



*Batteri lattici nella  
produzione di formaggi*

# FORMAGGIO.....

..... si può definire come il prodotto della maturazione della "cagliata" ottenuta con la coagulazione presamica o acida del latte intero o del latte scremato parzialmente o totalmente scremato, con la sola aggiunta di fermenti, sale e spezie.

# Caglio

è un estratto di origine animale (ottenuto dallo stomaco dei ruminanti quali bovini, caprini, ovini) contenente gli enzimi proteolitici (chimasi e pepsina), si può trovare in forma liquida, in polvere, in pellette o in pasta.

# Coagulazione presamica

Il caglio per via enzimatica distacca il glicopeptide dalla caseina K (le micelle di caseina perdono lo stato di idratazione).

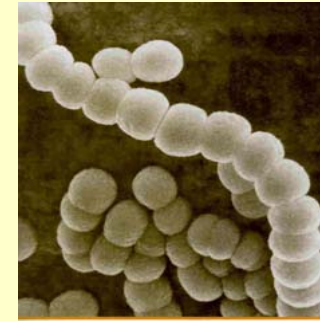
Le micelle destabilizzate interagiscono tra loro e con il  $\text{Ca}^{++}$  contenuto nel latte per dare aggregati elastici capaci di contrarsi.

# Coagulazione acida

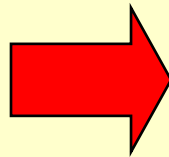
Una volta raggiunto il punto isoelettrico della caseina (pH 4.6) si ha la de-mineralizzazione delle micelle caseiniche, ottenendo così coagulo dotato di consistenza ed elasticità molto limitate. Impiegando tale coagulazione si hanno formaggi acidi o bianchi.

# Gli innesti

colture di batteri lattici  
differenti in funzione  
dell'applicazione tecnologica



- Indirizzano il processo
- Diventano dominanti nelle prime fasi del processo



Naturali

- Lattoinnesti
- Sieroinnesti

***Sono tutti omofermentanti e sono fondamentali per l'acidificazione!!!***

*Lactococcus lactis subsp lactis*

*Lactococcus lactis subsp diacetylactis*

*Lactococcus lactis subsp cremoris*

*Lactobacillus casei subsp. casei*

**Batteri  
Lattici  
Mesofili**

< 40 °C

*Streptococcus thermophilus*

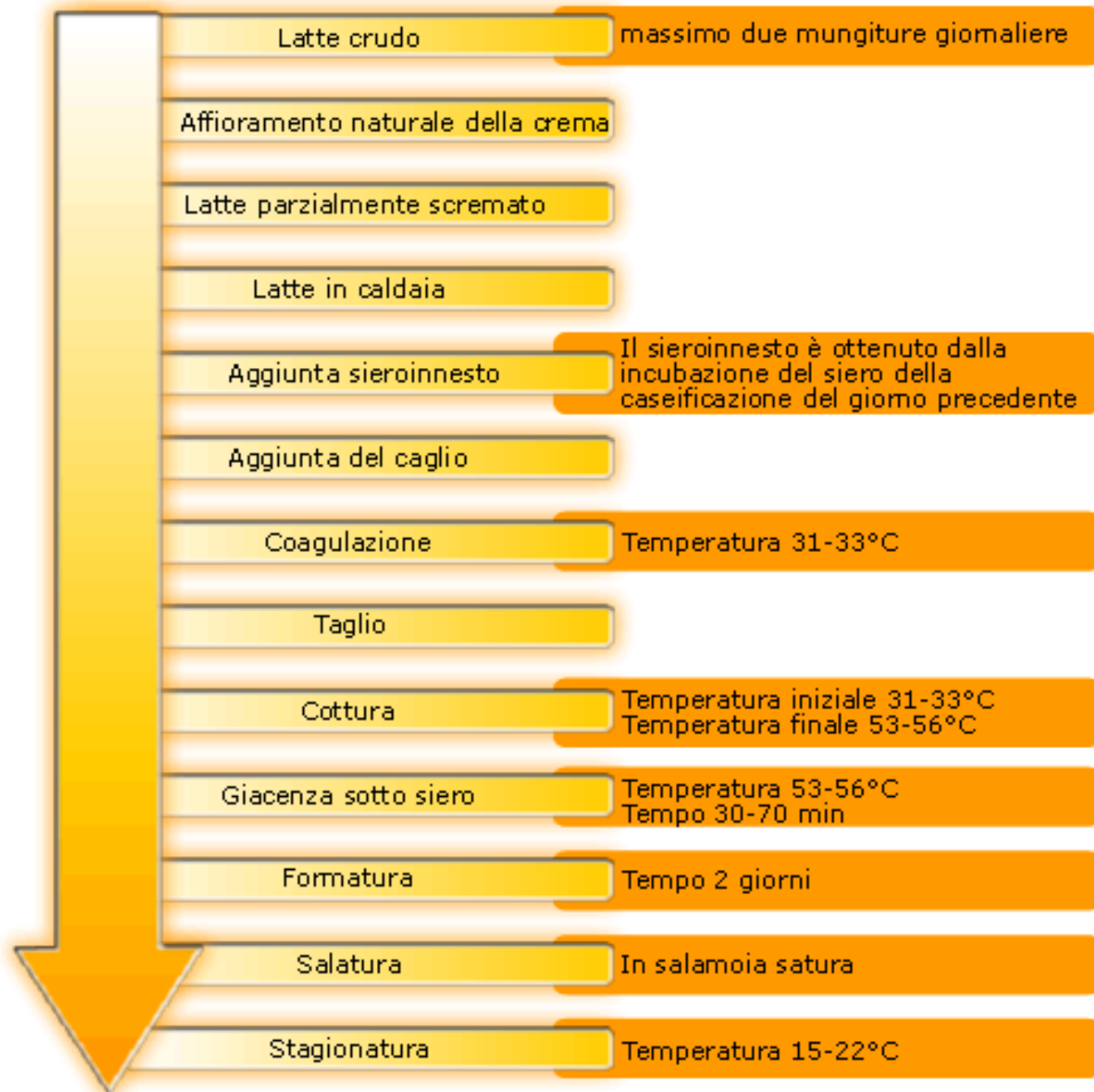
*Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii*

*Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*

*Lactobacillus helveticus*

**Batteri  
Lattici  
Termofili**

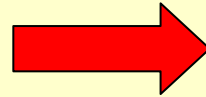
> 40°C



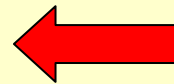
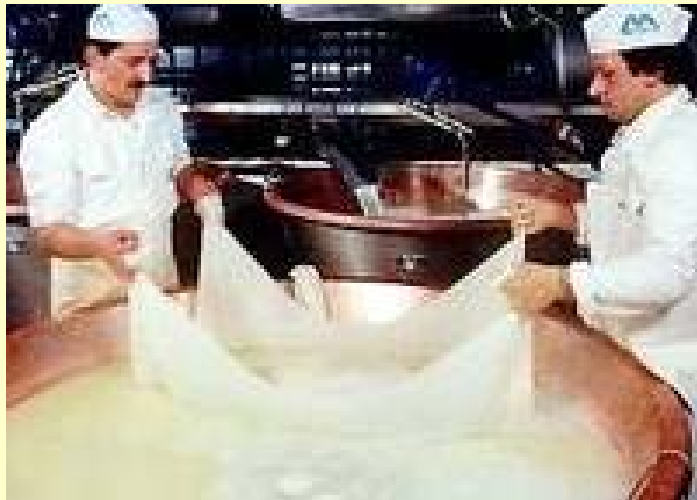




Aggiunta siero  
innesto e caglio

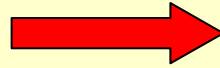


Rottura della  
cagliata

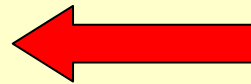




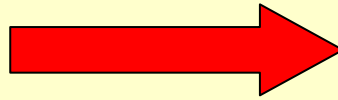
**Messa in fascere**



**salamoia**



15-22 °C.



**maturazione**



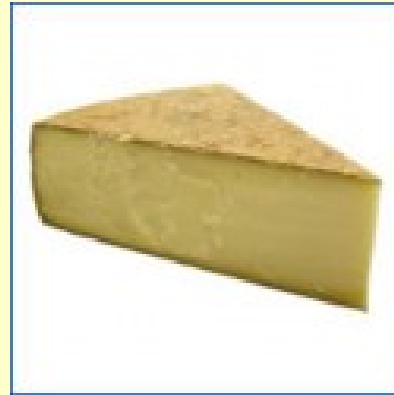
# *Formaggi a pasta cotta e duri*

Da taglio: Emmental, Gruyer, Comté, Canestrato, Castelmagno

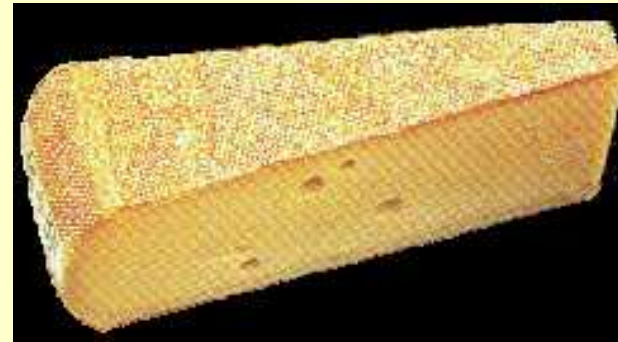
Da grattugia: Grana, Parmigiano, Sbrinz e Pecorino



Emmental



Gruyère



Comté



Castelmagno

- Latte crudo
- Batteri lattici termofili
- Rottura della cagliata a chicco di frumento
- Cottura ad alte temperatura (53-55°C)
- Può seguire una pressatura
- Lunga maturazione

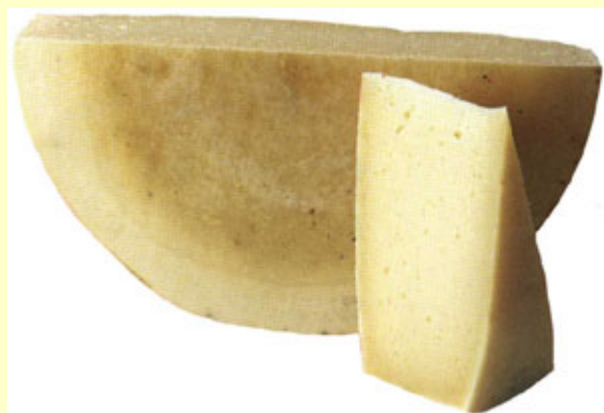




Grana Padano



Parmigiano Reggiano



Sbrinz



Pecorino

## *Formaggi semicotti e pressati*

La maggior quantità di acqua di questi formaggi rispetto ai duri è dovuta ad una cottura meno prolungata o ad una pressatura.

L'acidificazione non deve essere troppo spinta in quanto la sineresi non deve essere troppo forte.

# Pressatura.....





fontina



Fontal



Asiago



Saint  
Paulin



Reblochon



- Latte pastorizzato
- Batteri lattici mesofili
- Eterofermentanti
- Lavaggio della cagliata
- Moderata cottura/pressatura
- Salatura in salamoia
- Maturazione media (60g o più)

# *Formaggi molli*

- Con crosta poco influente:

- pasta molto umida senza crosta (Crescenza)
- senza crosta e senza sale (Pannerone)
- con crosta (Caciotte e Italico)

- Con crosta influente (bianca):

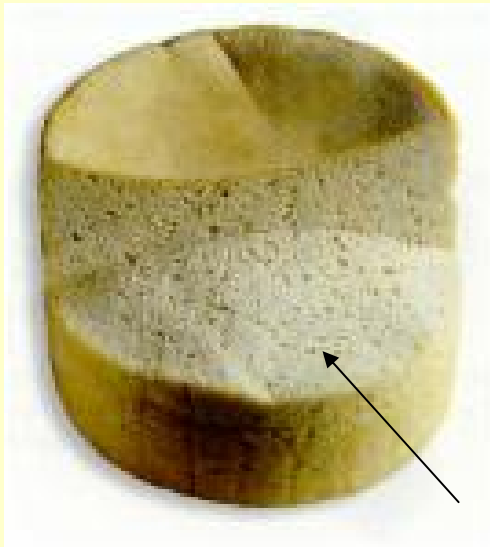
- a crosta fiorita (Brie e Camembert)
- a crosta pigmentata (Taleggio e Munster)



crescenza



caciotta



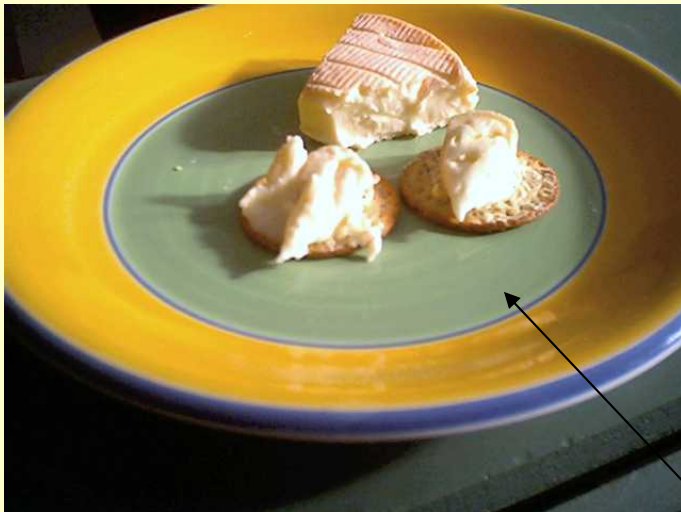
pannerone

- Latte pastorizzato o crudo
- Batteri lattici mesofili
- Rottura della cagliata a noce
- Nessuna cottura
- Salatura in salamoia o a secco
- Rapida stagionatura

Camembert (*Penicillium camemberti*)



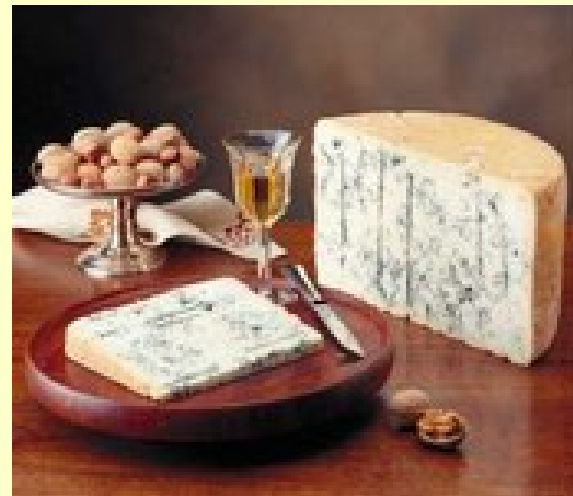
Taleggio (a crosta lavata) microflora spontanea.



Munster (*Brevibacterium linens*)



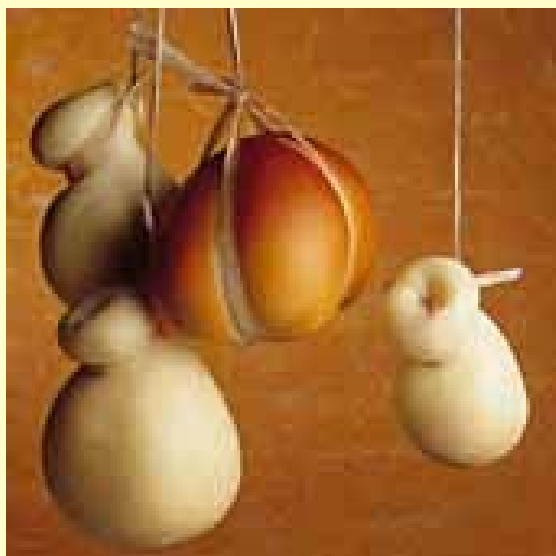
Gli erborinati sono caratterizzati dall'inoculo del latte con spore di *Penicillium roqueforti*



La foratura della forma consente lo sviluppo del *Penicillium* all'interno del formaggio



# PROVOLONE



## *Formaggi a pasta filata*

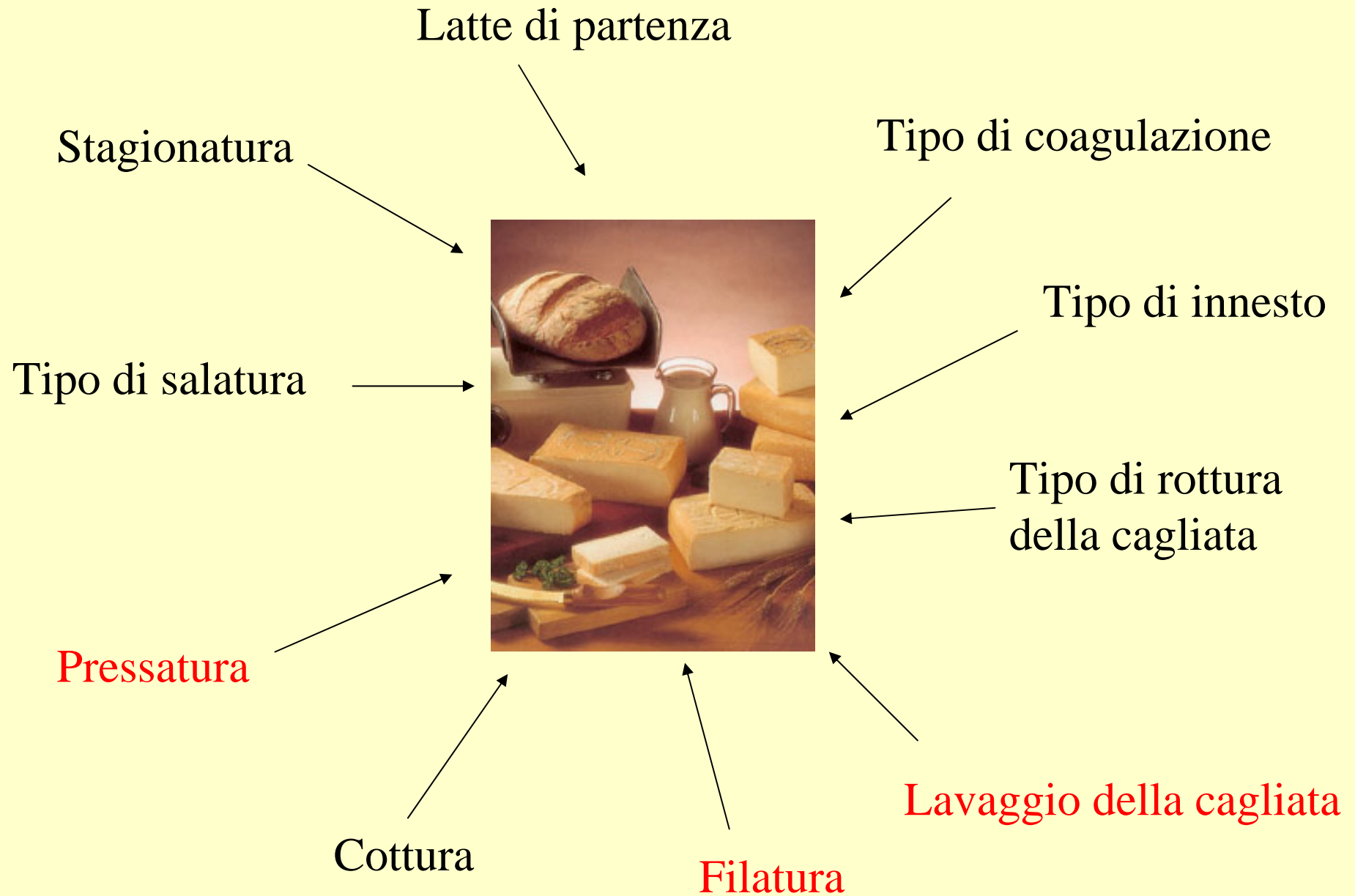




## *La filatura*

Piccole quantità di cagliata portata ad alte temperature diventa plastica e può essere tirata in filamenti. La cagliata passa da una struttura granulare ad una fibrosa.







# Intervento dei microrganismi



Fase iniziale

Ruolo:

1. **Metabolismo Primario** funzionale al prodotto  
(es. acidificazione latte per formaggio)
2. **Inibizione alterativi e patogeni**  
(competizione nutrizionale; produzione sostanze a diverso spettro)
3. **Metabolismo Secondario**  
(Produzione sostanze aromatiche – stagionatura: maturazione)
4. **Autolisi e rilascio enzimi intracellulari**

Fase di maturazione

# *Acidificazione*

- Durante la fase di coagulazione la microflora inizia ad esplicare il suo ruolo principale, cioè inizia a fermentare (omofermentanti).
- Questo fenomeno continuerà anche quando la cagliata verrà estratta dal siero poiché una quantità di siero resterà intrappolato nella cagliata stessa. Nel siero la quantità di lattosio è estremamente elevata e può supportare una fermentazione spinta.
- La quantità di siero residua dipenderà dalla temperatura, dall'acidità, dal tipo di coagulazione, dal tipo di rottura e dalla severità dello spurgo.
- La possibilità per le specie più adatte alla caseificazione di prendere il sopravvento dipenderà da questi fattori!

# *Maturazione*

- La maturazione consiste principalmente nella degradazione della caseina ad opera di proteasi e peptidasi batteriche (omofermentanti ed eterofermentanti) (microflora primaria e secondaria).
- I batteri lattici hanno un'azione proteolitica limitata e dalla degradazione della caseina vengono liberati peptidi, oligopeptidi responsabili dell'aroma del formaggio.
- La proteolisi influenza inoltre la struttura della pasta stessa:
  - proteolisi limitata = pasta compatta
  - proteolisi media = pasta morbida e pastosa
  - proteolisi spinta = pasta fluida
- I batteri lattici producono inoltre aromi

## ..... *Maturazione (continua)*

Il caglio contribuisce notevolmente alla maturazione....

- come fonte di lipasi (i batteri lattici sono poco lipolitici) nei formaggi piccanti
- come fonte di proteasi (la rennina non è il solo enzima proteolitico presente nel caglio)

## *Caratteristiche che occorre valutare nella scelta dell'innesto*

### •Capacità acidificante:

Si considera sia la quantità di acido lattico prodotto che la velocità necessaria ad un microrganismo ad aumentare l'acidità del latte di partenza.

### •Proteolisi:

Si prende in considerazione la capacità dei microrganismi di degradare la caseina (insapore) in peptidi e polipeptidi che contribuiscono all'aroma del formaggio.

La proteolisi contribuisce anche alla tessitura del prodotto.

### •Produzione di aromi:

La produzione dipende dalla specie considerata, dal ceppo batterico e dalle condizioni colturali o di produzione