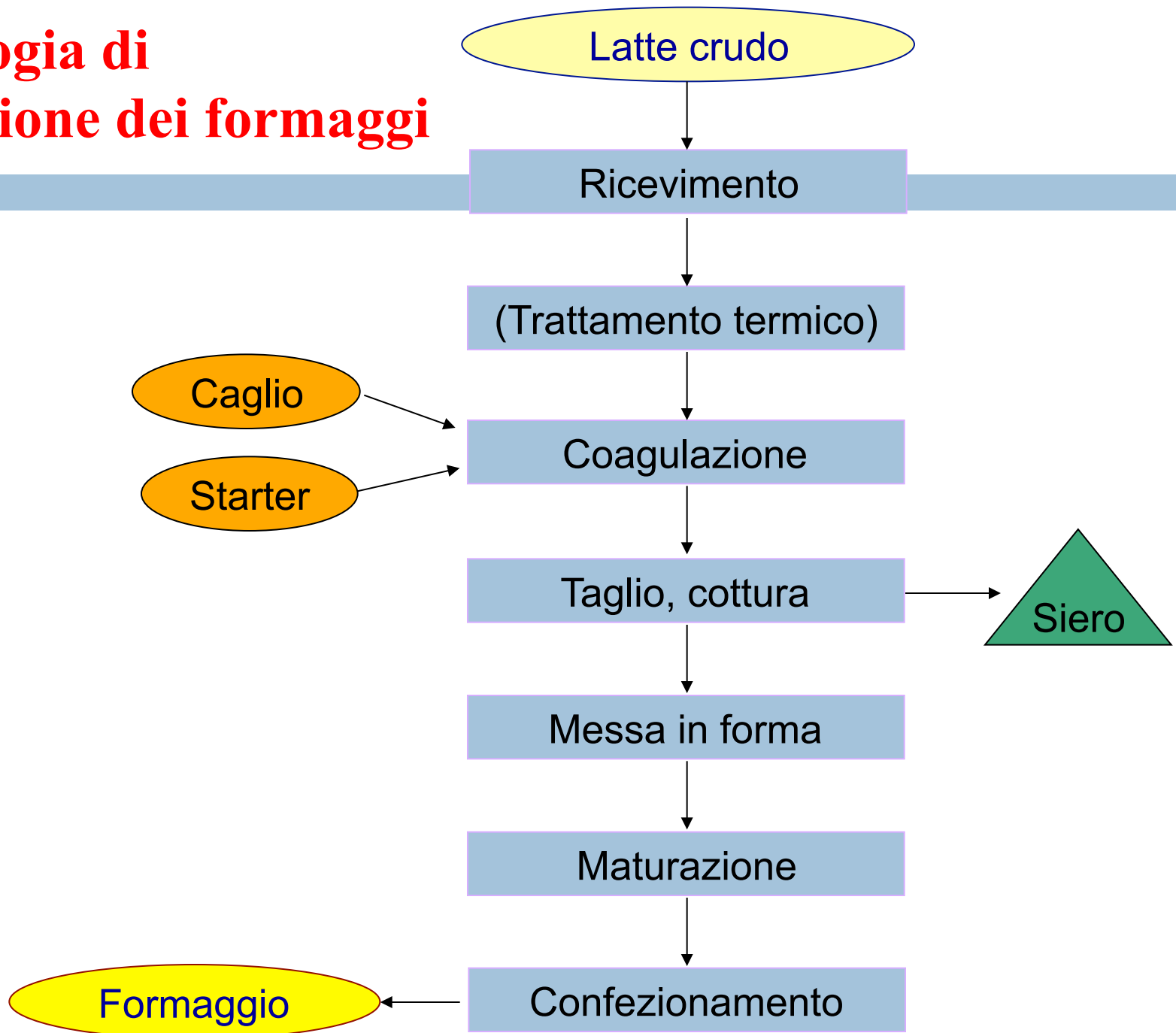
- **crosta asciutta toelettata** (spazzolata o oliata senza apparente microflora)
- **crosta asciutta con microflora fungina**
- **crosta con patina o morchia.**

Classificazione sulla base della crescita microbica

Per la pasta si distinguono i seguenti casi:

- **pasta senza erborinatura** (riguardante la quasi totalità dei formaggi)
- **pasta con erborinatura diffusa e persistente**
- **pasta con erborinatura parziale** e/o limitata alla fase tardiva di stagionatura .

Tecnologia di produzione dei formaggi



La tecnologia di caseificazione prevede le seguenti operazioni:

1. **Ricevimento e controllo del latte:**

- ❑ la qualità della materia prima é fondamentale per una corretta caseificazione (qualità microbiologica, chimica e chimico-fisica)
- ❑ Sono importanti anche i controlli su grasso e proteine e, soprattutto, l' assenza di antibiotici

2. **Conservazione del latte:**

- ❑ specialmente in grandi impianti il latte può essere conservato per più giorni in silos coibentati a 4-7°C. In queste condizioni la microflora predominante é composta da psicrotrofici e lo stoccaggio refrigerato può causare cambiamenti chimico-fisici del latte

3. **Standardizzazione:**

- ❑ eventuale correzione del contenuto in grasso e del rapporto grasso/proteine per poter raggiungere i limiti legali per la composizione del formaggio
- ❑ Questa fase è eseguita per centrifugazione o per scrematura o per affioramento

4. **Chiarificazione:**

- ❑ in centrifughe pulitrici (per migliorare la qualità del formaggio, migliora la formazione di occhi in formaggi svizzeri)

5. **Omogeneizzazione:**

- ❑ generalmente non applicato al latte per la caseificazione, tranne che per massimizzare la lipolisi o in formaggi a base di crema

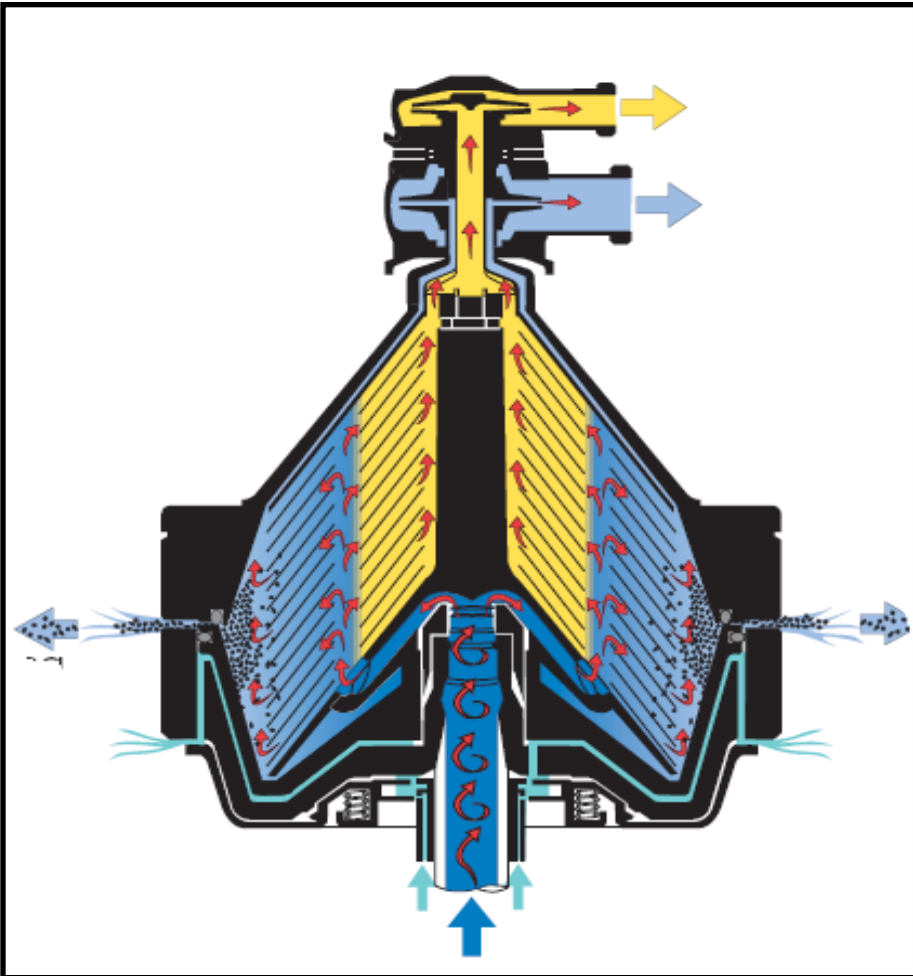
8. **Bactofugazione:**

- ❑ trattamento in centrifughe ad alta velocità che permette di rimuovere l' 80-90% dei batteri, specialmente le spore (sulla base del peso specifico differente dai costituenti del latte) . Il centrifugato può essere sterilizzato e aggiunto al latte.

9. **Microfiltrazione:**

- ❑ vengono usate membrane filtranti da 1,4 μm per trattenere i batteri; il latte viene separato con centrifuga e la crema e la restante parte vengono trattati UHT; oltre il 99,5% dei batteri, delle spore, degli enzimi e delle cellule somatiche vengono trattenuti

Pulizia centrifuga e separazione della panna



- **Elimina** parte delle **impurità solide** che non vengono trattenute dai sistemi di filtrazione presenti negli impianti dell'allevamento e dello stabilimento di trattamento.
- Il latte è sottoposto ad una **forza centrifuga tale da sedimentare e separare le particelle più pesanti** (sporcizia e parte delle cellule somatiche).

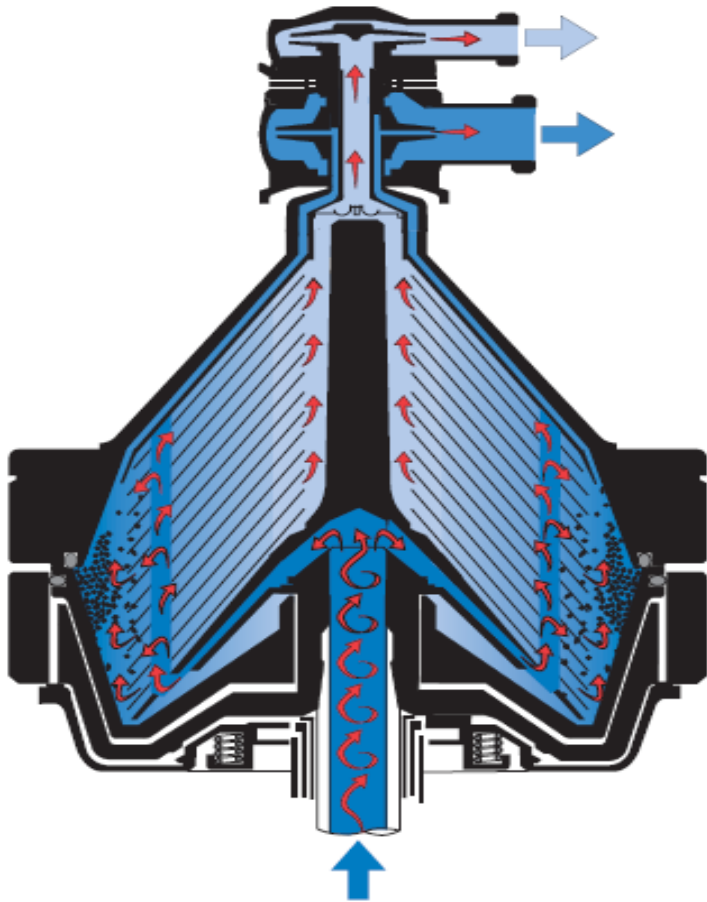
Separazione della panna

- La forza centrifuga è utilizzata oltre che per l'eliminazione delle impurità, per separare la panna, più leggera, dal restante latte.

Viene in genere effettuata a una **temperatura di 55°C** circa, per mezzo di una centrifuga scrematrice.



Bactofugazione



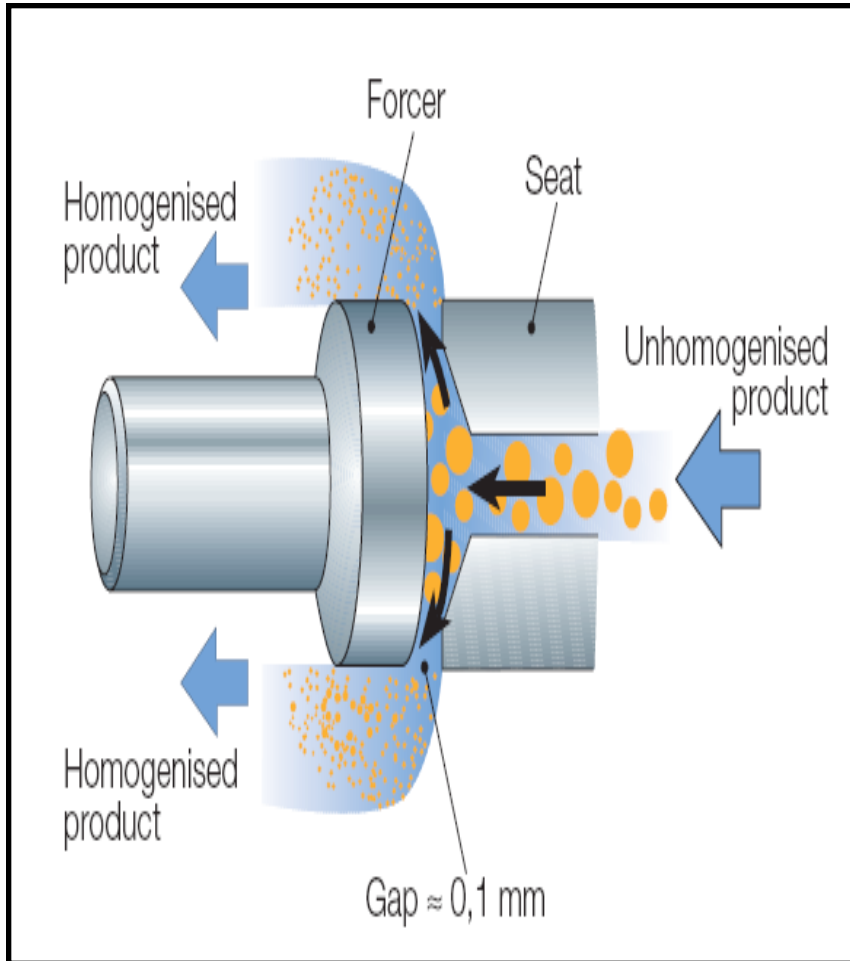
- E' un processo fisico che sfrutta la forza centrifuga come mezzo di risanamento del latte.
- Consente di separare dal latte parte dei microrganismi e delle spore, significativamente più pesanti.
- L'effetto battofugo a 75°C elimina circa il 99% dei microrganismi e delle spore.

Omogeneizzazione



E' un processo che consente di frantumare, in appositi apparecchi detti "omogeneizzatori", i globuli di grasso del latte, disperdendoli in modo uniforme nella massa liquida.

Omogeneizzazione



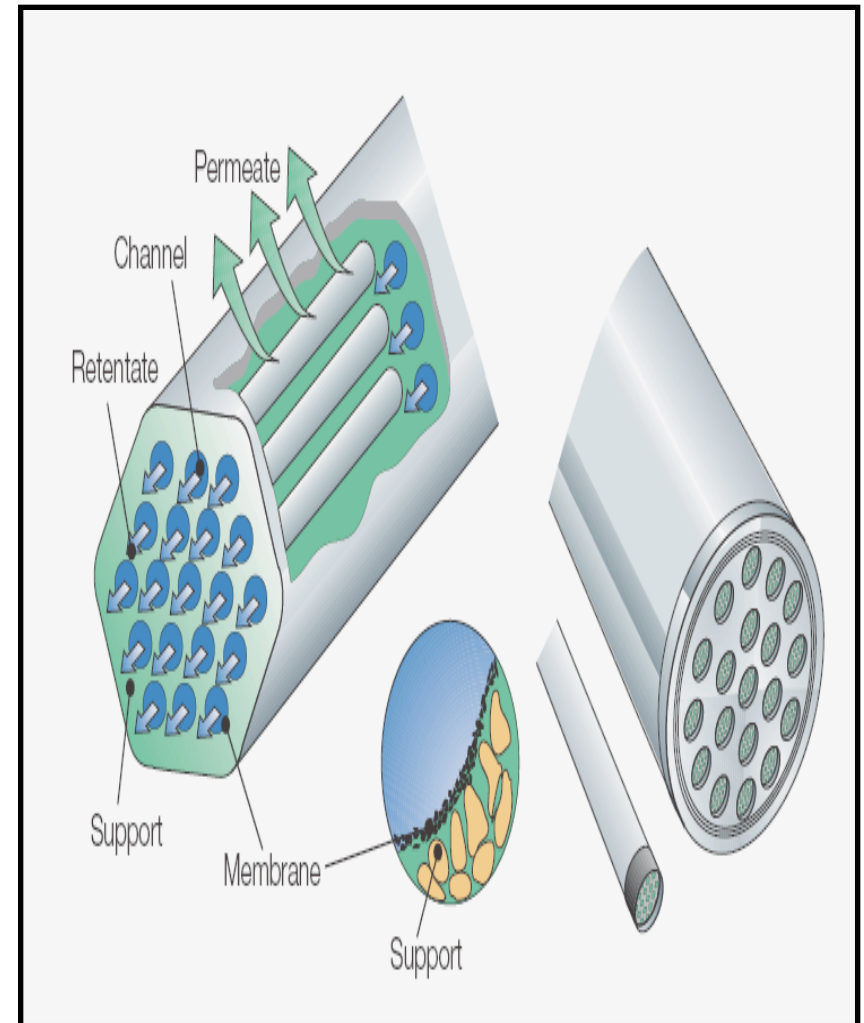
L'omogeneizzazione è un **trattamento, puramente meccanico**, che consiste nel far passare il **latte a forte pressione** attraverso **fori strettissimi**.

Microfiltrazione

E' un metodo di allontanamento fisico, non selettivo, delle impurità microscopiche del latte.

Si ottiene facendo passare il latte attraverso filtri di materiale ceramico inerte.

Pressione transmembrana compresa tra 1 e 1,2 bar.
(D.M. del 17.06.2002)



6. **Pastorizzazione:** per i formaggi freschi (72°C, 15 s).
Termizzazione: riscaldamento del latte crudo per almeno 15 secondi a una temperatura compresa tra 57 °C e 68 °C

I trattamenti classici di pastorizzazione determinano:

- **eliminazione dei microrganismi**
- **denaturazione di una parte delle sieroproteine**
- **modificazione negli equilibri minerali**
- **inattivazione degli enzimi**
- **modificazione della capacità coagulante del latte**
- **riduzione della capacità della cagliata di contrarsi e quindi di espellere siero**
- **modificazione della capacità delle colture starter**
- **formazione di composti volatili dell'aroma o la scomparsa di altri**

11. **Aggiunta di sali inibitori:**

- ❑ in alcuni paesi é permessa l'aggiunta di nitrato per combattere il gonfiore tardivo.

12. **Aggiunta di altri sali:**

- ❑ soprattutto calcio cloruro (0,01-0,03%) per rendere più rapida la coagulazione in latti lenti.

13. **Aggiunta di coloranti e altri ingredienti:**

- ❑ possono essere usati coloranti naturali; trattamenti con lisozima e nisina (soprattutto per formaggi fusi) sono ammessi in Italia soprattutto per inibire le spore di fermenti butirrici.

14. **Aggiunta di starter**

- ❑ il tipo e la quantità sono estremamente variabili con il tipo di formaggio da produrre (da 0,1%-2% per starter selezionati, fino a 10% per starter naturali).
- ❑ Possono essere starter naturali (latto-innesto, siero-innesto) o starter selezionati

15. **Aggiunta di caglio**

- ❑ È il prodotto enzimatico ottenuto dall'abomaso o quarto stomaco dei ruminanti lattanti
- ❑ L'attività del caglio è dovuta all'azione di due enzimi: **chimosina e pepsina**

Forza coagulante del caglio

$$F = \frac{2400 \times V}{v \times t}$$

Fasi della coagulazione enzimatica:

1. Fase enzimatica (reazione primaria):

➤ scissione del legame 105-106 della κ -caseina; avviene a velocità apprezzabile anche a 0°C.

2. Fase di coagulazione (reazione secondaria):

➤ (apprezzabile quando circa l'86% della κ -caseina è idrolizzata) l'aggregazione è promossa dalla formazione di ponti Ca fra le caseine e dalla riduzione della solvatazione delle molecole.

Non avviene in assenza di ioni Ca^{2+} .

3. Reazione terziaria (proteolisi generalizzata):

➤ il caglio continua la sua azione proteolitica sulle altre proteine; mentre la chimosina e la pepsina provocano una liberazione limitata di NPN, chimotripsina, tripsina e cagli microbici continuano ad agire dopo la coagulazione.

4. Sineresi:

➤ formazione del gel di caseinato di calcio in seguito all'aggregazione delle micelle, con espulsione di siero.

Coagulazione acida

- Acidificazione (naturale o artificiale) del latte a pH 4,6.
 - un collasso dello strato di κ -caseina superficiale delle micelle
- A temperature maggiori di 30°C questo determina un'aggregazione diretta delle micelle
- A temperature inferiori (15-20°C) si ha una disaggregazione delle micelle seguita da aggregazione delle singole caseine (la β -caseina tende ad acquistare una carica positiva con l'acidificazione e quindi ad aggregarsi con la α -caseina).

17. **Espulsione del siero dalla cagliata**

18.

- ❑ ha un ruolo fondamentale nel caratterizzare il formaggio, nell'orientare la maturazione e nel determinarne la conservabilità (che dipende molto dall'umidità e dal lattosio residuo).
- ❑ E' influenzata da:
 - **Tipo di coagulazione:** (acida, presamica, mista)
 - **Rottura:** l'aumento della superficie delle particelle di cagliata promuove l'espulsione del siero (arancia o noce, fagiolo o pisello, chicco di riso)
 - **Agitazione:** promuove l'espulsione di siero
 - **Cottura:** a temperature variabili da 37-39°C fino a 52°C, promuove l'espulsione del siero.

18. **Allontanamento del siero**

- ❑ Dopo la cottura il siero e la cagliata sono allontanati
- ❑ in alcuni casi il siero non viene allontanato completamente e ciò regola anche l'ulteriore acidificazione

19. **Lavaggio**

- ❑ in alcuni casi parte del siero viene sostituito con acqua più o meno calda per asportare parte del lattosio e ottenere cagliate con sapore più blando e meno acido (Gouda, Edam, Colby, Asiago pressato)

21. **Messa in forma:**

- ❑ la forma dei formaggi, soprattutto in funzione del rapporto superficie/volume, controlla moltissimo il tipo di maturazione che si svolgerà
- ❑ il rapporto S/V é sempre elevato nei formaggi a maturazione superficiale e basso in quelli a lenta maturazione
- ❑ in alcuni casi i formaggi vengono confezionati in blocchi e protetti dall'evaporazione o dalla maturazione superficiale con confezionamento sotto vuoto in film di vario tipo o con la copertura con paraffina

22. **Stufatura:**

- ❑ é un periodo di maturazione (10-16°C) utilizzato per numerosi formaggi semimorbidi italiani per promuovere una ulteriore acidificazione ed espulsione di siero
- ❑ importantissimo è il controllo di temperatura, l'umidità e i frequenti rivoltamenti, oltre che l'igiene delle celle di stufatura

23. **Pressatura:**

- ❑ di entità e durata variabile con i tipi di formaggi; in questa fase c'è sempre ulteriore espulsione di siero e una certa acidificazione, in funzione della durata

20. **Salatura**

- Può essere effettuata
 - per **salatura a secco**, per aspersione di sale sulle forme
 - forme in **salamoia** (10-12°C; 15-20% di NaCl)

- La salatura ha tre scopi principali:
 - protegge la parte superficiale della forma dai microrganismi indesiderati
 - conferisce sapidità al formaggio
 - favorisce l'ulteriore spurgo del siero

24. **Maturazione**

- ❑ la fase più caratteristica per ciascun formaggio, durante la quale si sviluppano l'aroma, il sapore, il corpo e la tessitura tipici
- ❑ può essere limitatissima o assente per i formaggi da consumarsi freschi e molto prolungata per quelli duri (fino a 2 anni, talvolta di più)
- ❑ Controllo della temperatura (5-10°C) e dell'UR% (85-95%) delle celle di stagionatura
- ❑ le principali modificazioni che si verificano in questa fase sono:
 - perdita di acqua
 - formazione della crosta
 - trasformazione del lattosio in acido lattico
 - idrolisi dei trigliceridi
 - idrolisi delle sostanze proteiche

□ **Formaggi morbidi**

- in molti casi la maturazione é superficiale e centripeta;
- la crescita di microrganismi sulla superficie (muffe, lieviti, batteri) viene allo stesso tempo incoraggiata (controllo della temperatura e della UR, generalmente con un periodo più o meno lungo a 12-20°C con UR relativamente elevate) e controllata (lavaggi superficiali, rivoltamenti, controllo di temperatura e umidità)

□ **Formaggi con muffe a maturazione interna**

- i cambiamenti più importanti sono causati dalla crescita interna delle muffe, con abbondante produzione di enzimi proteolitici e lipolitici, anche se la microflora superficiale può avere un certo ruolo
- vengono conservati in condizioni che favoriscono la crescita della muffa (10 -13°C, 96% UR) per 8-10 gg, fino a quando lo sviluppo non é soddisfacente

□ **Formaggi duri e semiduri**

- sono conservati in condizioni che scoraggiano la crescita superficiale dei microrganismi (mediante adeguati interventi di confezionamento, pulizia della superficie con salamoie, copertura con nerofumo o olio di lino, etc.) a temperature relativamente basse (all'innalzarsi della temperatura da 4-6 a 13-14°C, la maturazione é più rapida)
- la maturazione procede uniformemente in tutta la massa di formaggio

□ **Formaggi con occhiatura**

- l'occhiatura (che deve essere tipica per dimensioni e regolare) viene causata dallo sviluppo di gas quando la cagliata é ancora elastica e flessibile;
- generalmente il formaggio viene conservato in una stanza calda (18-23°C 85% UR), per favorire lo sviluppo della microflora tipica fino a quando lo sviluppo dell'occhiatura non é sufficiente.

Confezionamento e conservazione

- ❑ é la fase finale della produzione in cui le caratteristiche tipiche del formaggio, sviluppate nelle fasi precedenti, devono essere conservate
- ❑ La conservazione avviene a basse temperature (4°C) in condizioni di umidità che non causino ulteriori perdite di peso
- ❑ Il confezionamento può controllare l'accesso di ossigeno e la perdita di umidità dalla superficie

Alterazioni e difetti dei formaggi: generalità

Insieme di fenomeni che si svolgono
accidentalmente nel formaggio
modificandone le caratteristiche
organolettiche

COLORE

ODORE

SAPORE

CONSISTENZA

Alterazioni e difetti dei formaggi: generalità

Le alterazioni e i difetti variano da formaggio a formaggio e sono conseguenti a:

- alimentazione non idonea delle lattifere
- utilizzo di latte proveniente da animali non sani (mastiti)
- inquinamento del latte in lavorazione
- tecniche lattiero-casearie errate
- utilizzo di locali non idonei alla lavorazione del latte, alla maturazione e conservazione dei formaggi

Alterazioni:

Gonfiore precoce; gonfiore tardivo; occhiature; vescicotto o vuoto; sapore amaro; sviluppo di muffe; rammollimento; sviluppo di colorazioni anomale; sviluppo di marciume.

Difetti:

Sfoglie e spaccature; stracchinaggio; smorbi o morbidi del formaggi; calcinazione o gessosità e distacchi di pasta.

Parassiti:

***Piophila casei* o mosca del formaggio; acari del formaggio**

Difetti di gusto e aroma

Sapore di amaro

Degradazione della caseina da parte di alcuni streptococchi lattici con formazione di peptidi amari. La frazione caseinica più colpita è quella β ; le proteasi che la degradano sono di origine microbica, in particolare sono prodotte da streptococchi.

E' favorito anche dall'azione proteolitica svolta da un eccesso di caglio e da cagli con troppa pepsina e poca chimosina (di vitello), da un eccesso di salatura e da insufficiente spurgo del siero.

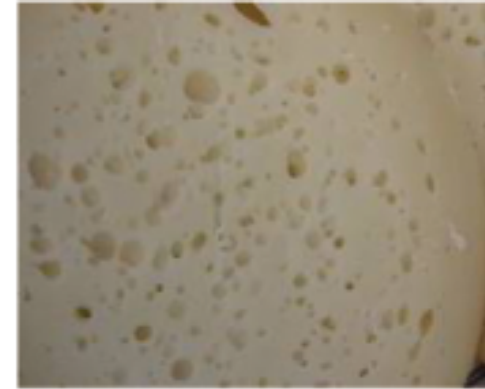
Un'altra causa si individua nell'uso di alimenti contenenti principi amari (colza, rape) che passano nel latte e quindi nel formaggio.

Altri sapori anomali

Possono essere causati da diversi microrganismi o dai loro enzimi:

- ▣ **sapore di sporco, di stalla**, in formaggi freschi per lo sviluppo di **coliformi**;
- ▣ **sapori fruttati** causati da alcuni fermenti lattici o da **psicrotrofici** (soprattutto per produzione di esteri).

Difetti strutturali nella pasta



Aerobacter aerogenes
Escherichia coli

I microrganismi fermentano il
lattosio e producono acido lattico,
anidride carbonica ed idrogeno
(carica batterica alta)

GONFIORE PRECOCE

L'aspetto della pasta è più o
meno fittamente bucherellata,
struttura coriacea, odore e sapore fecale



E' un'alterazione tipica dei formaggi molli
a stagionatura rapida durante la stufatura, si manifesta
anche nei formaggi duri e semiduri durante al salatura

Gonfiore precoce: cause

Escherichia coli e *Aerobacter aerogenes* che inquinano il latte durante la mungitura effettuata in condizioni igieniche non idonee. Può dipendere anche da una conservazione del latte troppo prolungata, prima della lavorazione.

Gonfiore precoce: rimedi

- ❑ processi di **termizzazione** o di **pastorizzazione** inattivano i microrganismi del gruppo Coli-aerogenes
- ❑ **impiego di colture starter selezionate** in quanto si viene a creare un ambiente acido sfavorevole alla crescita dei microrganismi alteranti
- ❑ stufatura a basse temperature può prevenire o contenere l'entità del gonfiore dato che i microrganismi appartenenti al gruppo Coli-aerogenes sono mesofili
- ❑ la presenza di antibiotici nel latte favorisce indirettamente lo sviluppo dei Coli, che non possono essere contrastati dai batteri lattici sensibili a queste sostanze.



Batteri proprionici
Batteri butirrici (clostridi)

GONFIORE TARDIVO (gonfiore butirrico)

I microrganismi fermentano l'acido lattico ed i lattati prodotti dai batteri lattici e producono
Rispettivamente acido propionico, acido butirrico, anidride carbonica ed idrogeno



E' un'alterazione tipica dei formaggi duri e semiduri a media e lunga stagionatura. Si può verificare anche nelle mozzarelle quando vengono conservate per tempi più o meno lunghi a T° di frigorifero

Gonfiore tardivo: cause

I microrganismi responsabili del gonfiore tardivo appartengono al gruppo dei **batteri butirrici e propionici** caratterizzati dalla capacità di utilizzo dell'acido lattico, prodotto durante la stagionatura dai batteri lattici, con formazione di CO₂ e H₂.

I **batteri butirrici** sono presenti negli insilati, nell'acqua inquinata e nelle feci, mentre i **batteri propionici** provengono dal terreno o da alcuni prodotti caseari in quanto essi, in piccole quantità, sono utilizzati nella produzione dei formaggi caratterizzati da occhiature.

Gonfiore tardivo: rimedi

❑ Le spore di *Clostridium* resistono alla pastorizzazione. Pertanto, è necessario **evitare** al latte **inquinamenti di terra o insilati** dove si trovano i Clostridi ed **abbassare il pH con fermenti lattici selezionati** e inoculati a livelli tali da impedirne lo sviluppo.

❑ come rimedio per il gonfiore tardivo sono utilizzate varie sostanze come il **lisozima**, la **nisina** (colture di *Lc. lactis*), **esametilentetrammina** o **urotropina** (all'acqua di filatira del Provolone)

❑ In fase tecnologica si deve inoltre preferire:

- uno spurgo totale

- un processo di salatura più spinto, sempre compatibilmente con il tipo di produzione che si sta effettuando.

Occhiature

Nella pasta si formano cavità più o meno grandi (3-4 mm e oltre) conseguenti a fermentazione propionica. Non è un difetto in assoluto, ma solo dei formaggi che sono a pasta compatta. È una caratteristica di alcuni formaggi svizzeri (Emmental) a prevalente fermentazione propionica. Di solito consegue a latte batteriologicamente scadente oppure all'utilizzo di caglio inquinato.

Vescicotto o vuoto

Gonfiore localizzato conseguente all'azione di batteri gasogeni (*Coli aerogenes*). Nella zona colpita la pasta appare simile ad un favo d'api. Tra le cause vi è l'utilizzo di latte mastitico, scarsa acidificazione della pasta ed eccessivo spurgo della cagliata. Non è di frequente riscontro e si manifesta solitamente nei formaggi a pasta compatta.

CALCINAZIONE O GESSOSITA' E DISTACCHI DI PASTA



Si hanno quando viene lavorato latte inacidito, o quando si ha un'eccessiva acidità della cagliata per un errato apporto di fermenti o per uno sviluppo troppo elevato di questi batteri acidificanti, o quando si effettui una "stufatura" a temperature troppo elevate che favorisce una acidificazione troppo repentina. L'eccessiva acidità provoca una perdita di calcio e di grasso nel siero.

Il formaggio colpito presenta una pasta di colore bianco e sapore acidulo, con consistenza gessosa e friabile.

SFOGLIE E SPACCATURE

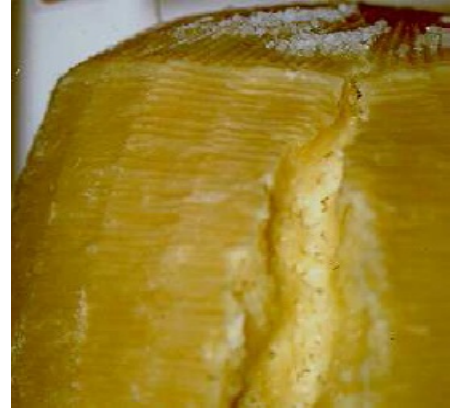
- 1) il difetto si manifesta con fessurazioni all'interno della pasta. È dovuto a un'acidità elevata del latte che determina la formazione di una pasta poco elastica che durante lo spurgo si impoverisce di sali minerali, in particolare calcio.
- 2) nelle forme si possono verificare a causa di spremitura eccessiva della pasta, eccesso di caglio, esposizione delle forme a correnti d'aria, stagionatura in locali con temperatura elevata e bassa umidità relativa.

STRACCHINAGGIO

avviene quando, durante la maturazione, la crosta si rompe e fuoriesce la pasta interna, molle e ricca di siero. Può essere dovuta all'uso di caglio con troppa pepsina, rottura della cagliata in parti troppo grosse.

Rammollimento o colatura

Si manifesta con fessurazioni della crosta con fuoriuscita di pasta molle e sapore alterato. Colpisce i formaggi a pasta molle durante la stagionatura



Può essere dovuta:

- eccesso di siero nella cagliata
- acidificazione e salatura insufficienti, con conseguente sviluppo di muffe e lieviti che con la loro capacità proteolitica determinano un rammollimento del formaggi
- insufficiente fermentazione lattica e sviluppo di microflora gasogena

Questa alterazione può essere prevenuta attuando:

- uno spurgo più spinto;
- una stufatura a temperature più elevate
- un ottimo processo di salatura, in quanto il cloruro di sodio è in grado di inibire lo sviluppo delle muffe. Evitare tavole bagnate.

MERCIUME BIANCO

L'alterazione è dovuta allo sviluppo di microrganismi proteolitici quali il *Bacillus putrificus verrucosus*, in associazione con il *Bacterium amylobacter*. Le forme colpite presentano zone bianche fluidificate e maleodoranti, sovente sono presenti vescicole dalle quali emana odore di putrido. L'alterazione è spesso dovuta a uno spurgo spinto con la conseguente perdita di lattosio e quindi con bassa produzione di sostanze acidificanti.

MERCIUME GRIGIO

Questo tipo di marciume è caratterizzato da colorazioni scure della pasta; dal punto di vista organolettico è caratterizzato da un sapore di aglio. Il microrganismo responsabile si individua in un bacillo non sporigeno: il *Bacterium proteoliticum*. Questa alterazione è accompagnata dalla produzione di gas da parte dei batteri propionici presenti, che vengono a trovarsi in condizioni ambientali favorevoli.

Difetti strutturali della superficie nei formaggi a pasta dura

Formazione di crosta spessa o di“unghia”



La crosta si presenta troppo secca e spessa (10-14 mm), la pasta spesso è troppo salata.

Tra le cause vi sono:
locali di stagionatura troppo caldi e con ventilazione eccessiva. Anche l'eccesso di sale favorisce la formazione della crosta spessa

Marciume della scorza

- se la **scorza** di formaggi a pasta dura **non** viene **mantenuta sufficientemente asciutta** possono svilupparsi **batteri proteolitici**, **lieviti** ossidanti e **muffe** che possono causarne una **decomposizione proteolitica e una perdita di consistenza**, con contemporanea presenza di sapori anomali.
- Viene controllata con rivoltamenti, pulizia della superficie con panni imbevuti di salamoia, asciugatura, controllo delle condizioni di maturazione.

Difetti strutturali della superficie nei formaggi a pasta molle

Sviluppo di muffe

Muffa grigia: *Mucor*, *Rhizopus*, causano un ammuffimento grigio-scuro detto **pelo di gatto** su formaggi. Si manifesta durante o a fine stagionatura per scarsa igiene.



Muffa verde: *Aspergillus*, *Penicillium*, presenza di feltri verdastri sulla superficie di formaggi duri e semiduri. Si manifesta durante o a fine stagionatura per scarsa igiene.



Muffa nera: *Cladosporium herbarum*, *Monilia nigra*: Macchie nere sulla superficie dei formaggi duri e semiduri. Si manifesta durante o a fine stagionatura per scarsa igiene.

Crescita di lieviti

- **Lieviti molto proteolitici**
- **Lieviti lipolitici:** flavor di rancido (acidi grassi liberi)

Specie più frequentemente isolate:

- *D. hansenii*
- *Candida spp.*
- *Y. Lipolytica*
- *K. marxianus*
- *G. candidum*
- *Pichia spp.*

COLORAZIONI ANOMALE

In seguito alla presenza di microrganismi cromogeni o muffe particolari, nella pasta si possono ritrovare macchie, più o meno estese, di colore bianco, rosso, bruno, verde-azzurro; spesso tale alterazione si ritrova in formaggi conservati in ambienti caldo-umidi e con poca ventilazione.

COLORE ROSSO DELLA BUCCIA: è causato dall'impiego di sale marino che contiene dei batteri (cocchi) responsabili di questa colorazione.

COLORI ANOMALI DELLA BUCCIA: possono comparire, nelle prime fasi di stagionatura colorazioni azzurre, verde e giallo metallizzato. Le cause sono da ricercarsi nella non idoneità igienica dell'acqua utilizzata per il lavaggio delle attrezzature che può contenere batteri del genere *Pseudomonas*, responsabili di queste colorazioni.

***Piophila casei* o mosca del formaggio**

Il formaggio infestato presenta fori sulla crosta e all'interno ha un aspetto cremoso. Le larve della mosca annidandosi nel prodotto hanno un'azione fortemente proteolitica rammollendo la pasta del formaggio generando un sapore intenso e molto piccante.

Alterazione tipica dei formaggi duri e semiduri.



Infestazione da acari



Gli acari partendo dalla crosta scavano dei cunicoli e penetrano nella pasta riducendola in polvere. I principali sono *Acarus siro*, *Tyrophagus longior* e *Tyrollychus casei*. Può insorgere anche la formazione di muffe. Tra le cause vi sono locali di stagionatura non idonei e scarsa cura delle forme

Pulizia e disinfezione devono estendersi a tutte le aree di lavorazione:

- **pavimenti:** costruiti con materiale impermeabile e tenuti sempre puliti;
- **pareti e soffitto:** coperti di materiali lisci e puliti regolarmente;
- **sistemi di filtrazione dell'aria:** installati nelle aree per la produzione dello starter o in tutte le zone di confezionamento;
- **vasche della salamoia:** costruite con materiale liscio e resistente alla corrosione;
- **celle di maturazione e magazzini di conservazione:** puliti regolarmente e disinfettati con soluzioni fungicide (formalina 10% o 5000 ppm cloro attivo), compresi gli scaffali.

I livelli di rischio microbiologico legati al consumo di formaggi e le relative procedure di controllo possono essere valutati mediante lo studio di:

1. incidenza di patogeni in latte e formaggi;
2. sopravvivenza dei patogeni ai trattamenti termici;
3. sopravvivenza e crescita dei patogeni durante la produzione o la maturazione dei formaggi;
4. effetto delle pratiche di caseificazione sui patogeni.

Microbiologia del Grana

- Formaggio semigrasso, prodotto con latte crudo e, generalmente, con l'aggiunta di sieroinnesto, tipico per la granulosità della pasta.
- Con grana si intendono tre tipi:
 - ▣ Parmigiano Reggiano
 - ▣ Grana padano
 - ▣ Grana lodigiano (limitata produzione)

Parmigiano Reggiano

- Formaggio DOP
- prodotto da 15 aprile a 11 novembre con animali non alimentati con insilati
- maturazione non inferiore a 2 estati di stagionatura
- Zona di produzione: province di Parma, Reggio Emilia, Modena, Bologna alla sinistra del fiume Reno e Mantova alla destra del fiume Po.

Bollino: contrassegno della stagionatura

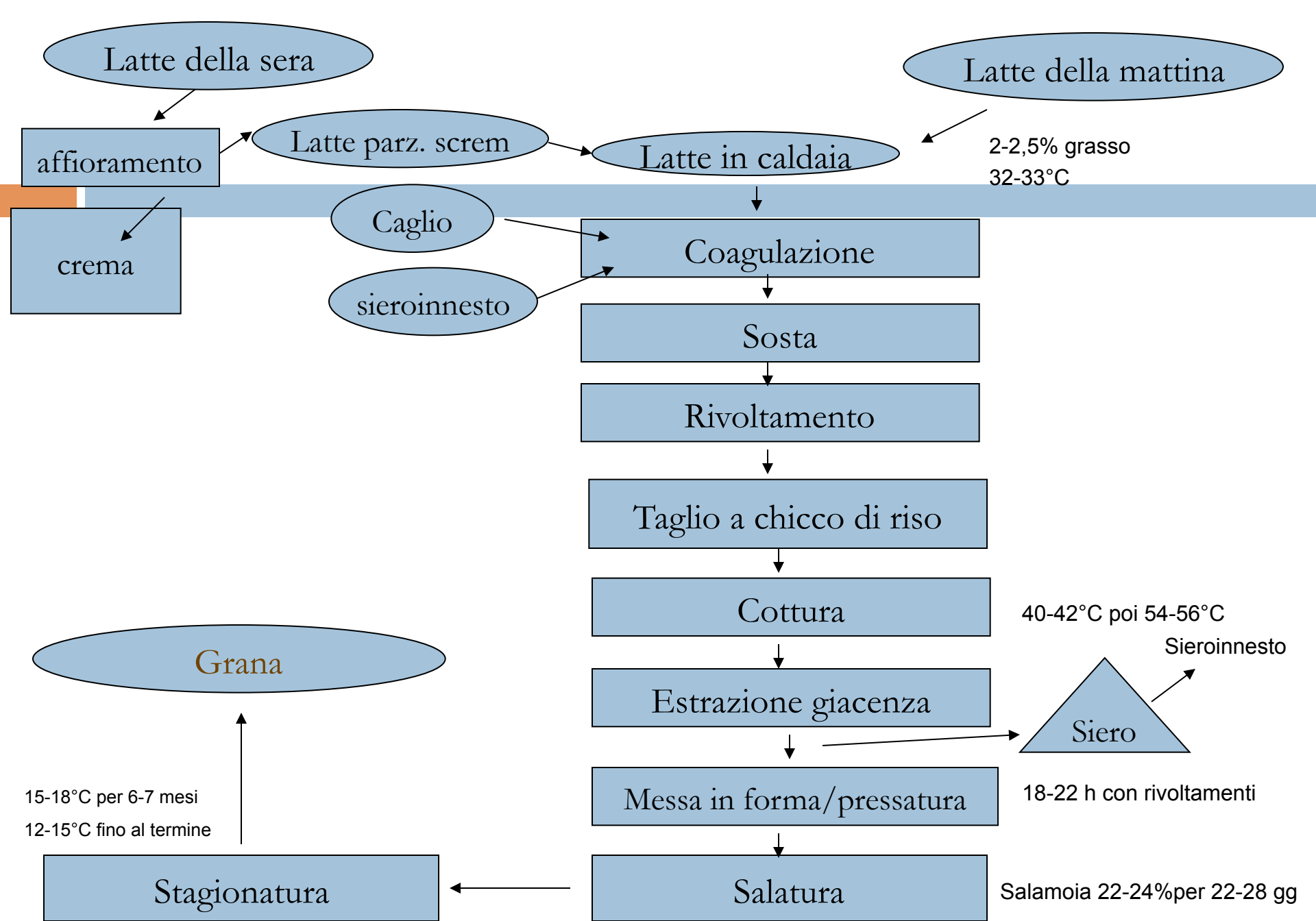
- Bollino aragosta: Parmigiano-Reggiano oltre 18 mesi di stagionatura.
- Bollino argento: Parmigiano-Reggiano oltre 22 mesi di stagionatura.
- Bollino oro: Parmigiano-Reggiano oltre 30 mesi di stagionatura (stravecchio).

Grana padano

- formaggio DOP
- prodotto durante tutto l'anno anche da animali alimentati con insilati, purché di buona qualità
- si commercializza dopo 15 mesi.
- Zona di produzione: Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, provincia di Trento

Grana Iodigiano

- prodotto DOP,
- Prodotto tutto 1' anno
- sottoposto a scrematura più spinta degli altri.
- Stagionatura: da 2 fino a 4 anni.
- Area di produzione: Lodi, Milano, Abbiategrasso, con estensione in provincia di Pavia e Brescia



Microbiologia del siero innesto per Grana

- In seguito al cambiamento delle condizioni di incubazione, con l'**aumento della temperatura** si é avuto un cambiamento della microflora, con **scomparsa delle specie mesofile e dominanza pressocchè completa di:**
 - ▣ ***Lb. helveticus* e *L.b delbrueckii subsp. lactis***

Sono comunemente presenti in numeri minori:

- ***Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*,**
- ***Lb. fermentum* e**
- ***Str. thermophilus*.**

Procedura di incubazione del siero innesto

- il siero da una buona caseificazione (circa pari al 2-3% del siero totale) viene asportato dalle caldaie dopo 10-15 min. dall' inizio della fase di giacenza
- incubato in contenitori da circa 100 L con un gradiente di temperatura da 52°C a 37-40°C o ad una temperatura controllata di 45°C.
- L' **acidità finale** è generalmente di **28-32°SH/50** ed un numero finale di **fermenti lattici** intorno a **6-7x10⁸ ufc/ml**.

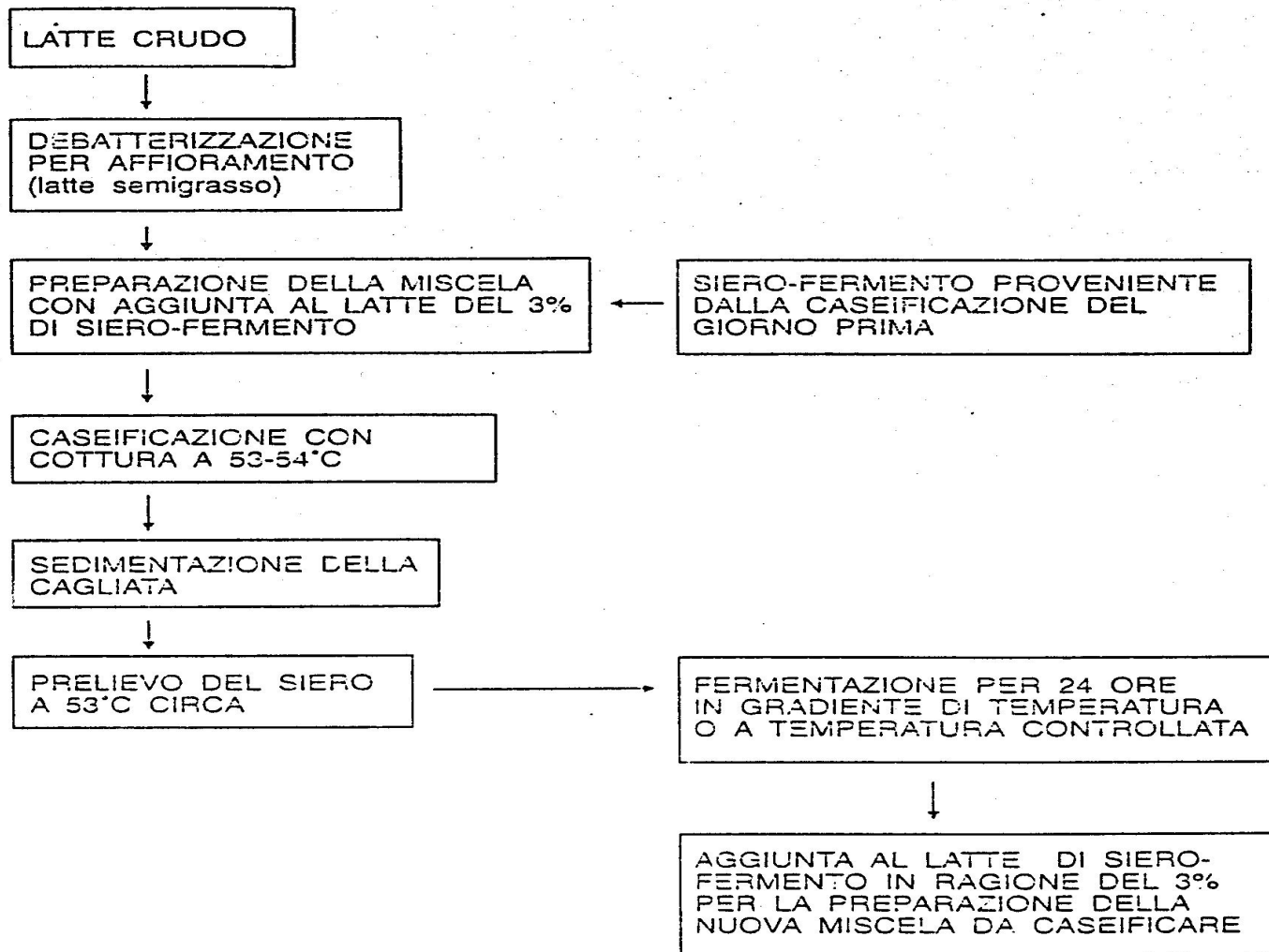


Fig. 3 – Schema tecnologico per la preparazione ed uso del siero-fermento.

Sieroinnesto per il Grana

Dominanza di **ceppi di bacilli lattici omofermentanti**:

- ▣ *Lb. helveticus* (>85%), talvolta con caratteri fisiologici atipici,
- ▣ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* e *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (particolarmente abbondanti nella zona del Grana Padano),
- ▣ *Lb. fermentum* (eterofermentante, che non dovrebbe superare il 15%) e
- ▣ *Str. thermophilus* (talvolta)

Microbiologia del Grana

- I **lattobacilli omofermentanti** raggiungono un picco durante le prime 24 h per poi diminuire.
- Nelle fasi successive della maturazione si sviluppano **pediococchi** e **fermenti propionici**, che possono essere responsabili di una certa occhiatura del formaggio. Non raggiungono comunque mai i livelli ritrovati in Emmenthal e non dovrebbero superare i $1-2 \times 10^6$ cfu/g.

Microbiologia del Grana

Gonfiore tardivo:

- maggior problema nella produzione del Grana é il **gonfiore tardivo**.
- L' aumento del fenomeno é dovuto soprattutto all' aumento dell' uso di insilati con conseguente aumento del numero di spore nel latte. Il numero di spore dovrebbe essere se possibile inferiore a 100/l, ma fino a 1000/l.

Controllo dell'incidenza del gonfiore

Adeguati interventi tecnologici:

□ controllo alla produzione:

- uso di insilato di buona qualità
- sala di mungitura separata
- toelettatura della mammella
- lavaggio e sanificazione della mungitrice

□ in caseificio:

- uso di sieroinnesto con buon potere acidificante, con latte in caldaia a 4,5-5,5 SH/50 e pH 5.1-5.0 in 20 h
- controllo della salatura
- magazzini con temperature controllate a 15-16°C

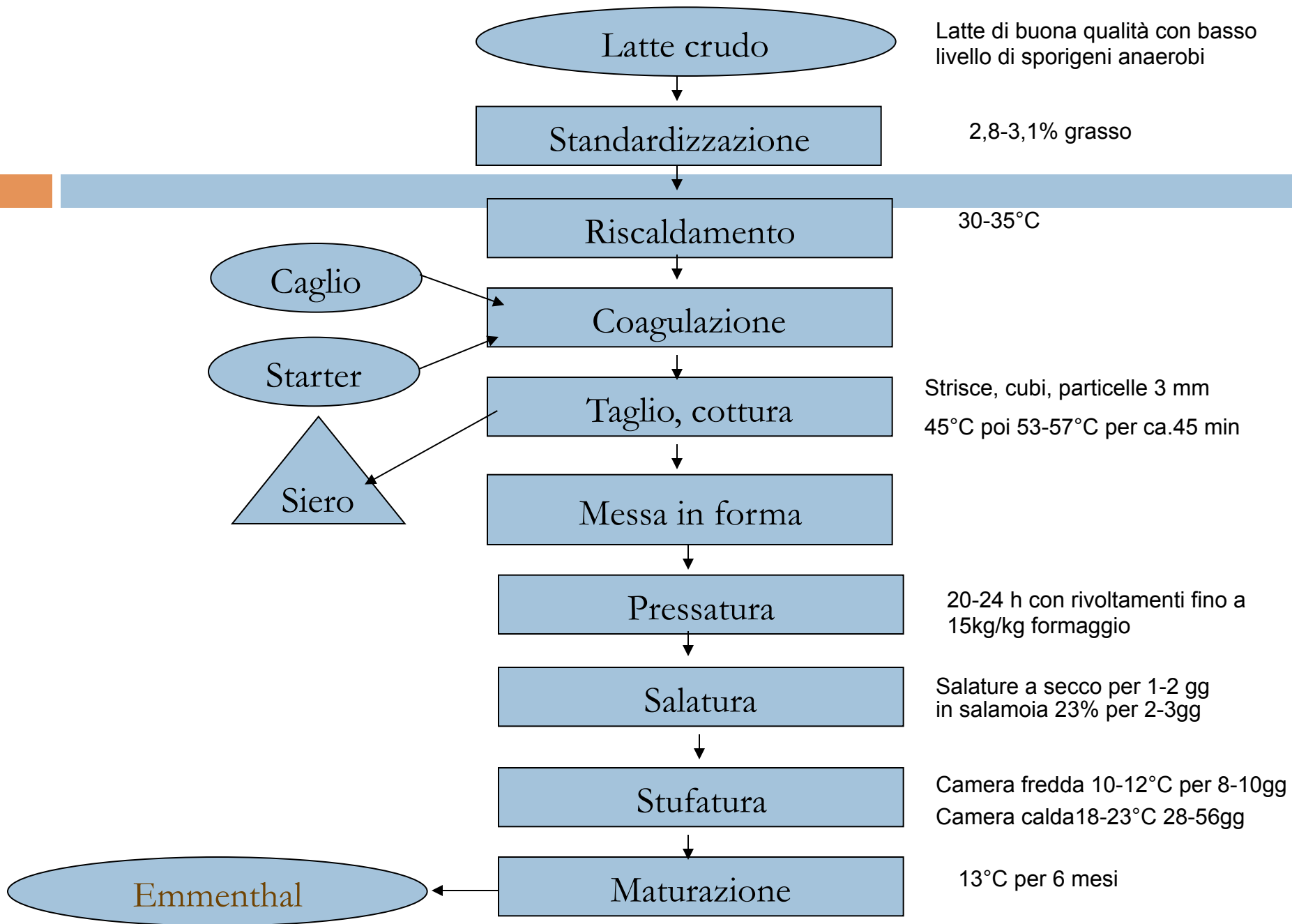
Controllo dell'incidenza del gonfiore

Inoltre possono essere usate:

- bactofugazione
- microfiltrazione tangenziale
- impiego di ceppi lattici con azione anticlostridica.

Microbiologia dell' Emmenthal

- Formaggio duro, a pasta pressata, con occhiatura
- Prodotto in Svizzera, Francia, Germania, Finlandia



Microbiologia dell' Emmenthal

Starter

- *Str. thermophilus* (0,03-0,1%)
- *Lb. helveticus* e/o *bulgaricus* (0,2%)
- Propionibatteri (*P. freudenreichii*)
(1-2,5 ml/1000l)

- La maggiore attività della microflora si ha dopo la messa in forma dal momento che la cottura intensa uccide tutti non termodurici

Microbiologia dell'Emmenthal

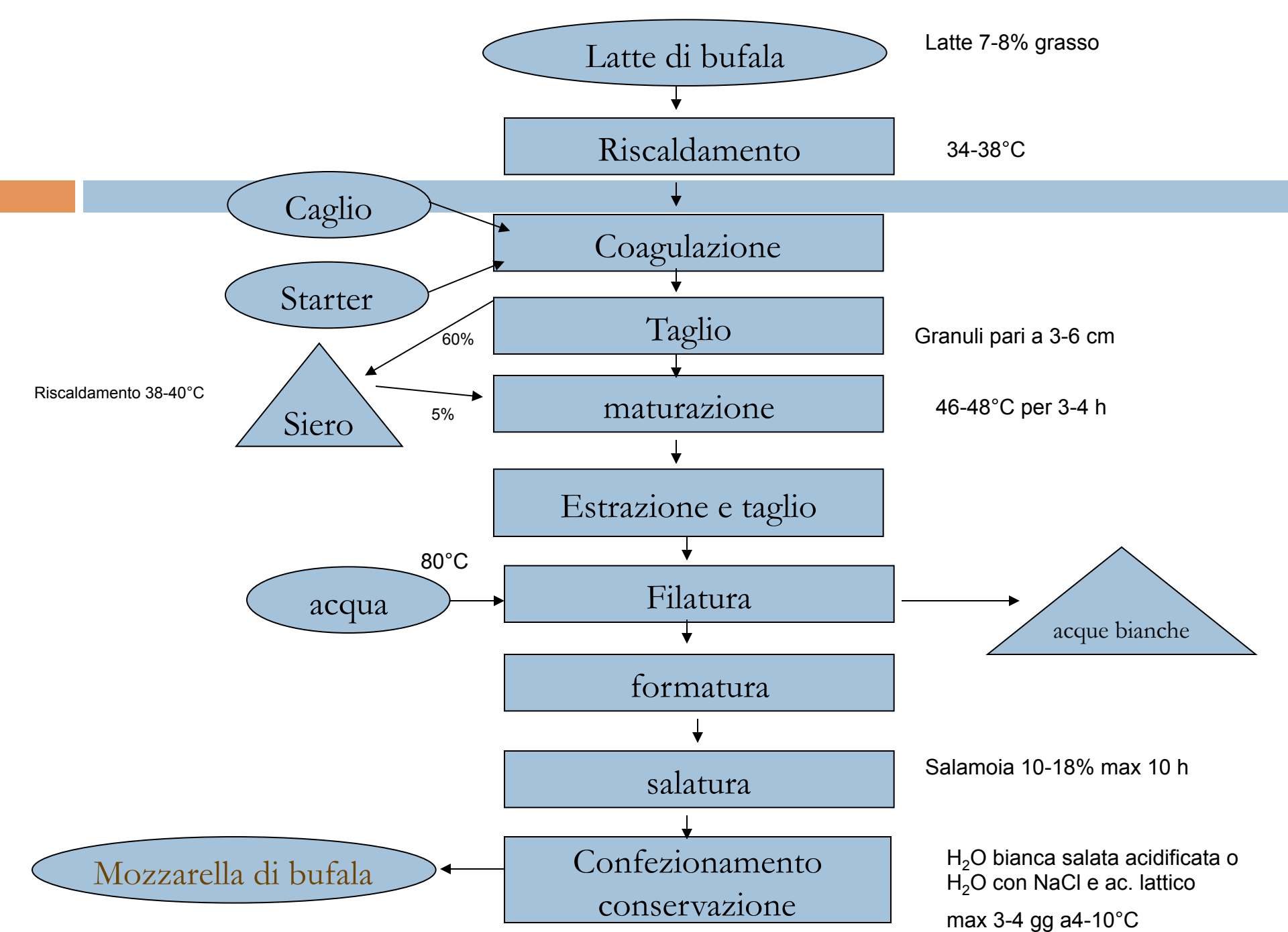
- *Str. termophilus* si moltiplica per primo durante tutte le fasi di lavorazione
- Durante la pressatura la T scende da 50 a 20°C e la moltiplicazione degli starter inizia alla periferia e continua verso il centro
- I lattobacilli iniziano a moltiplicarsi in ritardo e raggiungono le max popolazioni in 20 h
- Lo sviluppo dei propionibatteri si ha durante la fase di maturazione in camera calda raggiungendo popolazioni di miliardi per grammo (formazione di occhi)

Difetti più comuni

- Rancidità
- Gonfiore precoce (coliformi)
- Fermentazioni secondarie con produzioni di gas successive alla formazione di occhi, quando il formaggio non è più elastico
 - ↳ **Occhiatura anormale** dovuta probabilmente a decarbossilazione di aa da parte di enterococchi o a astimolazione dei propionibatteri da parte di aa liberi prodotti da enterococchi
- Gonfiore tardivo (clostridi)

Mozzarella di bufala campana

- Formaggio tipico DOP
- Formaggio a pasta filata fresco
- Prodotto solo con latte di bufala nelle zone aversane e piana del Sele
- Può essere prodotto solo con sieroinnesto naturale o con starter isolati dal sieroinnesto



Sieroinnesto per Mozzarella

- Incubazione a 37-42°C fino a 20°C
- Composizione variabile qualitativamente e quantitativamente:
 - ▣ Streptococchi mesofili (*Lc. lactis*, *cremoris*, *diacetylactis*, *E. faecium*)
 - ▣ Streptococchi termofili (*Str. termophilus*)
 - ▣ *Leuconostoc*
 - ▣ Lieviti
 - ▣ Lattobacilli termofili (*Lb. helveticus*)
 - ▣ Lattobacilli mesofili

Mozzarella cheese.

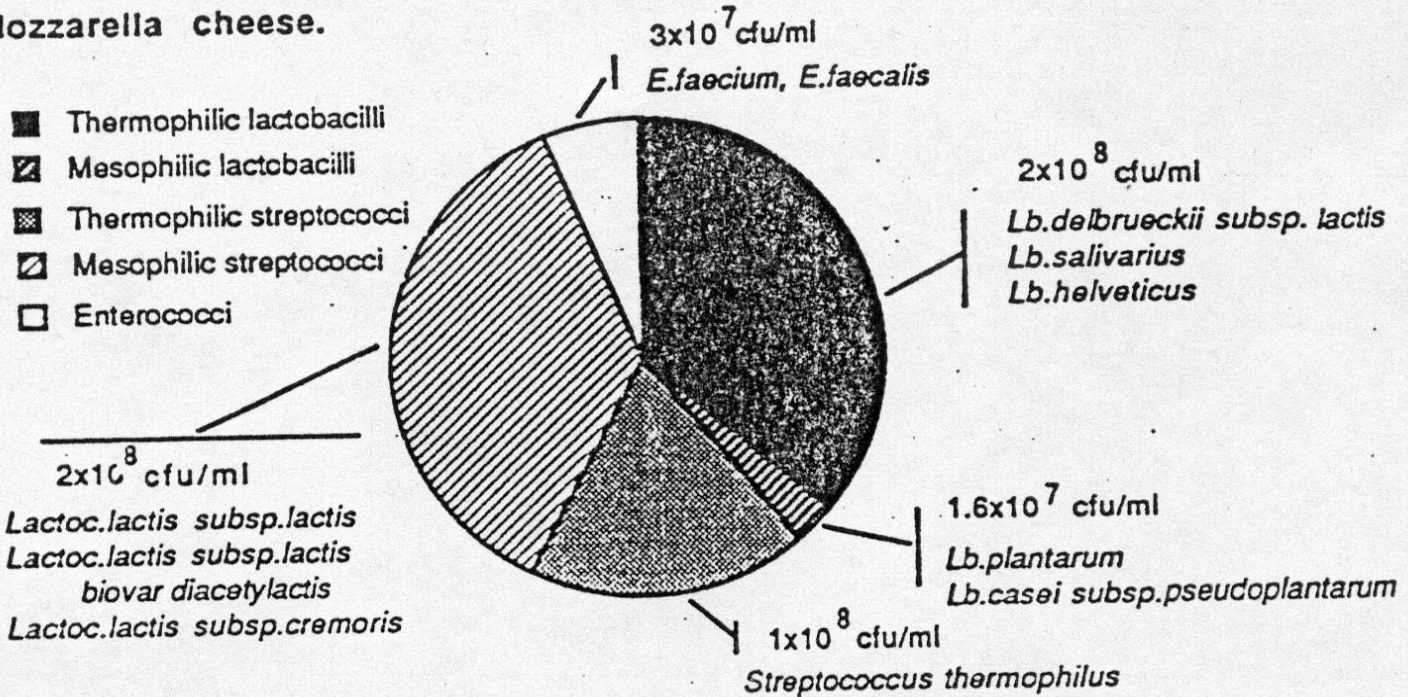


Figure 4.1 Microbial composition of the natural whey culture used in the manufacture of Mozzarella cheese from water buffalo milk. The figures are the most frequent values found, but variations of more than one log unit are possible. Species belonging to the different groups are ordered on the basis of frequency of isolation. (Redrawn from Coppola et al., 1988, with permission.)

Microbiologia della Mozzarella

- Possibile contaminazione da coliformi, in funzione dell'igiene del caseificio
- Difetti:
 - ▣ ingiallimenti
 - ▣ patine o cattivi odori