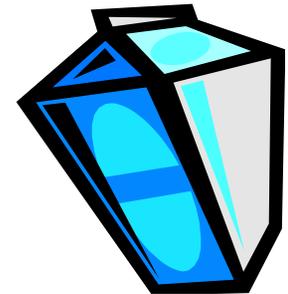


# Appunti del modulo di tecnologia lattiero-casearia

*Parte 3° - I derivati del latte*

ZEPPA G.  
Università degli Studi di Torino



## I lattii fermentati

Si intendono i prodotti ottenuti per coagulazione del latte, senza sottrazione del siero, per azione esclusiva di microrganismi che devono conservarsi vivi e vitali sino al momento del consumo

- Lattii acidi termofili (fermentazione a 37-45 °C con produzione di acido lattico)
  - ✓ Yogurt (Armenia)
  
- Lattii acidi mesofili (fermentazione a 20-30 °C con produzione di acido lattico)
  - ✓ Latte acido
  - ✓ Crema acida
  - ✓ Latticello acido
  - ✓ Viili (Finlandia), Ymer (Svezia), Skyr (Islanda) ecc.
  
- Lattii acido-alcologici (fermentazione a 15-25 °C con produzione di acido lattico, alcol e anidride carbonica)
  - ✓ Gioddu (Sardegna)
  - ✓ Kephir (Caucaso)
  - ✓ Kourmis (Mongolia)
  - ✓ Kos

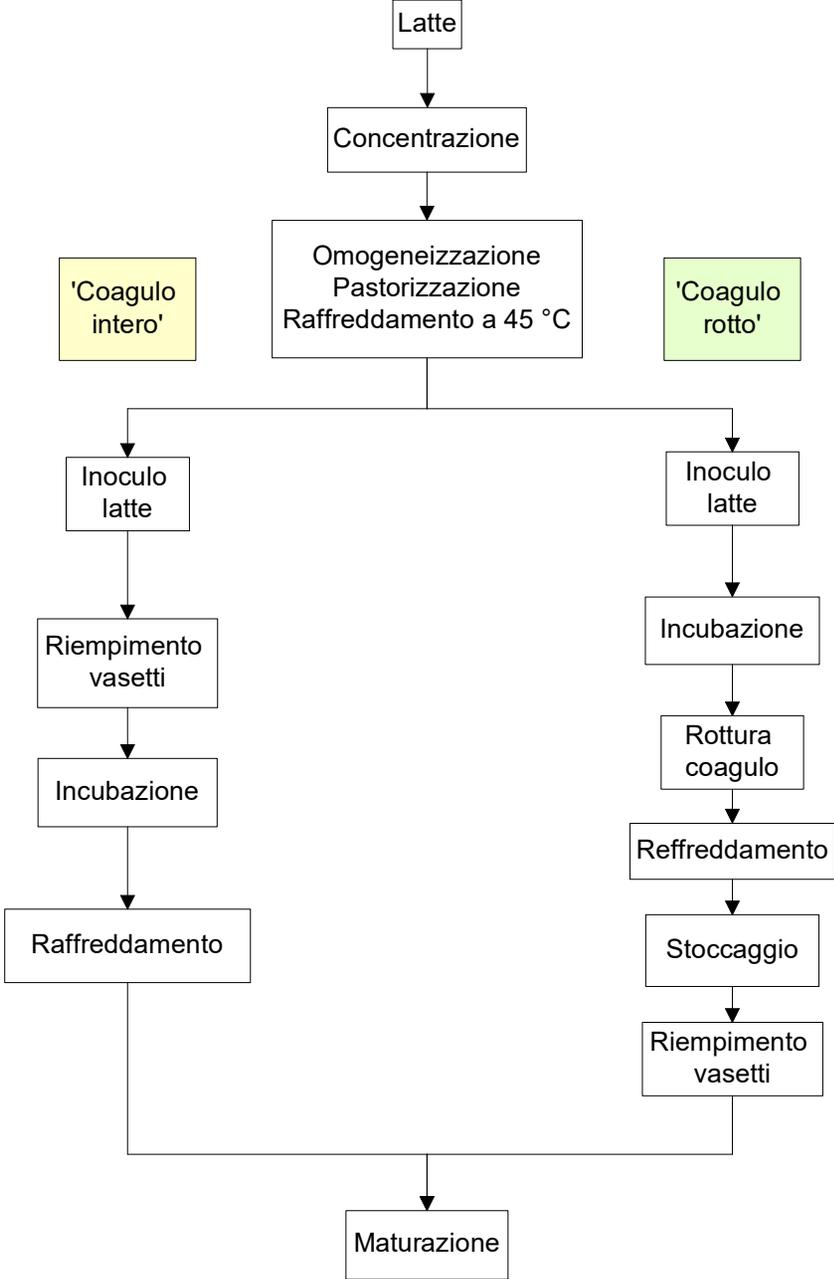
In Italia si può chiamare "yogurt" solo il prodotto ottenuto dalla coagulazione acida del latte fermentato da *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. Questi due microrganismi devono essere vivi e vitali fino al consumo nella quantità totale non inferiore a 10 milioni per grammo di prodotto e in quantità non inferiore a 1 milione per grammo per ciascuna specie

Il più comune è lo yogurt bianco o naturale, prodotto a partire da latte vaccino.

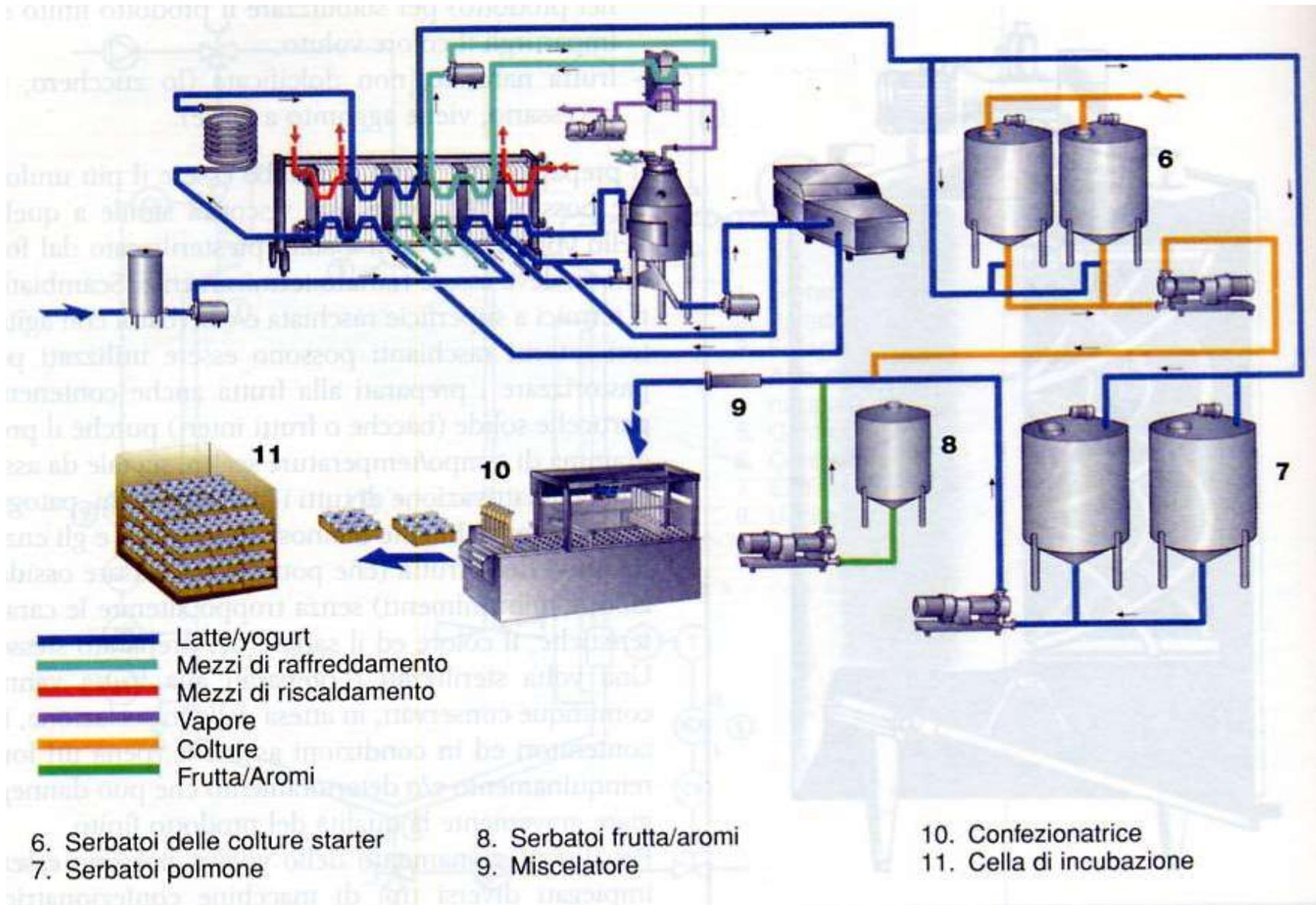
Tra le aggiunte più comuni c'è la frutta → in questo caso l'etichetta deve riportare l'indicazione: "yogurt con..." o "yogurt al..." se sono effettivamente presenti pezzi o purea di frutta; oppure la dicitura "al gusto di ..." o "all'aroma di ..." quando è presente solo l'aroma.

Mercato yogurt (2004)		
	<b>Kg</b>	<b>Var % (04/03)</b>
Per bambini	4,796,742	16.3
Salutistico	46,668,565	18.2
Da bere	4,617,810	94.7
Bi-compartimento	8,363,010	12.4
Intero	131,537,778	-2.2
Magro	56,277,957	8.8
Totale	252,261,862	5.3

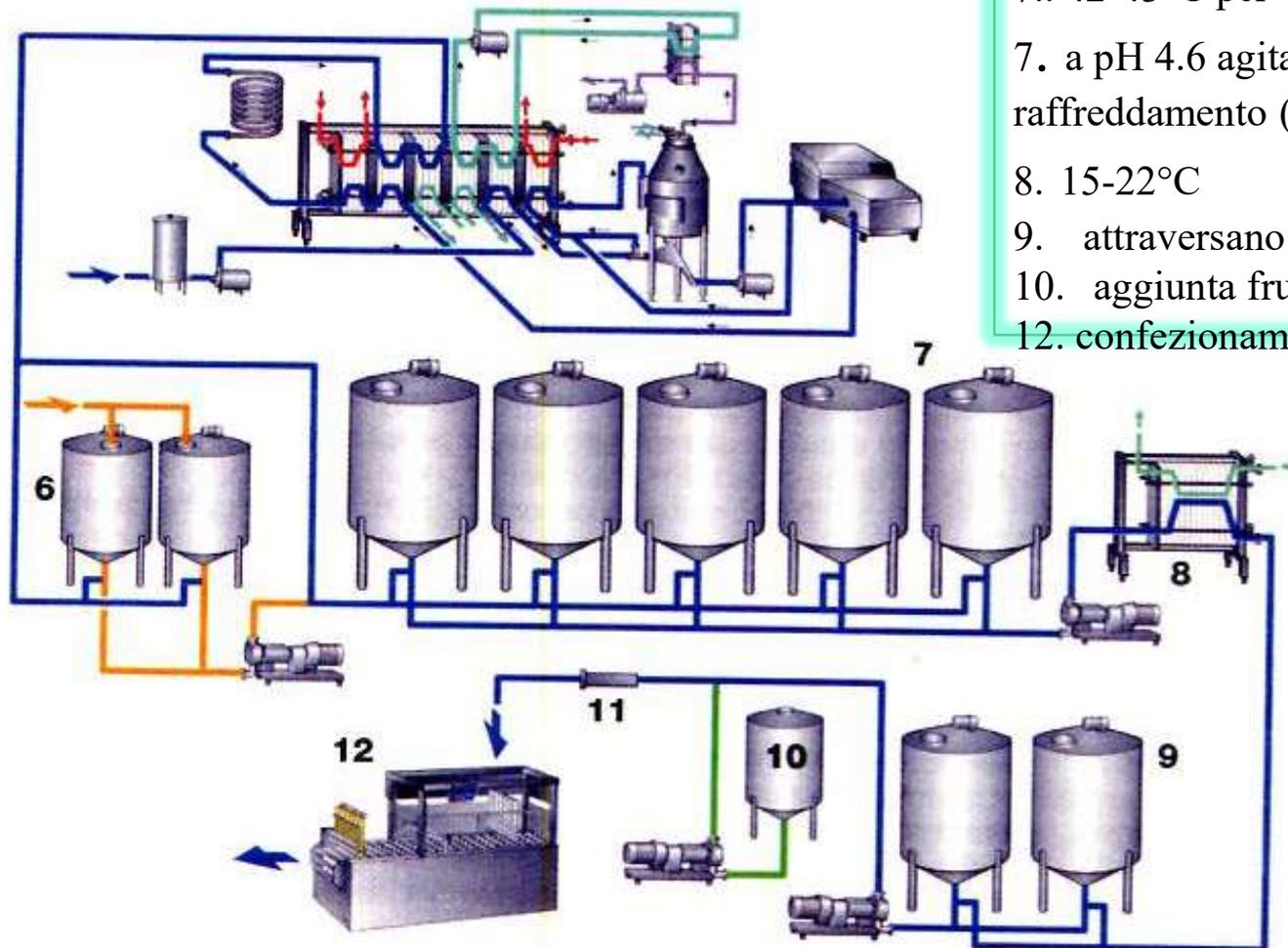
# Yogurt



# YOGURT COMPATTO



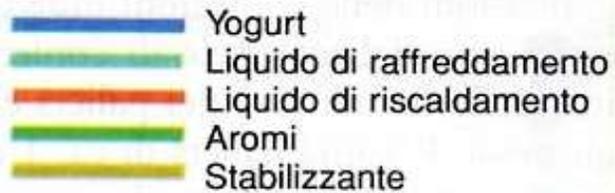
# YOGURT OMOGENEO



- 7.. 42-43°C per 4-6 h con 2-3% inoculo
7. a pH 4.6 agitazione 30 giri al minuto+ raffreddamento (usando H<sub>2</sub>O 2°C)
8. 15-22°C
9. attraversano lisciatori
10. aggiunta frutta
12. confezionamento

6. Serbatoi starter
7. Serbatoi di incubazione
8. Raffreddatore a piastre
9. Serbatoi polmone
10. Serbatoio frutta - zuccheri - aromi
11. Miscelazione
12. Confezionamento in vasetti

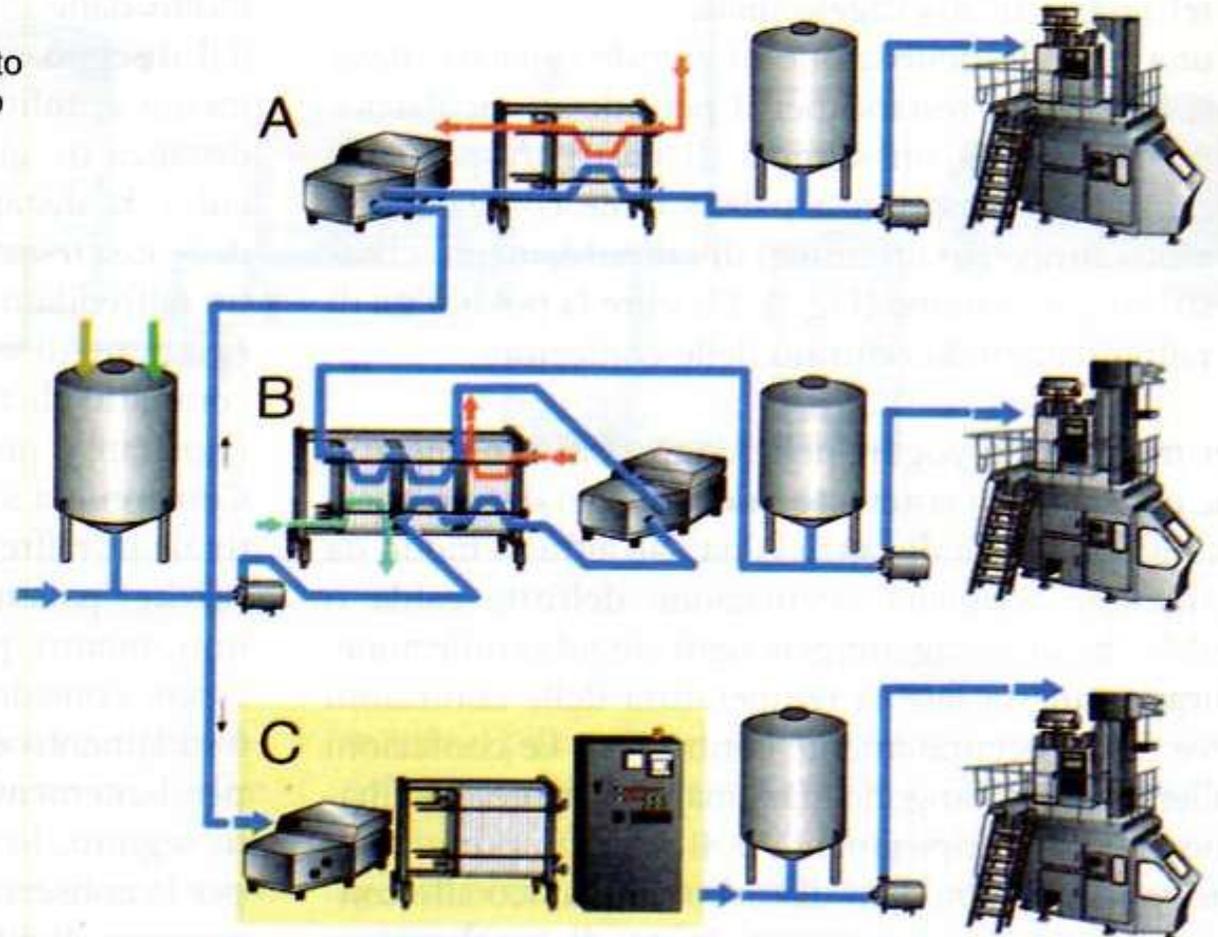
# YOGURT DA BERE



**A** = yogurt omogeneizzato, raffreddato, confezionato asepticamente (*shelf life* refrigerato = 2-3 settimane)

**B** = prodotto omogeneizzato, ripastorizzato, confezionato asepticamente (*shelf life* refrigerato = 1-2 mesi)

**C** = prodotto omogeneizzato, trattato UHT, confezionato asepticamente (*shelf life* molti mesi a temp.ra ambiente)



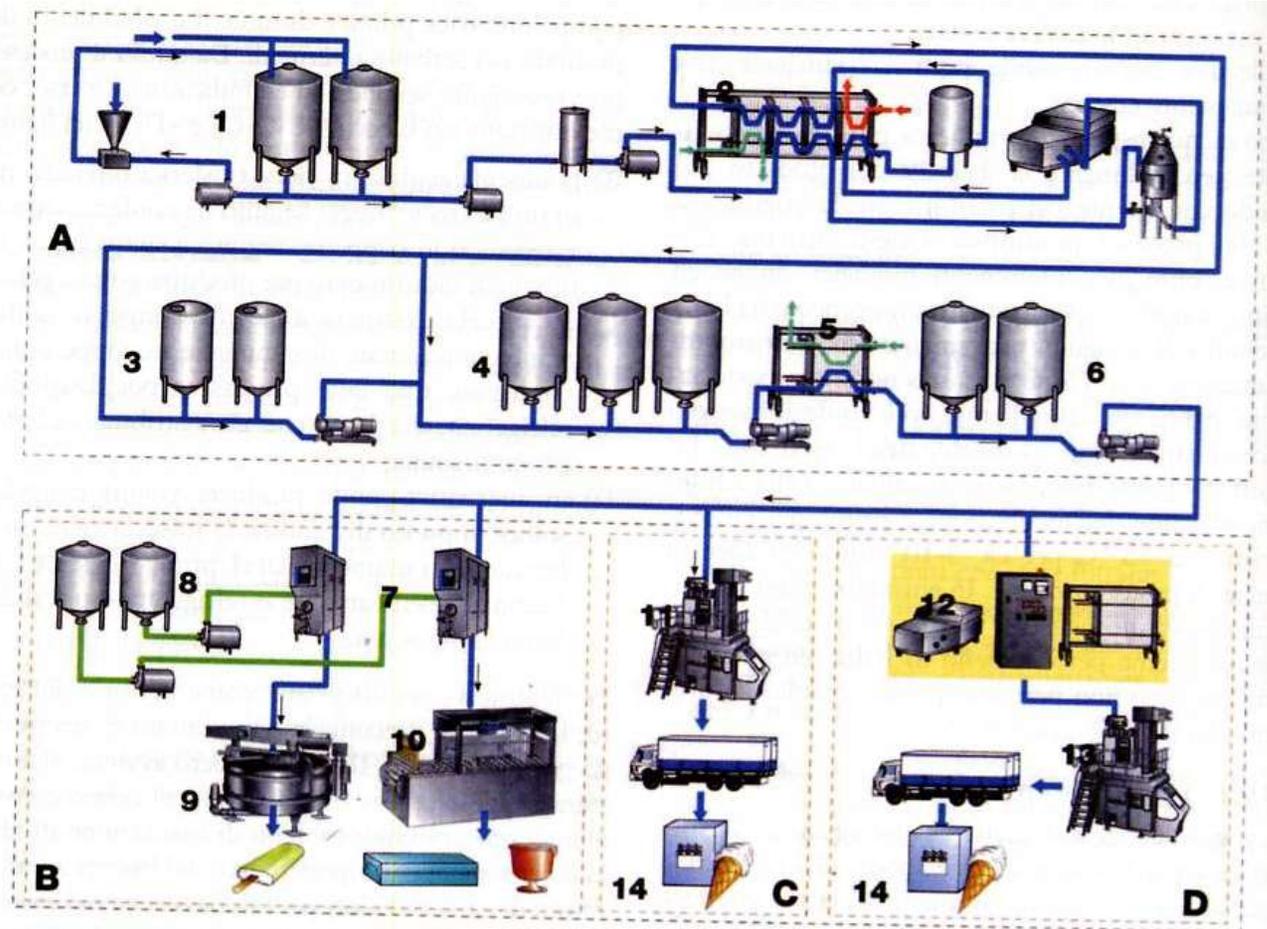
# YOGURT GELATO

Omogeneizzazione  
 Pastorizzazione 90°C per 5'  
 Raffreddamento 45°C  
 Inoculo 4-6% per 7-8 h  
 Raffreddamento  
 Aggiunta aromi

B . Ice-cream freezer (-8°C)  
 Confezionatrice  
 Tunnel di indurimento  
 2-3 mesi shelf-life

C. Confezionamento in coppe e  
 consegnata refrigerata  
 2 settimane shelf-life

D. Sterilizzata e  
 confezionamento asettico e  
 consegnata refrigerata

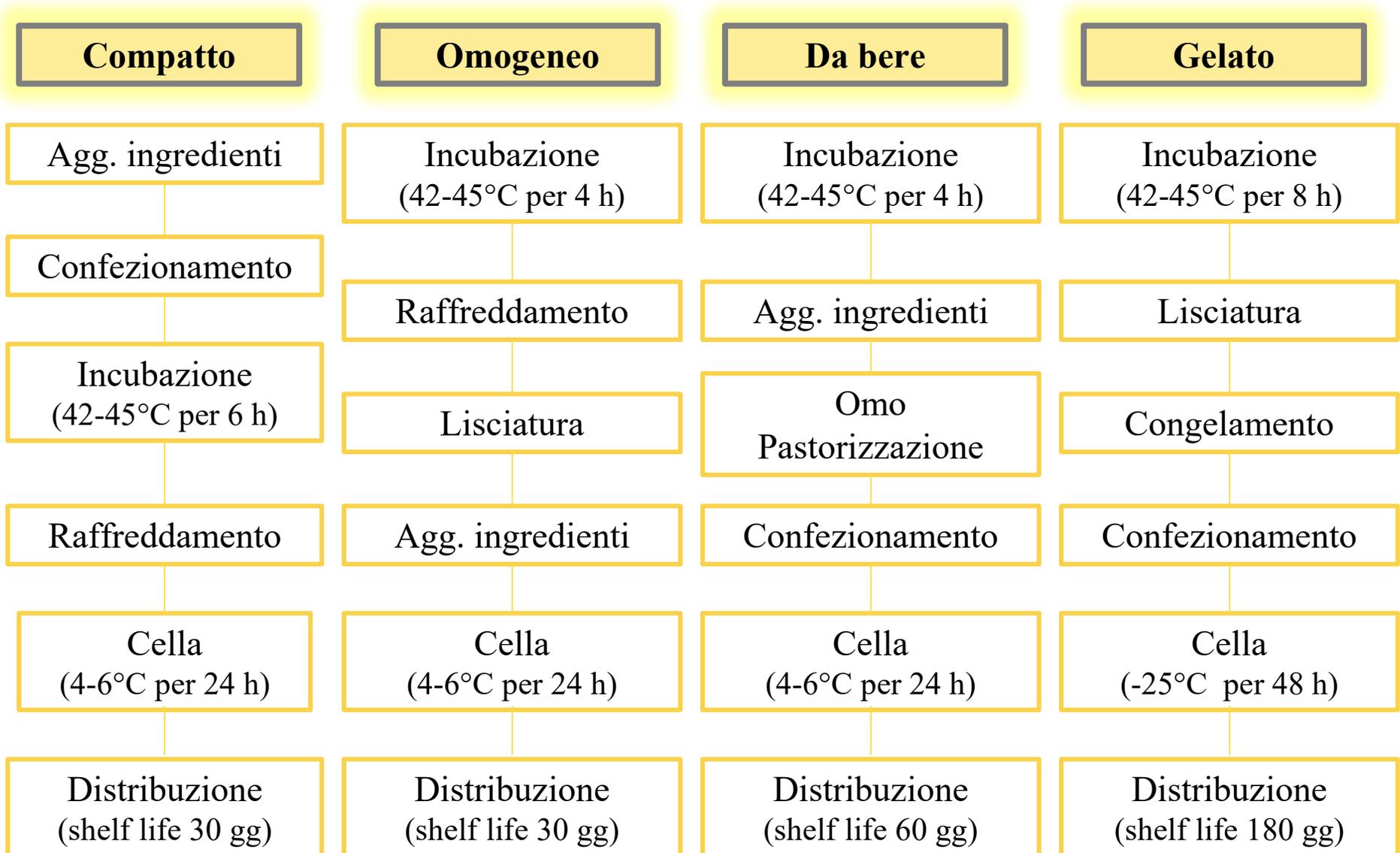


— Prodotto  
 — Mezzi di raffreddamento  
 — Mezzi di riscaldamento  
 — Aromi

A - Produzione di yogurt  
 B - Yogurt gelato  
 C - Yogurt congelato soffice  
 D - Yogurt congelato duro

1. Serbatoi miscelazione  
 2. Pastorizzatore  
 3. Serbatoio starter  
 4. Serbatoi di incubazione  
 5. Raffreddatore  
 6. Serbatoi polmone  
 7. Ice cream freezer

8. Serbatoio sapori  
 9. Freezer per gelati a stecca  
 10. Confezionatrice coppe/coni  
 11. Confezionatrice  
 12. Trattamento UHT  
 13. Confezionatrice asettica  
 14. Soft freezer per vendita diretta



Il DL 175 del 8/10/2011 vieta l'utilizzo di latte in polvere per produrre lo yogurt → non viene citato lo yogurt ma esclude questo prodotto dall'elenco degli alimenti in cui è possibile utilizzare latte in polvere o concentrato

## Separazione della panna

*Affioramento spontaneo in bacinelle* (8-12 ore; 12-15 °C) ➔ Grasso 23%

Legge di Stokes

$$V(\text{cm/s}) = [D^2 * (d_g - d_l) * g] / 18\eta$$

dove

D = diametro del globulo

d<sub>l</sub> = densità latte

d<sub>g</sub> = densità grasso

g = forza di gravità

η = viscosità latte

Es.

$$D = 3 * 10^{-6} \text{ m}$$

$$d_g = 980 \quad d_l = 1028 \quad d_l - d_g = 48 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = 1.42 * 10^{-3} \text{ kg/m s}$$

$$V = 0.597 \text{ mm/h}$$

Velocità affioramento reale ca. 1.5 cm/h ➔ agglutinine (distrutte dalla pastorizzazione)

## Effetto dell'affioramento del latte per una sosta di 8 ore a 10-12 °C (germi/mL)

Periodo di produzione	Latte intero al conferimento	Latte al trasferimento in caldaia	Crema separata
Inverno	180,000	42,000	1,700,000
Estate	480,000	96,000	9,000,000

## Effetto della sosta del latte (germi/mL)

Contaminazione iniziale	4.5 °C		10 °C		16 °C	
	24 ore	48 ore	24 ore	48 ore	24 ore	48 ore
4,300	4,100	4,500	14,000	128,000	1,600,000	33,000,000
40,000	88,000	127,000	180,000	830,000	4,500,000	100,000,000
140,000	280,000	540,000	1,200,000	14,000,000	25,000,000	600,000,000

## Centrifugazione ➔ Grasso 35-70 %

$$V(\text{cm/s}) = \frac{D^2 * (d_g - d_l) * a}{18\eta}$$

dove

D = diametro del globulo (cm)    d<sub>l</sub> = densità latte

η = viscosità latte (poise)

d<sub>g</sub> = densità grasso

a = accelerazione angolare (r \* ω<sup>2</sup>)

r = distanza dall'asse di rotazione

ω = velocità angolare radiale

Es.

$$D = 3 * 10^{-6} \text{ m}$$

$$d_g = 980 \quad d_l = 1028 \quad d_l - d_g = 48 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = 1.42 * 10^{-3} \text{ kg/m s}$$

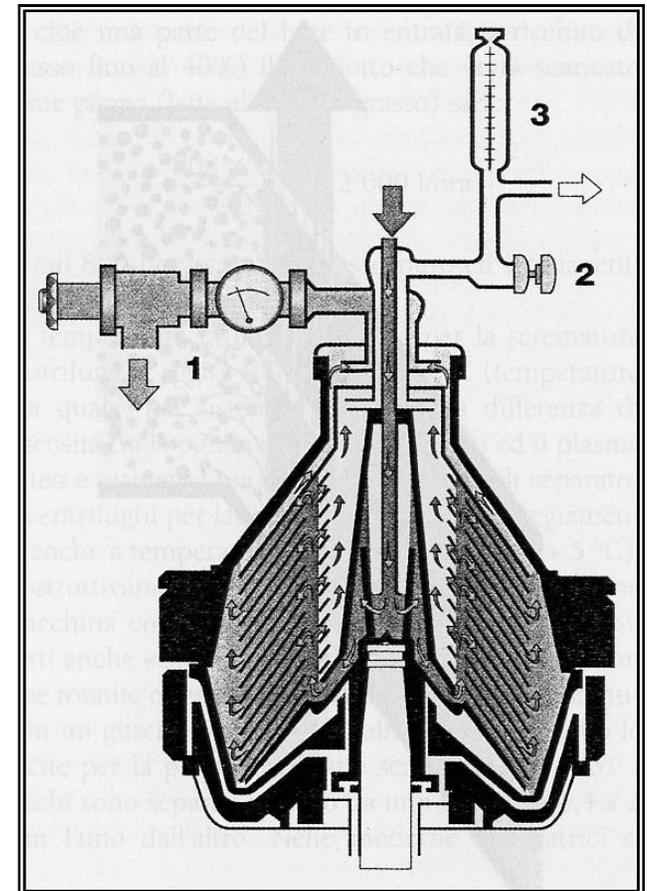
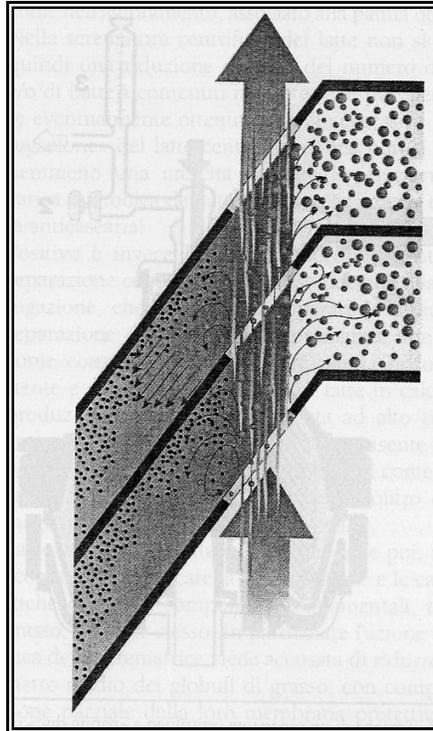
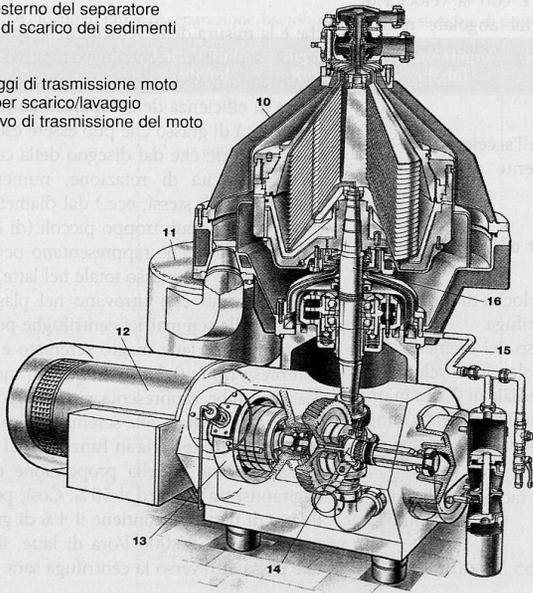
$$r = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{velocità rotazione} = 5400 \text{ giri/min} \rightarrow \omega = (\pi * 5400 / 30) = 565.5 \text{ rad/sec}$$

$$V = 389.6 \text{ cm/h}$$

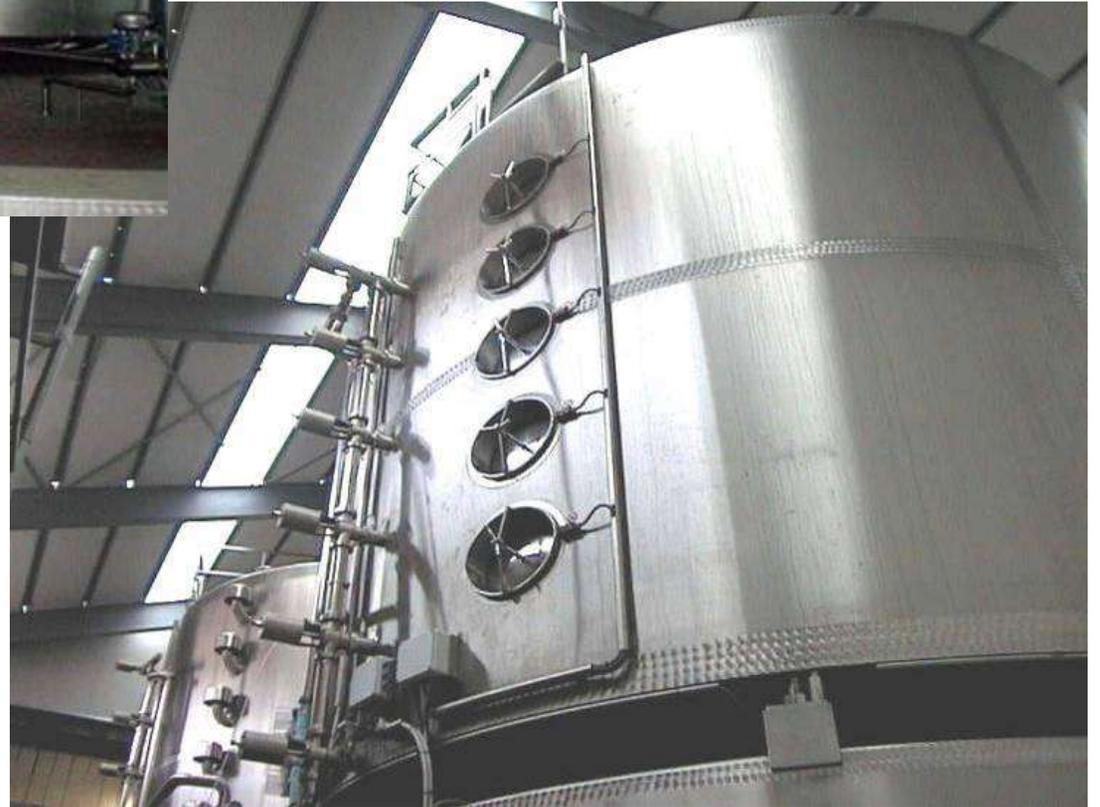
(g/100 g)	Panna da centrifuga	Panna da affioramento	Panna da siero
Grasso	35-40	20-24	44-48
Acqua	58-63	69-73	48-52
Proteine totali	2-2.3	2.5-2.7	0.3-0.5
Ceneri	0.4-0.5	0.5-0.6	0.2-0.3
Lattosio	3.2-3.5	3.5-3.8	2.3-2.7

- 10. Corpo esterno del separatore
- 11. Ciclone di scarico dei sedimenti
- 12. Motore
- 13. Freno
- 14. Ingranaggi di trasmissione moto
- 15. Acqua per scarico/lavaggio
- 16. Asse cavo di trasmissione del moto











## Panne in commercio

- ☺ Panna da caffetteria (basso tenore in grasso, ma mai inferiore al 12%; UHT)
- ☺ Panna da cucina (grasso 15-20%; UHT)
- ☺ Panna da montare (grasso circa 35%; pastorizzata)
- ☺ Panna montata (in bombolette spray; addizionata di varie sostanze in quanto prodotto dolciario e non derivato del latte)

Panna UHT (000 T)	2011	2012	2013	2014	2015
Produzione	55.11	54.14	55.46	57.90	59.00
Import	18.50	17.16	15.84	14.50	14.60
Export	7.86	7.60	7.00	7.80	8.3
Saldo commerciale	-10.64	-9.56	-8.84	-6.70	-6.30
Mercato interno	65.75	63.70	64.30	64.60	65.30
Export/produzione (%)	14.3	14.0	12.6	13.5	14.1
Import/mercato (%)	28.1	26.9	24.6	22.4	22.4

Panna pastorizzata (000 T)	2011	2012	2013	2014	2015
Produzione/consumo	57.80	58.00	58.15	58.60	59.20

### PANNA DA MONTARE

Separazione panna a 62-65°C

Trattenuta a 62°C per 30 minuti

(degradazione lipasi)

Omogeneizzazione (basse pressioni per non danneggiare i globuli)

Pastorizzazione a 85-90°C per tempo variabile da 0 a 10 secondi

Raffreddamento a 6-8°C

### PANNA DA CUCINA

Omogeneizzazione

Trattamento termico a 95°C per 20'

135°C per 2-4'

Raffreddamento a 5°C

Addizionate di emulsionanti

Addizione di bicarbonato di sodio (0,02%) per evitare l'agglutinazione

## Il burro

Prodotto ottenuto con operazioni meccaniche dalla panna ricavata dal latte di vacca, dal siero del latte di vacca o dalla miscela di tali prodotti

Reg. 2991/94

- Burro (grasso >80% ma <90%; acqua < 16%; estratto secco non grasso <2%)
- Burro tre quarti (grasso >60% ma <62)
- Burro metà (grasso >39% ma <41%)
- Grasso lattiero da spalmare al ...% (<39% - 41% →60% - 62%→80%)
  
- A ridotto tenore di grassi o alleggerito → grasso >41% ma <62%
- A basso tenore di grassi o light o leggero → grasso <41%
  
- La dicitura «tradizionale» può essere utilizzata congiuntamente alla denominazione «burro» quando il prodotto è ottenuto direttamente dal latte o dalla crema di latte o panna. Ai sensi del presente articolo il termine «crema di latte o panna» designa il prodotto ottenuto dal latte, sotto forma di un'emulsione di grassi in acqua con un tenore minimo, in peso, di grassi lattieri del 10 %.

## DPR 54/97

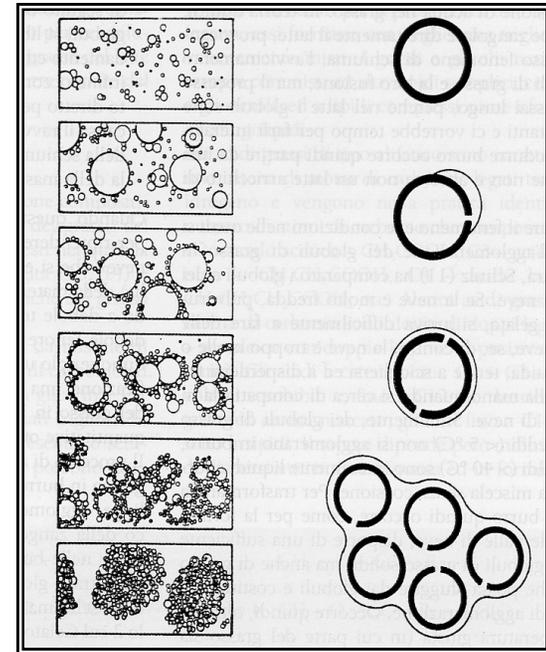
- Latte conforme → Burro
- Latte in deroga → Panna raffreddata e pastorizzata entro 76 ore → Burro
- Latte in deroga → Zangolato di panne fresche per la burrificazione → Tenore in grasso > 82%, conservazione a +4 °C, pastorizzazione entro 7 gg dalla produzione

(*1000 t)	2018	2019	2020		2018		2019	
Produzione	57.86	58.44	59.59		*000 t	€/kg	*000 t	€/kg
Import	5.71	4.78	4.81	<b>Import</b>				
Export	1.41	1.97	2.5	Confezionato	5.71	5.377	4.78	4.540
Mercato interno	62.15	61.25	61.90	Sfuso	24.43	5.158	27.59	4.212
Export/Produzione (%)	2.4	3.4	4.2	<b>Export</b>				
Import/Mercato (%)	9.2	7.8	7.8	Confezionato	1.41	6.170	1.97	5.330
				Sfuso	7.98	6.115	8.29	6.031

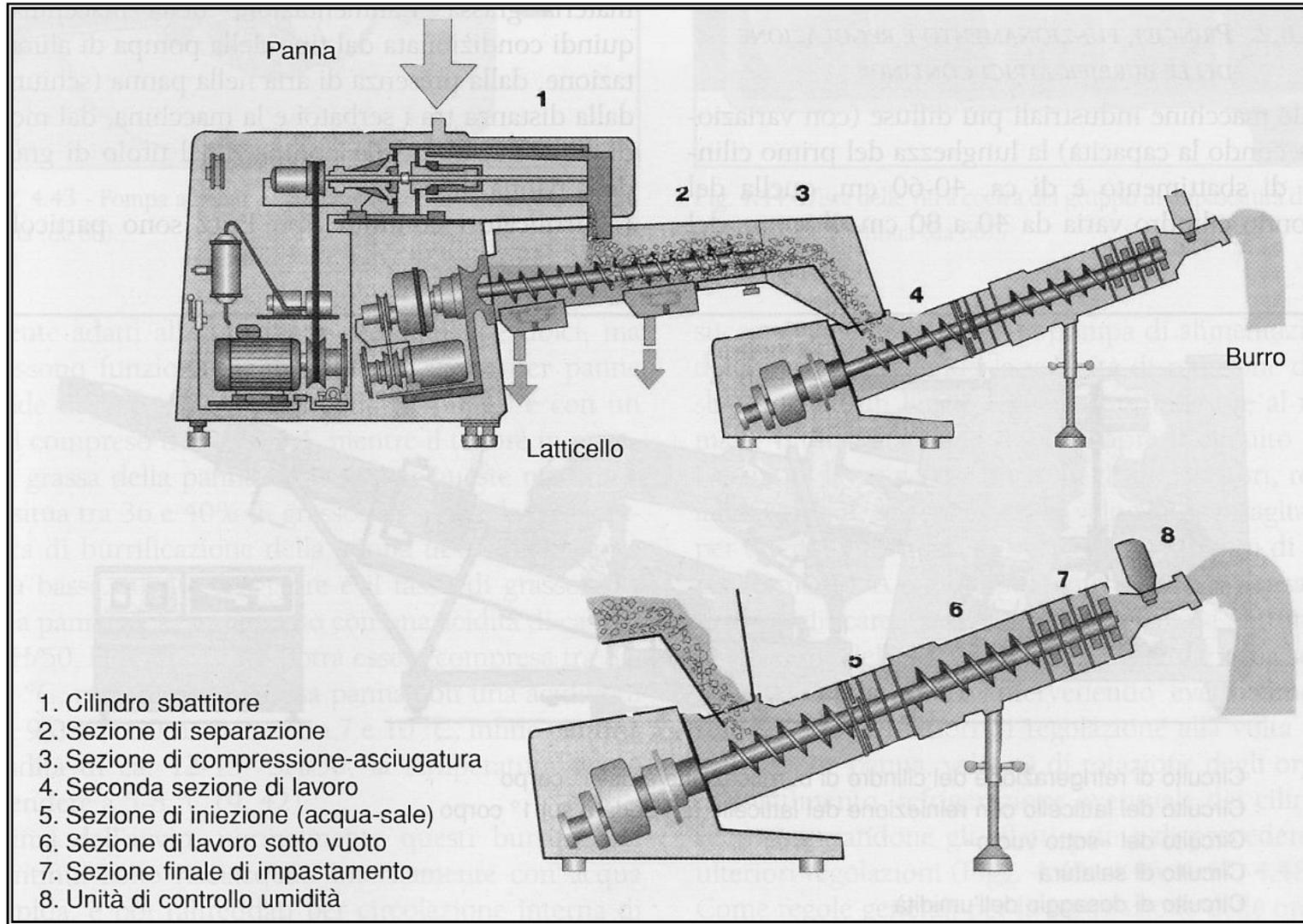
## La burrificazione

- ✓ Latte - Siero
- ✓ Separazione della panna (**panna=cream=crème≠crema**)
- ✓ Pastorizzazione della panna (82-90 °C per 20-30 min)
- ✓ Inoculo batteri selezionati
- ✓ Maturazione della panna (16-21 °C per 12-15 ore sino a pH 4.7-5.1 pari a 18-20 °SH)

- ✓ Zangolatura (6-15 °C per 40-45 min)  
(Teoria della schiuma)
- ✓ Lavaggio
- ✓ Impastamento (con eventuale salatura max 2%)
- ✓ Formatura
- ✓ Confezionamento



## La burrificazione continua



## Altri processi di burrificazione

- **Processo NIZO** (la panna non subisce la maturazione biologica e si uniscono al burro in fase di impastamento le colture batteriche)
- **Processo Alfa** (la panna viene concentrata sino all'82% in grasso poi raffreddata a 5 °C ed agitata)
- **Processo Golden Flow** (la panna pastorizzata vien raffreddata a 70 °C, concentrata all'80-90% in grasso, degasata e raffreddata in atmosfera inerte)

## Burri speciali

- ✚ Burro a ridotto contenuto in grasso (si unisce alla panna in burrificazione una miscela di caseine ed emulsionanti)
  
- ✚ Burro concentrato anidro (AMF → Anidrous Milk Fat o burro anidro o Butteroil o Ghee indiano) : prodotto con il 99.8% in grasso (Reg. 2571/97) e denaturato con vanilina come tracciante → il burro viene fuso, deodorato, diluito con acqua, separato in centrifughe speciali, degasato sotto vuoto e fatto solidificare in contenitori. Il prodotto quando fonde è trasparente (da cui “olio di burro”). Può subire un frazionamento dei grassi per aumentarne il punto di fusione ed essere utilizzato nell’industria dolciaria)
  
- ✚ Burro a ridotto contenuto in colesterolo
  - Processi fisici
    - ✗ Distillazione frazionata sotto vuoto
    - ✗ Distillazione molecolare
    - ✗ Estrazione con fluidi supercritici
  - Processi chimici (si complessa il colesterolo con ciclodestrine o saponine e lo si separa per distillazione)
  - Processi biologici (solo in fase sperimentale; si utilizzano microrganismi quali Eubacteria, Nocardia, Rhodococcus ecc. che metabolizzano il colesterolo ma lo convertono in sostanze tossiche)

## Il formaggio

(RD 2033/25) Il formaggio è il prodotto che si ottiene dalla coagulazione acida o presamica del latte intero o parzialmente o totalmente scremato o dalla crema, anche facendo uso di fermenti o di sale da cucina.

Il nome di 'formaggio' senza altre aggiunte è riservato ai derivati del latte vaccino, mentre per gli altri latti il termine 'formaggio' deve essere accompagnato dalla specie da cui proviene il latte



(CODEX) Il formaggio è il prodotto stagionato o non stagionato, di consistenza molle o semidura, dura o extra-dura che può essere incartato e nel quale il rapporto proteine del siero/caseina non supera quello del latte e che è ottenuto:

- a) per coagulazione completa o parziale delle seguenti materie prime: latte e/o prodotti provenienti dal latte, grazie all'azione del caglio o di altri agenti coagulanti appropriati e per dissierazione parziale del lattosiero risultante da questa coagulazione e/o
- b) per l'impiego di tecniche di fabbricazione comportanti la coagulazione del latte e/o di prodotti provenienti dal latte in modo da ottenere un prodotto finito avente le caratteristiche simili a quelle di un prodotto definito in a).

Dir CE 92/46 – 92/47 (DPR 54/97) : art. 2 “... per **prodotti lattiero-caseari** si intendono i prodotti derivati esclusivamente dal latte, con l’aggiunta eventuale delle sostanze necessarie alla loro fabbricazione, purchè non utilizzate per sostituire totalmente o parzialmente uno qualsiasi dei costituenti del latte ...”

Reg. CE 853/04 : “... **prodotti lattiero-caseari** – prodotti risultanti dalla trasformazione di latte crudo o dall’ulteriore trasformazione di detti prodotti trasformati”

Reg. CE 1234/2007

- art. 114/Allegato XII “Ai sensi del presente allegato si intendono per «**prodotti lattiero-caseari**» i prodotti derivati esclusivamente dal latte, fermo restando che possono essere aggiunte sostanze necessarie per la loro fabbricazione, purché esse non siano utilizzate per sostituire totalmente o parzialmente uno qualsiasi dei componenti del latte”

- articolo 119 - Impiego di caseina e caseinati nella fabbricazione di formaggi – “L’impiego di caseina e caseinati nella fabbricazione di formaggi è subordinato a preventiva autorizzazione che viene rilasciata soltanto se tale impiego è condizione necessaria per la fabbricazione dei prodotti”

- art. 121 - Adozione di norme, modalità di applicazione e deroghe – “La Commissione stabilisce le modalità di applicazione del presente capo, che possono riguardare in particolare:

...i) con riguardo all’impiego di caseina e caseinati di cui all’articolo 119: i) le condizioni per il rilascio delle autorizzazioni da parte degli Stati membri, nonché le percentuali massime di incorporazione in base a criteri oggettivi fissati tenendo conto delle esigenze tecnologiche; ii) gli obblighi che le imprese autorizzate ai sensi del punto i) devono rispettare”

Reg. CE 72/2009

- art. 102 bis : “...l’articolo 119 è sostituito dal seguente: «Articolo 119 - Impiego di caseina e caseinati nella fabbricazione di formaggi - **In caso di erogazione dell’aiuto di cui all’articolo 100**, la Commissione può subordinare l’impiego di caseina e caseinati nella fabbricazione di formaggi a preventiva autorizzazione, che viene rilasciata soltanto se tale impiego è condizione necessaria per la fabbricazione dei prodotti in questione.»

Reg. CE 760/2008

- art. 1 - “Le autorizzazioni di cui all’articolo 119 del regolamento (CE) n. 1234/2007 sono concesse per un periodo di 12 mesi, su richiesta delle imprese interessate, previo impegno scritto delle stesse ad accettare e rispettare le disposizioni dell’articolo 3 del presente regolamento”
- art. 2 – “1. La percentuale massima di cui all'articolo 121, lettera i), punto i), del regolamento (CE) n. 1234/2007, da incorporare nei prodotti del codice NC 0406 (formaggi e latticini) è del 10 %. Detta percentuale si applica al peso del formaggio prodotto dall’impresa o dall’unità di produzione durante un periodo di sei mesi.  
- I formaggi con aggiunta di caseina o caseinati non superano il rapporto proteine del siero di latte/proteine della caseina e rispettano la legislazione nazionale del paese di fabbricazione sull’impiego della caseina e dei caseinati.
- 2. In deroga al paragrafo 1, fino al 31 dicembre 2008 la percentuale massima di cui al primo comma del presente paragrafo è del 5 % per i seguenti prodotti:
  - a) formaggio fuso del codice NC 0406 30;
  - b) formaggio fuso grattugiato del codice NC ex 0406 20, fabbricato con processo continuo, senza aggiunta di formaggio fuso fabbricato precedentemente;
  - c) formaggio fuso in polvere del codice NC ex 0406 20, fabbricato con processo continuo, senza aggiunta di formaggio fuso fabbricato precedentemente.

Reg. CE 548/2009

Considerato

- In seguito alla modifica dell'articolo 119 del regolamento (CE) n. 1234/2007 operata dal regolamento (CE) n. 72/2009, la preventiva autorizzazione all'impiego di caseina e caseinati nella fabbricazione di formaggi **non è più necessaria** a meno che l'aiuto venga erogato ai sensi dell'articolo 100 del regolamento (CE) n. 1234/2007 e la Commissione decida che l'impiego di caseina e caseinati nella fabbricazione di formaggi debba essere subordinato a detta autorizzazione.

-Il regolamento (CE) n. 760/2008 della Commissione (3) ha stabilito le norme relative alle autorizzazioni preventive all'impiego di caseina e caseinati che dovevano essere concesse in virtù dell'articolo 119 prima che esso venisse modificato dal regolamento (CE) n. 72/2009. **Tenuto conto dell'attuale situazione nella quale l'importo dell'aiuto è fissato a zero e del fatto che l'autorizzazione preventiva non è più obbligatoria**, occorre modificare l'ambito di applicazione del regolamento (CE) n. 760/2008 in modo da definire le condizioni alle quali dette norme vanno applicate.

....

- Articolo 1

All'articolo 1 del regolamento (CE) n. 760/2008, il paragrafo 1 è sostituito dal seguente:

«1. Il presente regolamento stabilisce le norme che disciplinano il rilascio di autorizzazioni all'impiego di caseina e caseinati nella fabbricazione di formaggi allorché:

- a) viene fissato un aiuto a norma dell'articolo 100 del regolamento (CE) n. 1234/2007; e
- b) tale impiego è considerato necessario alla fabbricazione di formaggi come prevede l'articolo 119 di detto regolamento.

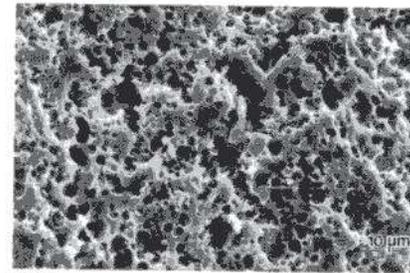
Tali autorizzazioni sono concesse per un periodo di 12 mesi, su richiesta delle imprese interessate, previo impegno scritto delle stesse ad accettare e rispettare le disposizioni dell'articolo 3 del presente regolamento.»

## Il formaggio

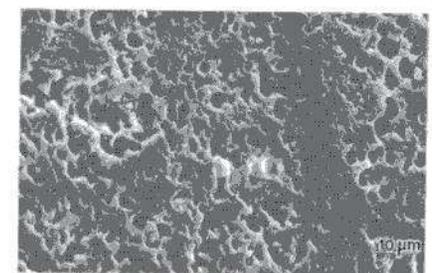
(L 142/92) ‘...non è prescritto un contenuto minimo di materia grassa per i formaggi diversi da quelli a Denominazione di Origine e a Denominazione Tipica di cui alla legge 1.4.1954 n. 125 che restano regolati dalle disposizioni emanate ai sensi di tale legge .... L’etichettatura dei formaggi per i quali non è previsto un contenuto minimo di materia grassa, qualora detto contenuto riferito alla sostanza secca, sia inferiore al 20% o compreso tra il 20 ed 35% deve indicare una informazione per il consumatore circa la quantità di materia grassa e la conseguente qualità **magra** o **leggera** dei formaggi

## Ruolo sulla caseificazione

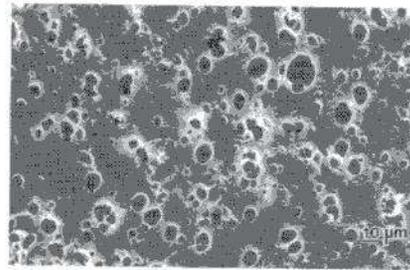
- dei costituenti principali del latte
  - ✓ acqua → struttura, maturazione, resa
  - ✓ sostanza grassa → struttura, maturazione, resa
  - ✓ proteine (caseine, sieroproteine)
  - ✓ lattosio → acidità, imbrunimenti in cottura
  - ✓ minerali → coagulazione
- del potere tampone ← caseine, sieroproteine, minerali
- della refrigerazione → batteri, solubilizzazione caseine
- della pastorizzazione → batteri, denaturazione, tempi lunghi di coagulazione



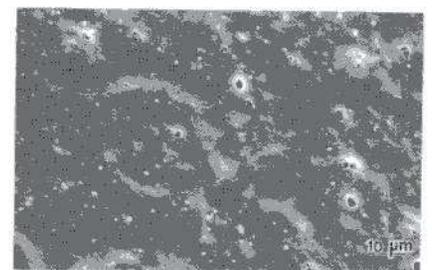
32 % gras



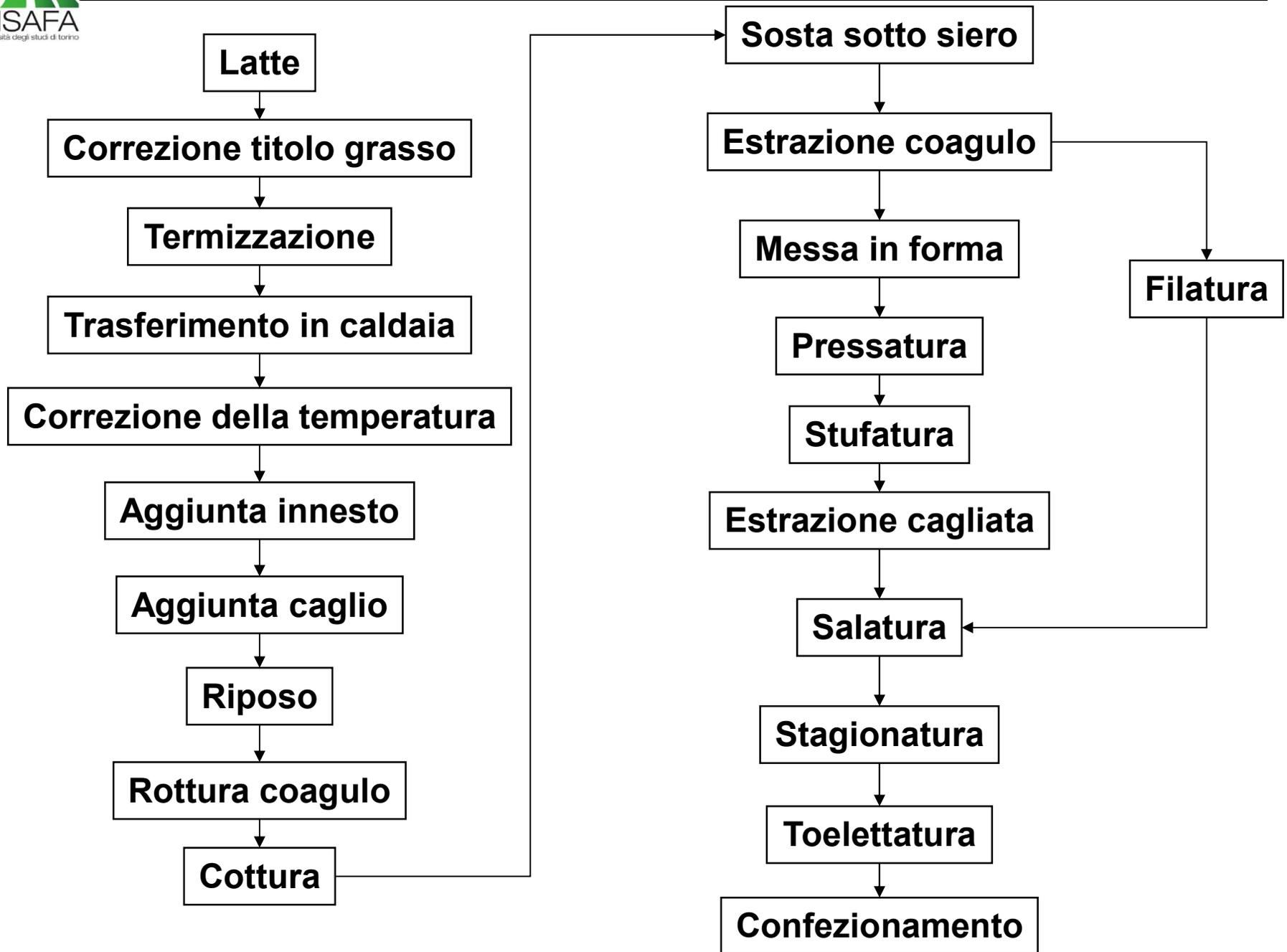
20 % gras

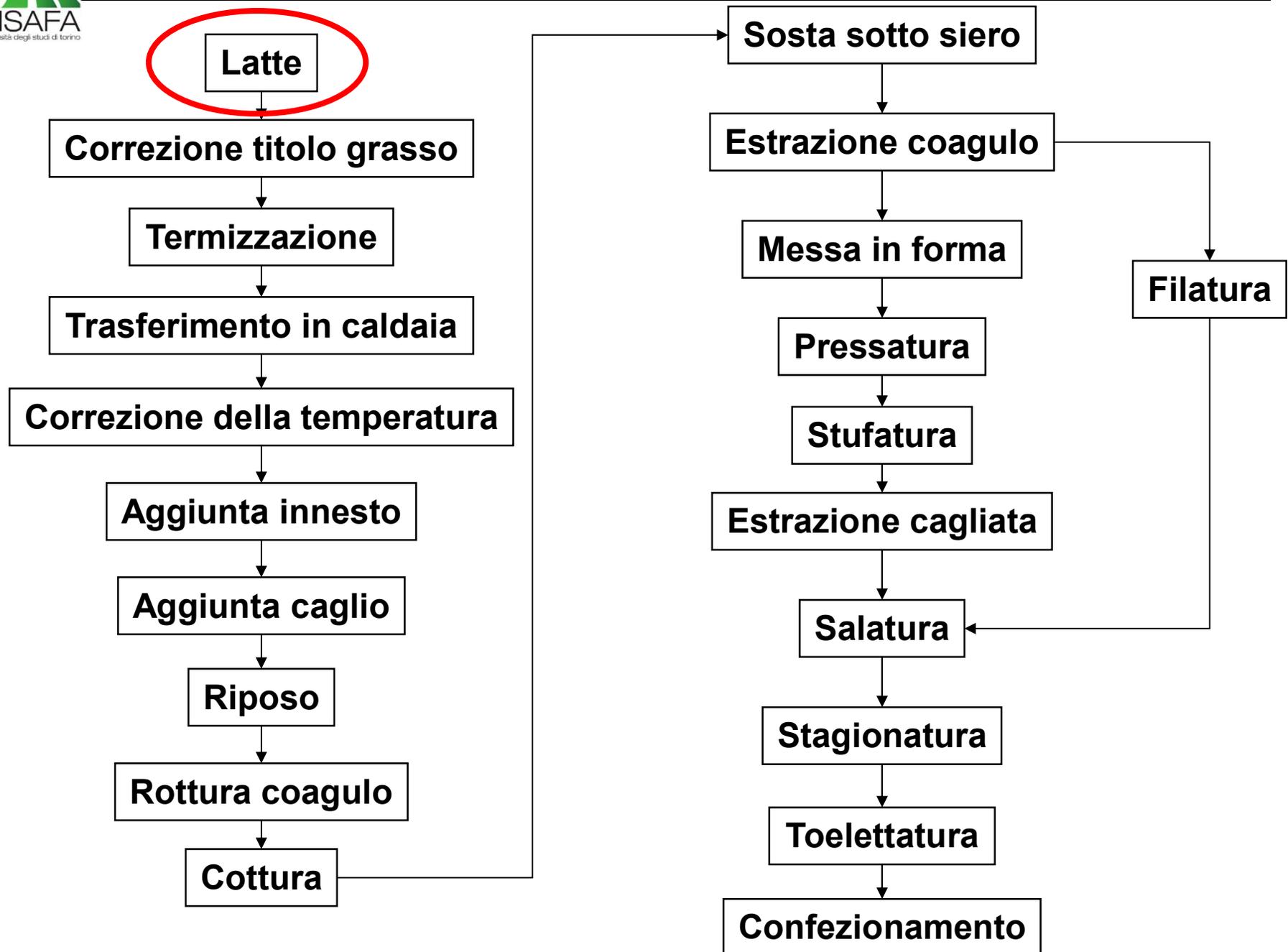


8 % gras



4 % gras





## REFRIGERAZIONE

- ✓ NON migliora la qualità del latte
- ✓ rapida → +4°C in 2-3 ore max
- ✓ diminuzione della carica microbica
  - \* psicrofili

*Pseudomonas Flavobacterium Enterobacter*

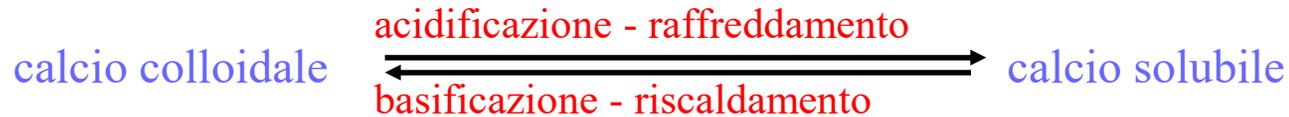
Eliminati con pastorizzazione → no proteasi/lipasi

Temperatura	Tempo 0	24 ore	48 ore
	Batteri per mL latte		
<b>Vacche - stalle pulite e strumenti sterili</b>			
<b>4</b>	4.295	4.138	4.566
<b>15</b>	4.295	1.587.388	33.011.111
<b>Vacche - stalle sporche e mungitura a mano</b>			
<b>4</b>	136.533	281.646	538.775
<b>15</b>	136.533	24.673.571	639.884.615

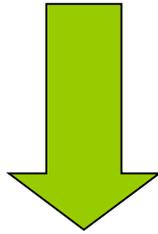
Effetto dell'affioramento del latte per una sosta di 8 ore a 10-12 °C (germi/mL)

Periodo di produzione	Latte intero al conferimento	Latte al trasferimento in caldaia	Crema separata
Inverno	180,000	42,000	1,700,000
Estate	480,000	96,000	9,000,000

- ✓ modifiche equilibrio dei sali



- ✓ solubilizzazione della caseina, soprattutto della  $\beta$ , riduzione delle dimensioni delle micelle ed aumento del grado di idratazione



PRESA COAGULO LENTA  
COAGULO MOLLE

Temperatura	Tempo	% caseina sol./caseina tot
35°C	2 ore	7,0 - 9,0
4°C	15 ore	14,0 - 23,0
25°C		5,0 - 6,1
2°C		12,5 - 16,3
20°C	40 ore	3,2 - 4,5
4°C		11,6 - 19,3

# Standardizzazione

Utilizzare latte di massa

## Standardizzazione proteica

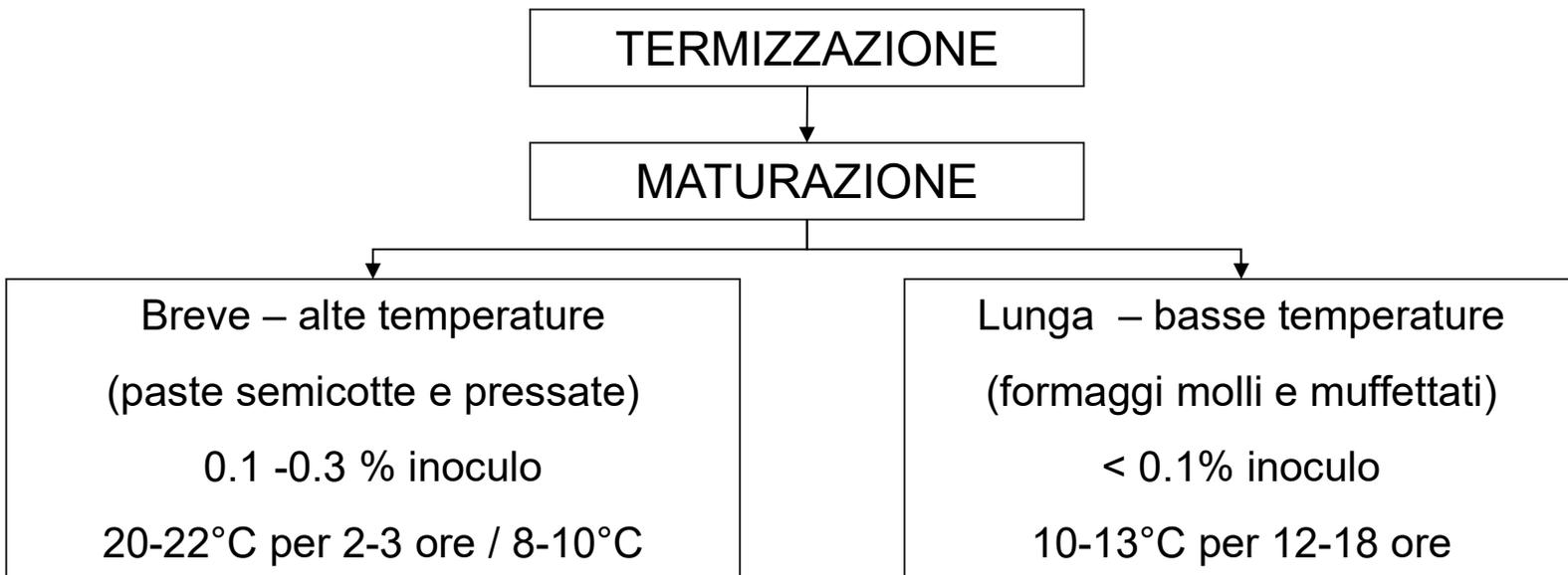
- Evaporazione o osmosi inversa
  - ✓ Aumentano tutti i componenti → aumenta il potere tampone e rallenta la proteolisi → si può avere una post-acidificazione per residui di lattosio → è simile all'aggiunta di latte in polvere
- Nanofiltrazione
  - ✓ Aumentano tutti i componenti tranne i sali solubili
- Concentrazione selettiva caseine con microfiltrazione → si eliminano le proteine solubili con microfiltri → aumento di resa (3-8%), tempo di presa minore
- Ultrafiltrazione
  - ✓ Aumentano le proteine del latte o del siero → il rapporto proteine/estratto aumenta da 0.36 a 0.65
- Aggiunta di siero-proteine (3 g/L per paste molli e 6 g/L per paste pressate)
- Aggiunta caseinati → circa 5 g/L

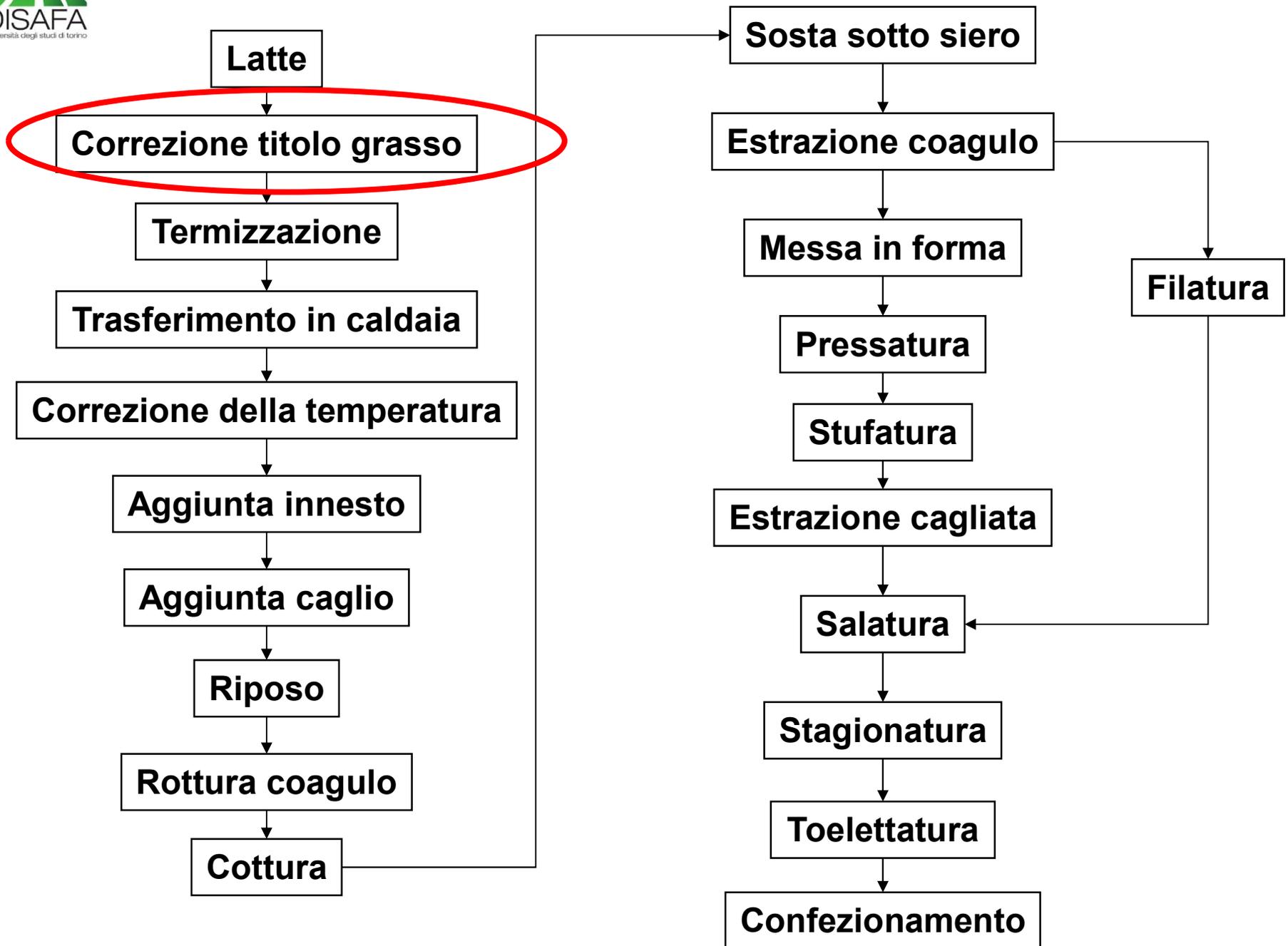
## Standardizzare sali, pH e lattosio

- ✓ Se Ca scarso → aumento tempo di presa, coagulo molle e fragile, spurgo difficile, diminuzione di resa
- ✓ Aggiunta  $\text{CaCl}_2$  → modifiche equilibrio dei sali → 50-200 mg/L
- ✓ Il pH alla pressatura influenza il tempo e l'intensità della mineralizzazione della cagliata → l'acidificazione causa una solubilizzazione del calcio colloidale ma diminuisce il tempo di presa (pH ottimale caglio 5.5) ed aumenta la velocità di raffermimento → si ottiene: mediante :
  - Aggiunta di glucono-delta-lattone (il glucosio viene ossidato ad acido gluconico che per cristallizzazione da GDL; il GDL si idrolizza ad acido gluconico)
  - Iniezione  $\text{CO}_2$
  - Aggiunta di acidi organici o minerali
  - Aggiunta di siero-proteine acide (1-7 g/L)
  - Maturazione a caldo
- ✓ Se il lattosio è troppo elevato → post-acidificazione (gessatura, acidità ed amaro) → se il lattosio è troppo scarso → bassa acidificazione → lavaggio della cagliata → ultrafiltrazione e diafiltrazione

## Prematurazione

- batteri lattici mesofili antagonizzano la crescita della microflora anticasearia
- proteolisi che produce peptidi utili allo sviluppo dello starter
- riduzione tempo di coagulazione
- aumento resa





## Separazione della panna

*Affioramento spontaneo in bacinelle* (8-12 ore; 12-15 °C) ⇨ Grasso 23%

Legge di Stokes

$$V(\text{cm/s}) = [D^2 * (d_l - d_g) * g] / 18\eta$$

dove

D = diametro del globulo

$d_l$  = densità latte

$d_g$  = densità grasso

g = forza di gravità

$\eta$  = viscosità latte

Es.

$$D = 3 * 10^{-6} \text{ m}$$

$$d_g = 980 \quad d_l = 1028 \quad d_l - d_g = 48 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = 1.42 * 10^{-3} \text{ kg/m s}$$

$$V = 0.597 \text{ mm/h}$$

Velocità affioramento reale ca. 1.5 cm/h → agglutinine (distrutte dalla pastorizzazione)









## Centrifugazione ➔ Grasso 35-70 %

$$V(\text{cm/s}) = \frac{D^2 * (dl-dg) * a}{18\eta}$$

dove

D = diametro del globulo (cm)    dl = densità latte

$\eta$  = viscosità latte (poise)

dg = densità grasso

a = accelerazione angolare ( $r * \omega^2$ )

r = distanza dall'asse di rotazione

$\omega$  = velocità angolare radiale

Es.

$$D = 3 * 10^{-6} \text{ m}$$

$$dg = 980 \quad dl = 1028 \quad dl-dg = 48 \text{ kg/m}^3$$

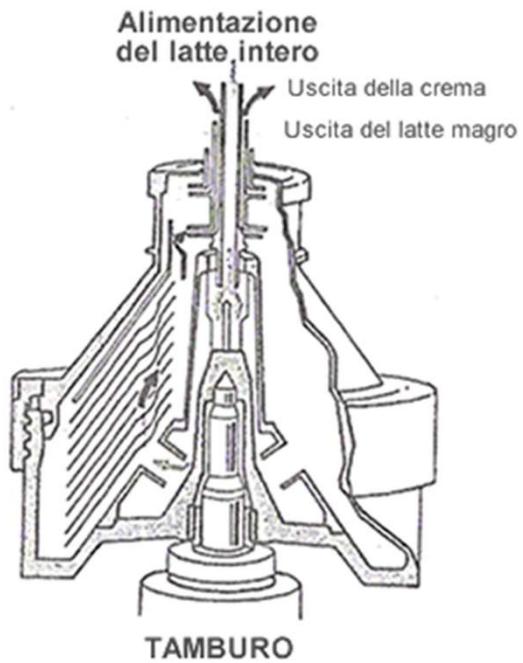
$$\eta = 1.42 * 10^{-3} \text{ kg/m s}$$

$$r = 0.2 \text{ m}$$

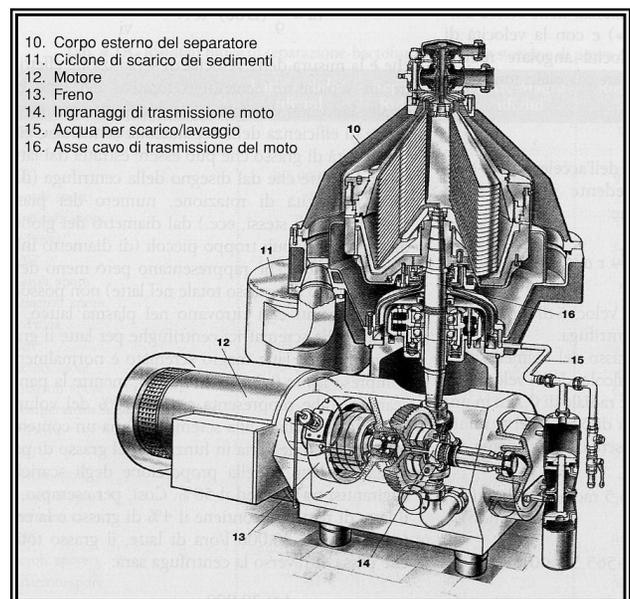
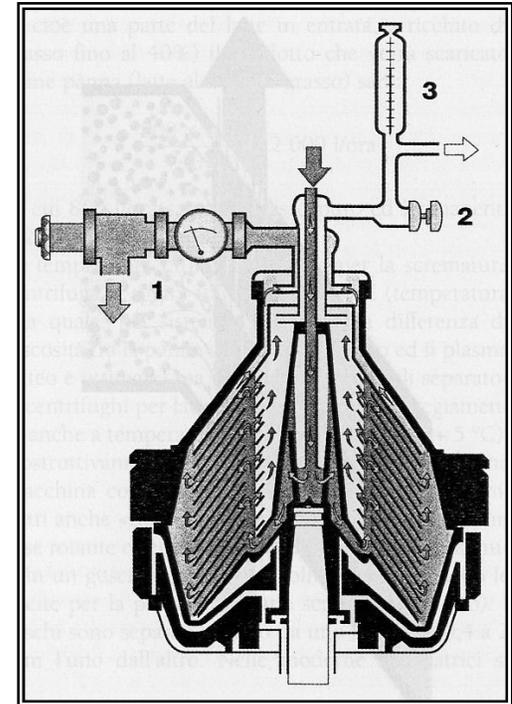
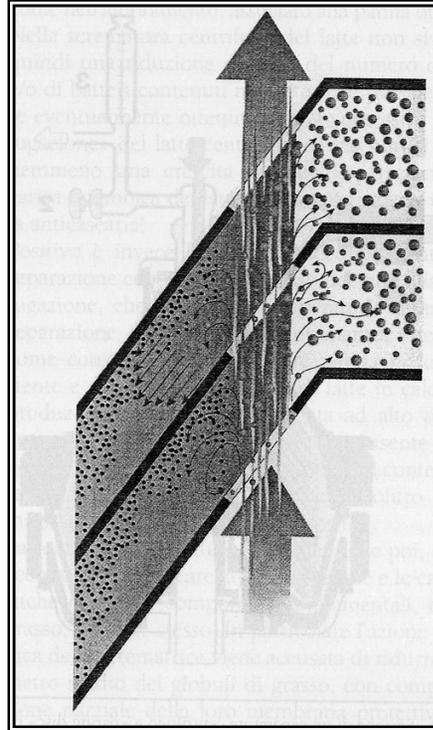
$$\text{velocità rotazione} = 5400 \text{ giri/min} \rightarrow \omega = (\pi * 5400 / 30) = 565.5 \text{ rad/sec}$$

$$V = 389.6 \text{ cm/h}$$

(g/100 g)	Panna da centrifuga	Panna da affioramento	Panna da siero
Grasso	35-40	20-24	44-48
Acqua	58-63	69-73	48-52
Proteine totali	2-2.3	2.5-2.7	0.3-0.5
Ceneri	0.4-0.5	0.5-0.6	0.2-0.3
Lattosio	3.2-3.5	3.5-3.8	2.3-2.7



Da CHIMICA DEGLI ALIMENTI *Cappelli e Vannucchi*  
Edizioni Zanichelli, vedi bibliografia generale





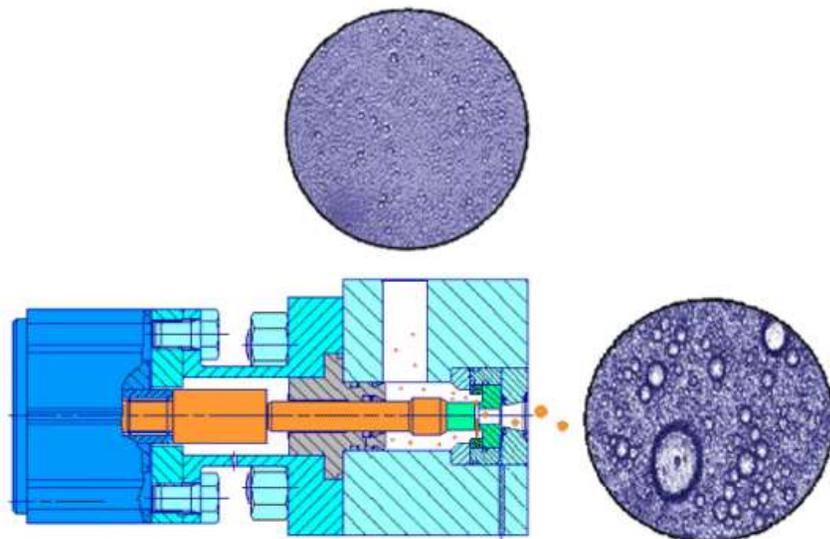
## Omogeneizzazione

Usata raramente per i formaggi

- Il coagulo è soffice e debole per l'effetto destabilizzante dei globuli in eccesso e per l'attrazione sui globuli carichi negativamente della caseina
- Nei formaggi erborinati facilita l'azione lipolitica dei funghi
- Nei formaggi alla crema porta ad una pasta più viscosa
- Nei fiocchi di latte disattiva le agglutinine ed evita la formazione di glomeruli
- Nei formaggi fusi migliora la spalmabilità

## ***Omogeneizzazione***

- Per poter miscelare stabilmente una o più sostanze in un liquido è necessario l'impiego dell'omogeneizzatore, che consente di micronizzare e disperdere le particelle in sospensione nel fluido, conferendo stabilità nonostante i successivi trattamenti e stoccaggi.
- Il prodotto giunge alla valvola omogeneizzante a bassa velocità e ad alta pressione (derivata dalla piccola luce tra testina di passaggio e testina d'urto). Nel passaggio viene assoggettato a numerose forze che causano la micronizzazione delle particelle: una violenta accelerazione con immediata decelerazione generano cavitazione con esplosione dei globuli, intensa turbolenza, unita a vibrazioni ad alta frequenza, forze di taglio d'urto derivate dal passaggio laminare tra le superfici della valvola di omogeneizzazione e conseguente impatto con l'anello d'urto



Viste al microscopio del prodotto non omogeneizzato (1) e omogeneizzato (2)

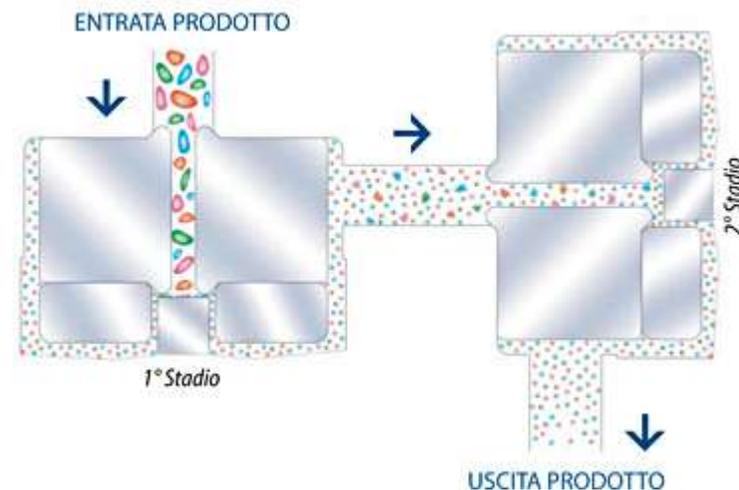
- L'omogeneizzazione può avvenire con l'impiego di una singola valvola omogeneizzante (idonea nel trattamento di dispersione), oppure di una doppia (consigliata nell'impiego di emulsioni e per il controllo della viscosità quando richiesto). Per garantire un semplice e preciso funzionamento, le valvole omogeneizzanti sono servoassistite da uno specifico gruppo oleopneumatico.

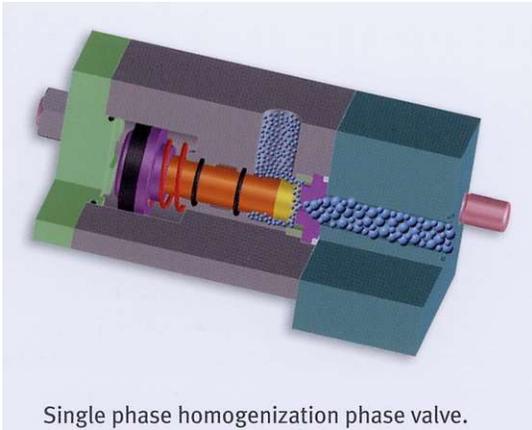


High-efficiency  
homogenizing valve  
"hpv"

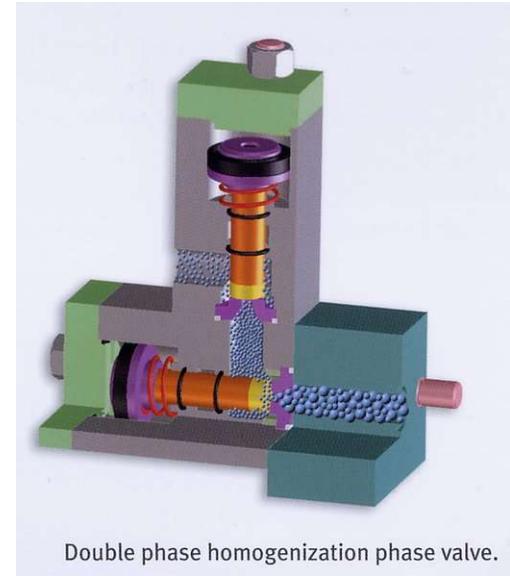


Ceramic  
homogenizing  
valve assembly

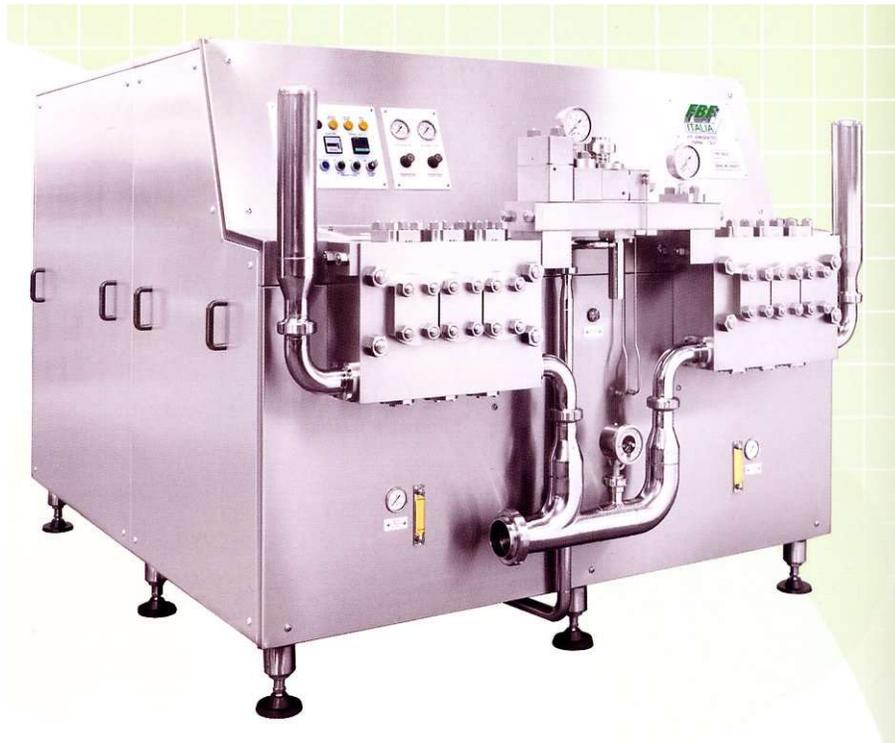


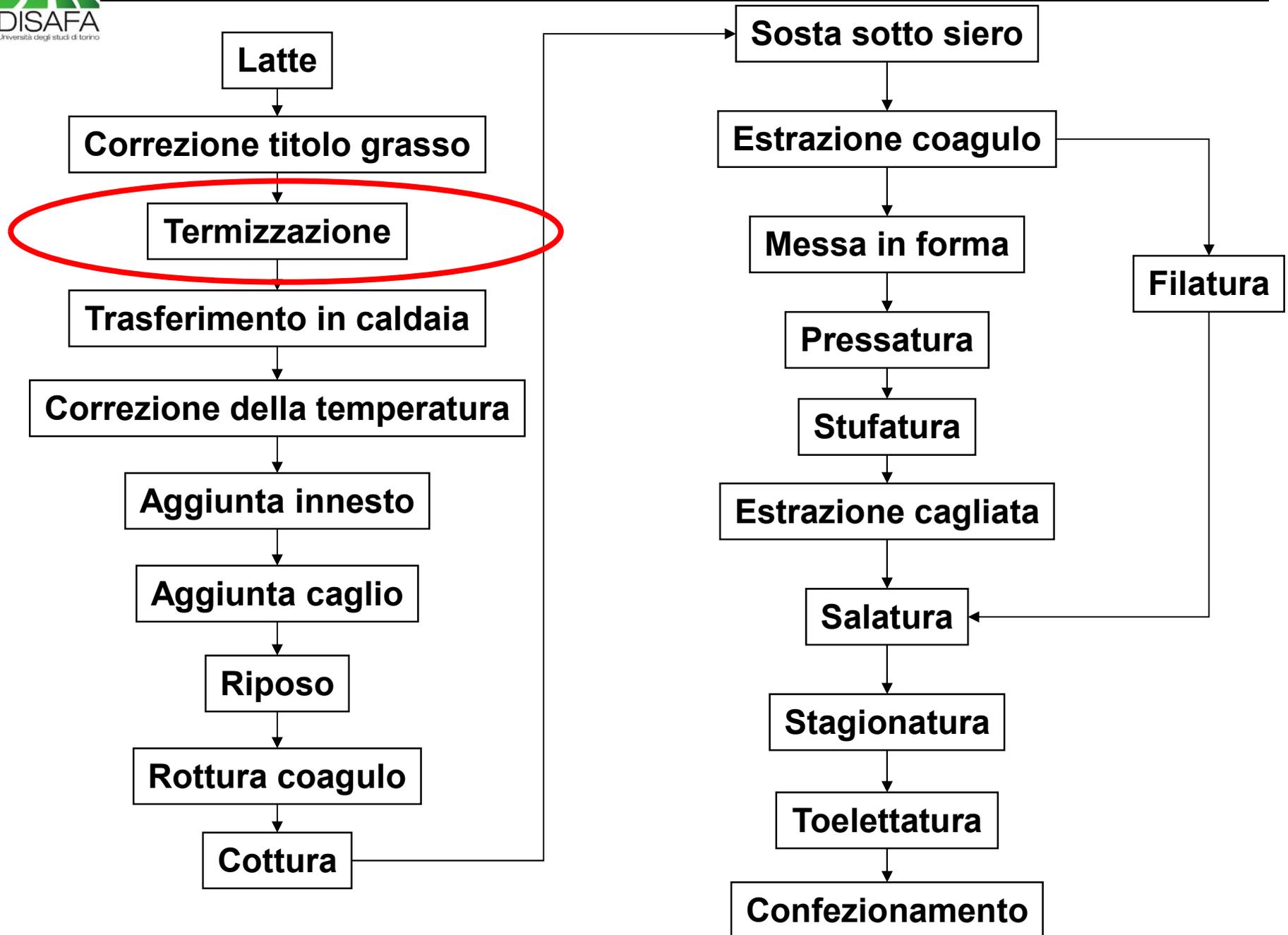


Single phase homogenization phase valve.



Double phase homogenization phase valve.





## TRATTAMENTO TERMICO

### ✓ TERMIZZAZIONE

- riscaldamento a  $T < 68^{\circ}\text{C}$  per 15" seguita da raffreddamento a  $+4^{\circ}\text{C}$
- serve a ridurre la carica sia prima dello stoccaggio sia prima della coagulazione
- ristabilisce le condizioni del latte di partenza (caseina + calcio)

### ✓ PASTORIZZAZIONE

- $T > 63^{\circ}\text{C}$  per 30' (pastorizzazione bassa LTLT)
- $T > 71.7^{\circ}\text{C}$  per 15.5 " (pastorizzazione HTST)
- $T > 85^{\circ}\text{C}$  per 1-4" (flash pasteurization)

## Pastorizzazione bassa LTLT

- **Vantaggi**

- ✓ riduzione elevata della microflora, soprattutto patogena
- ✓ lievi alterazioni compositive (solo la vit. C ne risente)

- **Svantaggi**

- ✓ riduzione non uniforme, soprattutto in superficie per formazione di schiuma
- ✓ immissione di aria per l'agitazione, con ossidazione dei grassi
- ✓ aumento del pH per perdita di CO<sub>2</sub>
- ✓ sistema discontinuo
- ✓ possibile selezione di ceppi resistenti (*Propionibacterium*)

## Pastorizzazione HTST

- si forma un complesso fra lattoglobuline e k-caseina → ostacola l'azione della chimosina
- modifica di odore e colore → gusto di cotto e imbrunimento
- diminuisce il Ca solubile → più difficile formare il gel (prima fase: latte-gel)

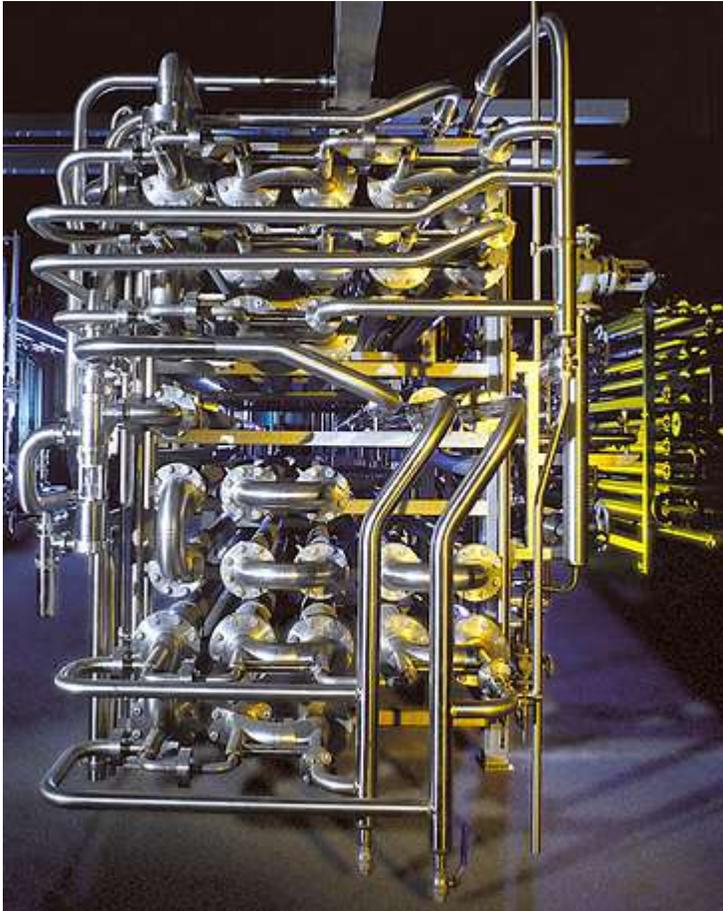
... *quindi*

- ☹ aumentano il tempo di presa e di indurimento
- ☹ diminuisce la rigidità finale del coagulo
- ☹ diminuisce lo spurgo
- ☺ aumenta la resa per co-precipitazione caseina/proteine solubili

## *Scambiatori*

- Assicurano il riscaldamento del prodotto tramite una separazione fisica tra il prodotto ed il vapore
- Sono dotati di dispositivi automatici che garantiscono il controllo del processo
- Sono costituiti di acciaio inox e possono essere facilmente sanitizzati con soluzioni basiche ed acide (sistemi CIP)
  - ❖ A fascio tubiero – insieme di tubi nei quali scorre il fluido che scambia calore con quello circolante all'esterno
  - ❖ A piastre- insieme di piastre metalliche che formano intercapedini nelle quali circolano alternativamente il prodotto ed il fluido

## *Monotubo*



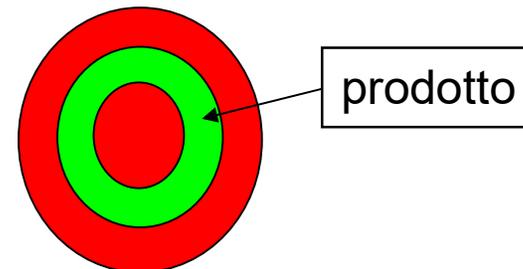
Una tubazione interna che trasporta il prodotto ed una esterna che trasporta il liquido di riscaldamento

## *A tubi concentrici*

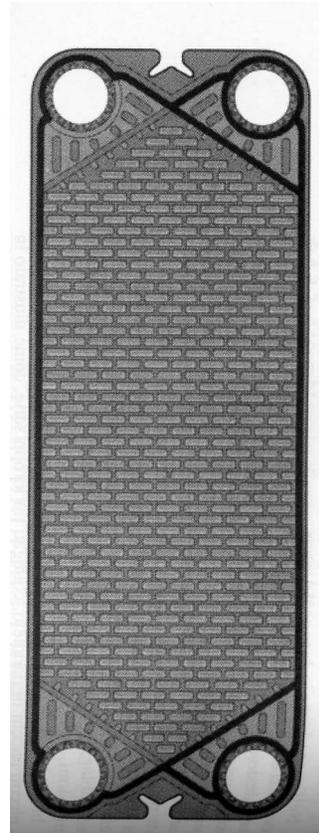


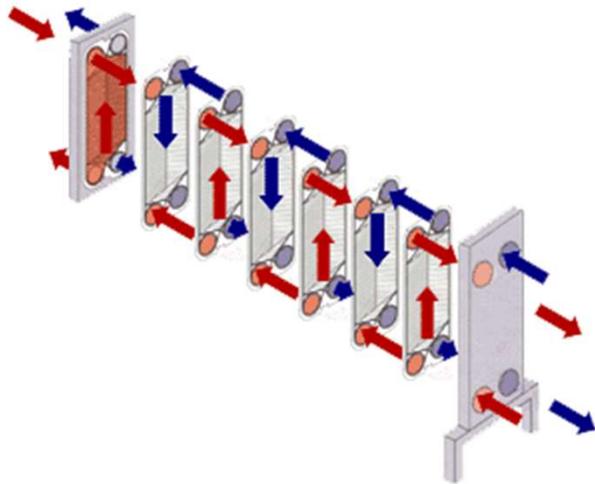
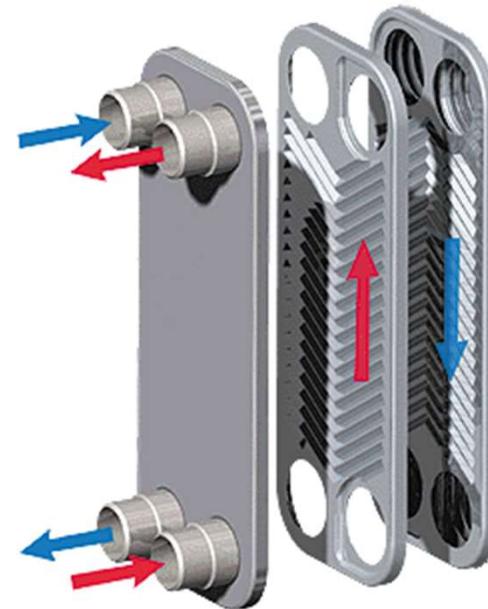
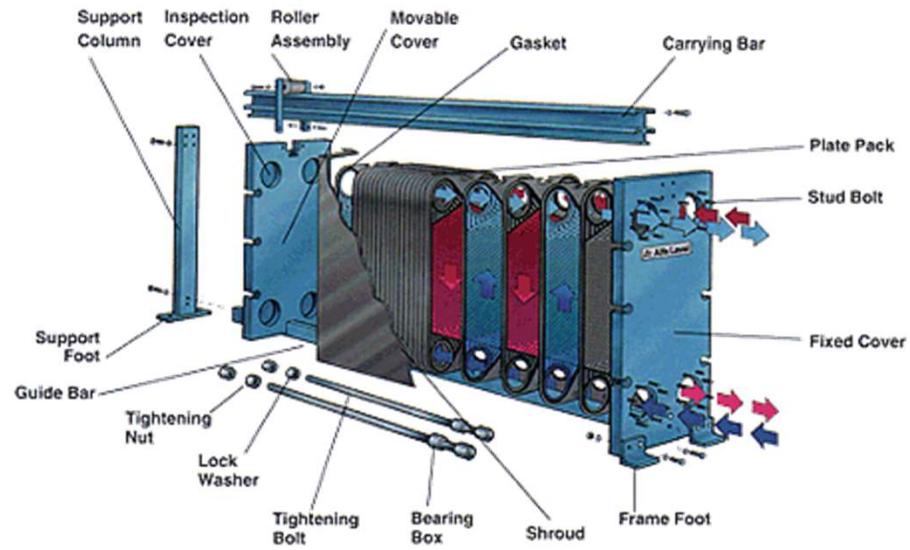
Una serie di tubi concentrici a diametro decrescente posti l'uno internamente all'altro.

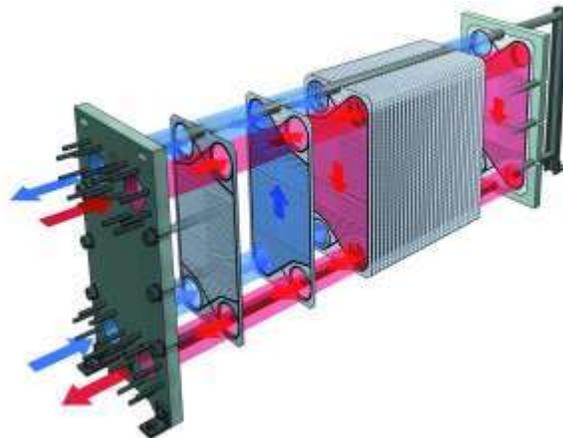
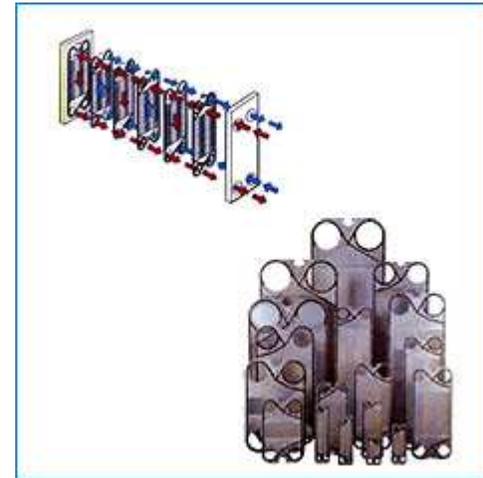
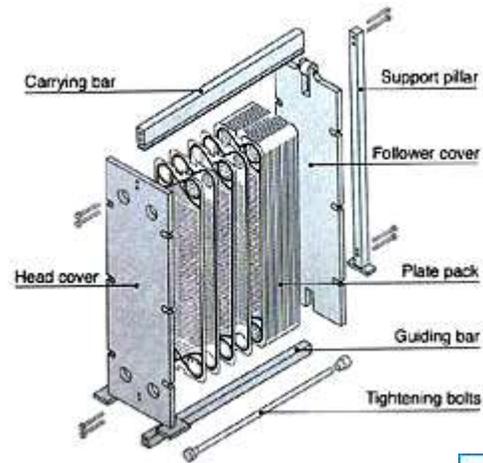
Il prodotto fluisce nella corona anulare centrale mentre i liquidi di riscaldamento/raffreddamento nelle intercapedini interna ed esterna, in controcorrente.



## *Scambiatori a piastre*







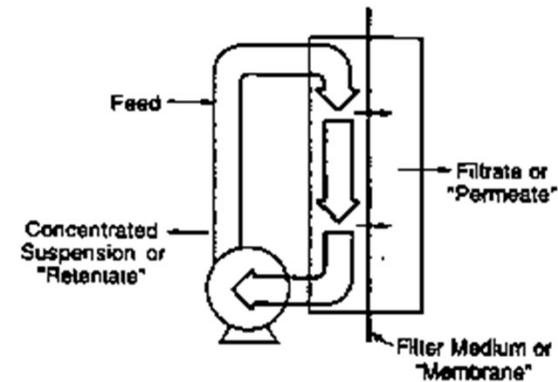
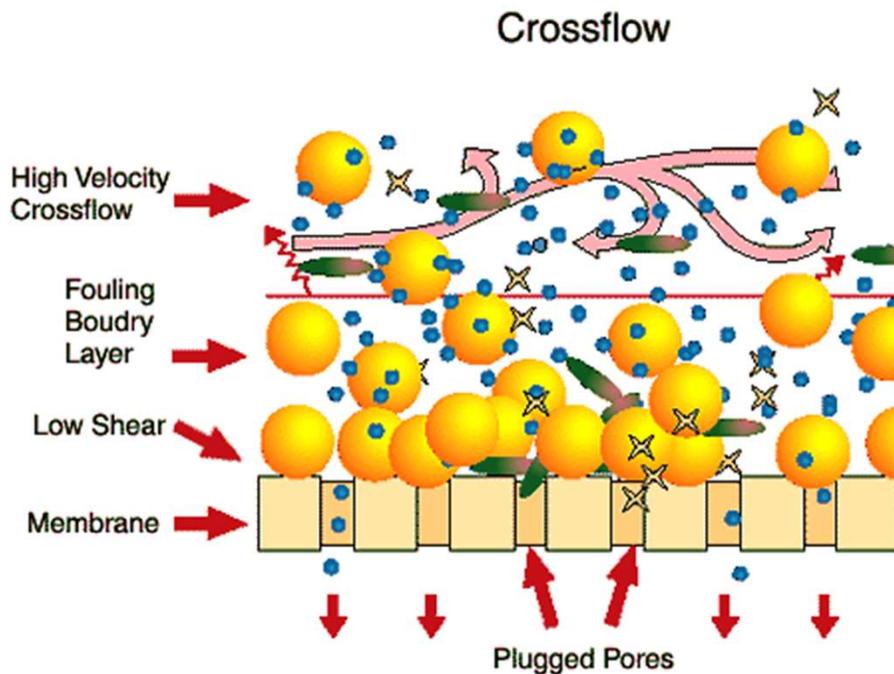
## Tecniche alternative

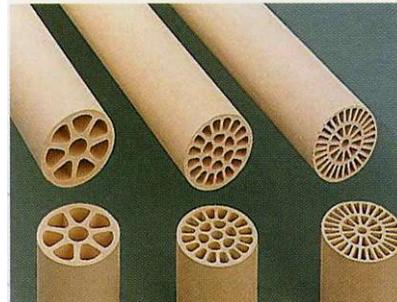
- *microfiltrazione*

- ✓ elimina anche le spore
- ✓ nessun danno termico
- ✓ elimina le cellule e quindi anche gli enzimi endocellulari
- ✓ nessun danno ai sali

## Filtrazione tangenziale

- La tecnologia prevede la filtrazione del prodotto mediante un passaggio con flusso parallelo alle membrane. Attraverso l'elemento filtrante passa solo una parte del prodotto (permeato) ed il materiale ritenuto viene continuamente rimosso dal passaggio del prodotto limitando così di molto l'intasamento della membrana (retentato).
- Il retentato viene in genere riciclato sulla membrana sino ad un valore predefinito di pressione transmembranaria





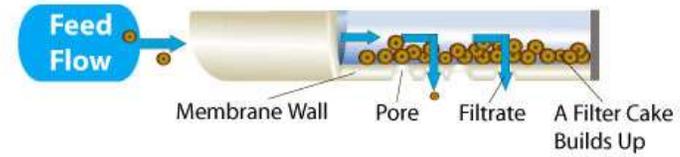




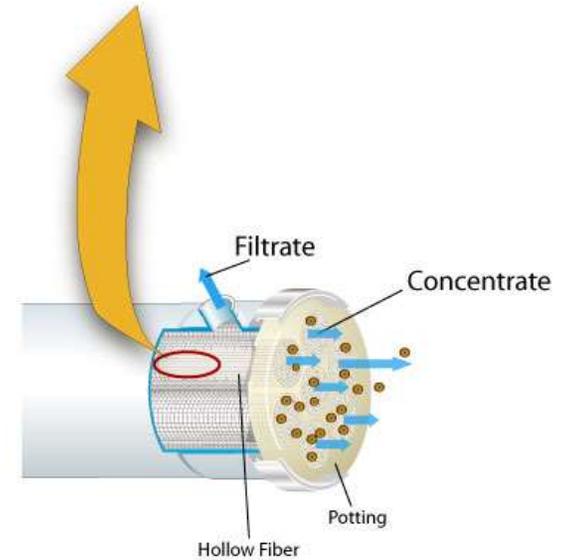
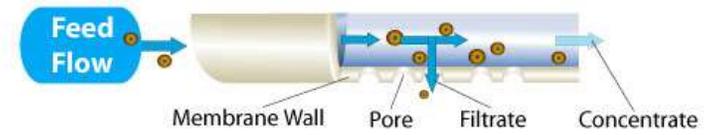
### Comparison of Cross-Flow and Dead-End Modes

*Cutaway of Hollow Fiber with Membrane Pore Detail*

#### Dead-End Mode



#### Cross-Flow Mode

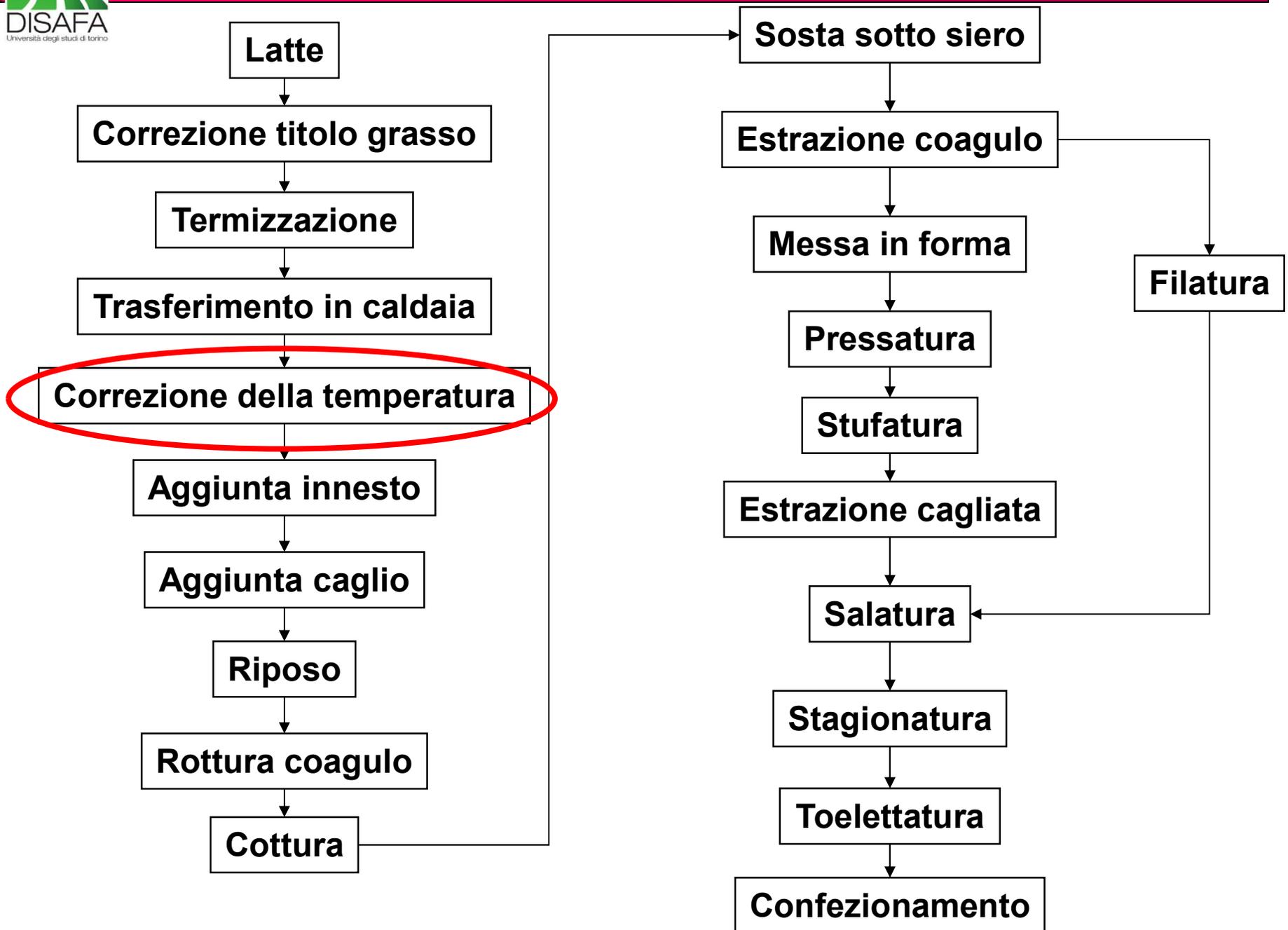


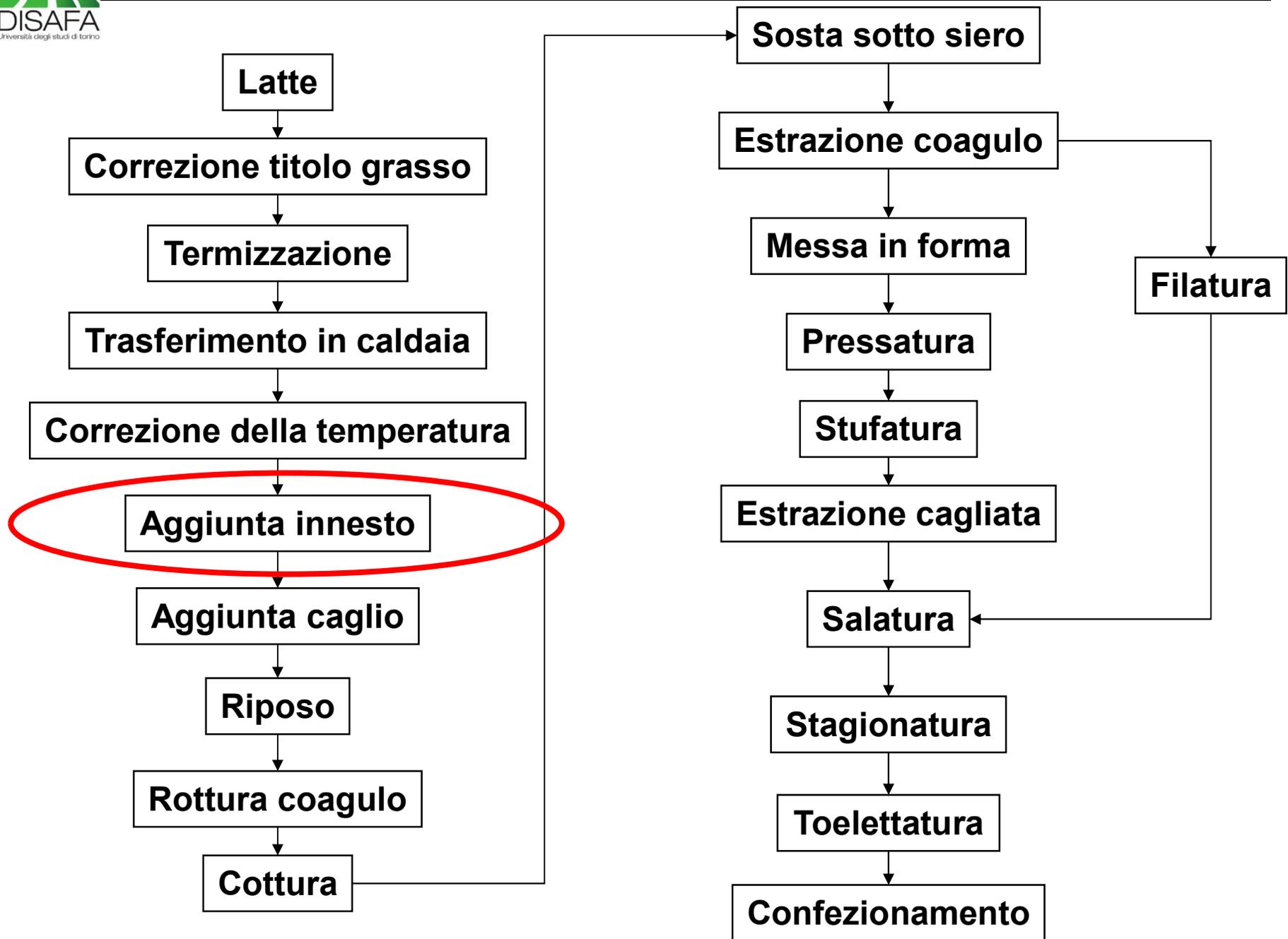
## Tecniche alternative

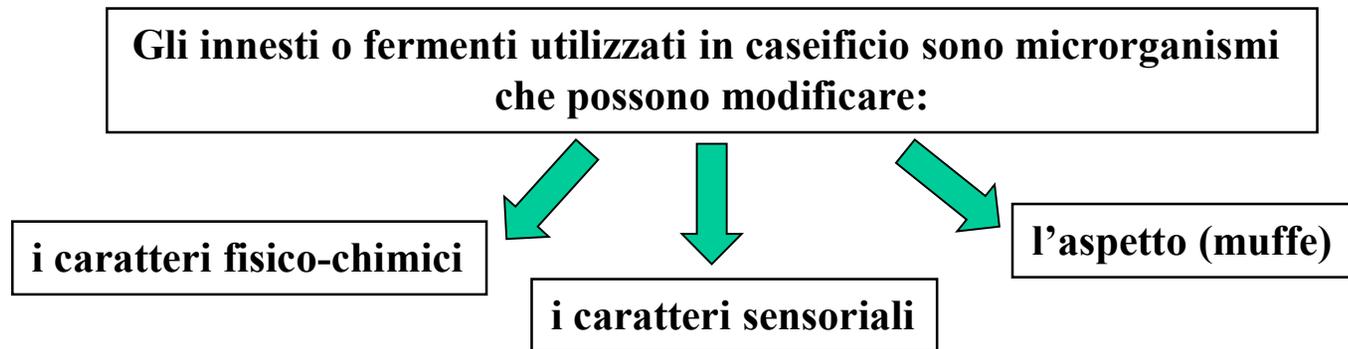
- *bactofugazione*
  - ✓ simile alla microfiltrazione



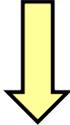








**I batteri lattici vengono scelti sulla base di :**

- 
- *Produzione acido lattico*
  - *Produzione aroma*
  - *Attività proteolitica*
  - *Azione inibente*
  - *Produzione addensanti*
  - *Produzione gas*
  - *Azione probiotica*

- 
- *Omofermentanti*
  - *Eterofermentanti*

## Gli innesti utilizzati in caseificio

Colture secondarie

Colture primarie

Colture naturali

Selezionate

Siero fermento  
Scotta fermento  
Latte fermento

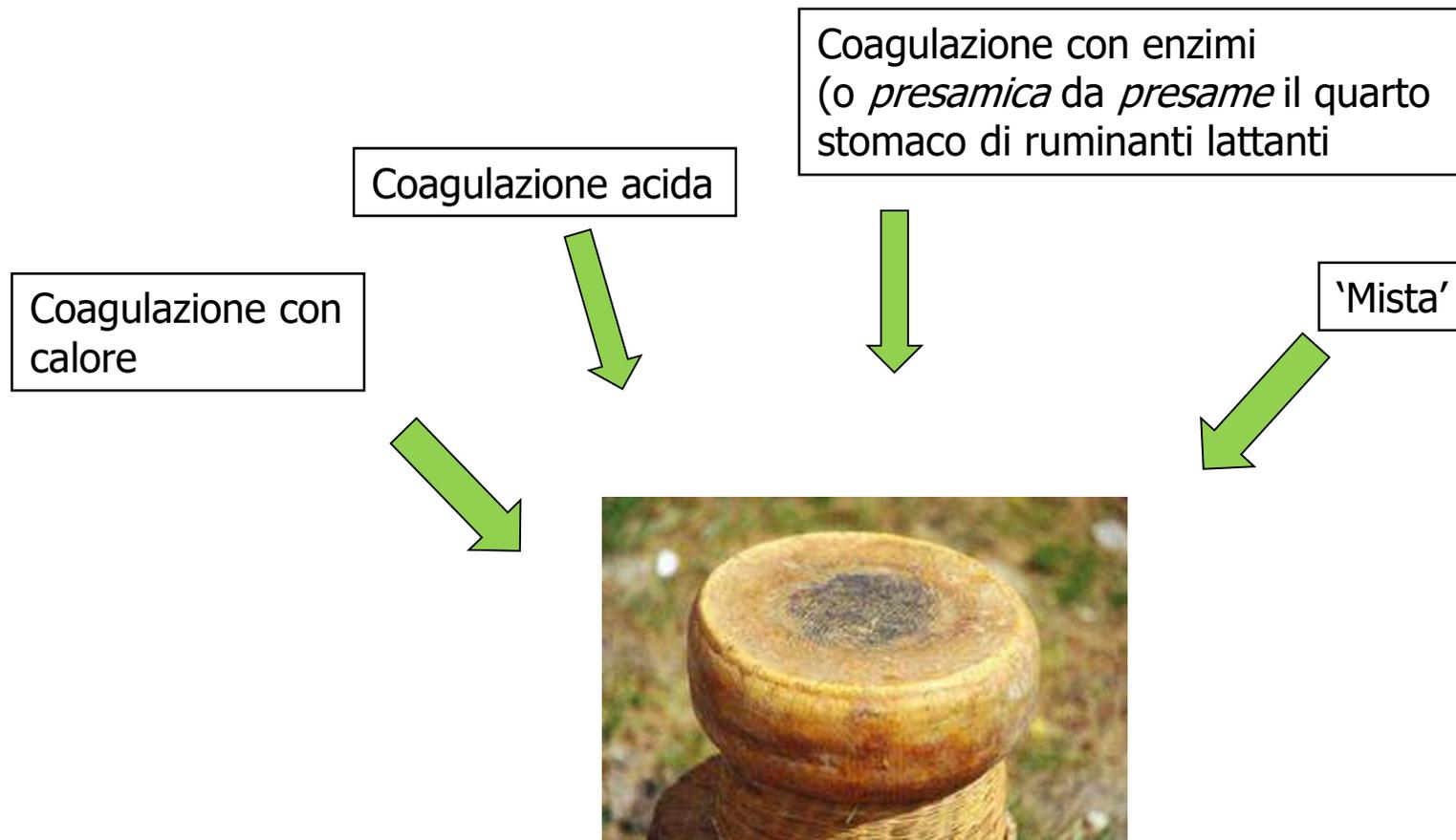
- Assenza di trapianti
- Semplificazione del lavoro
- Minori rischi di contaminazione
- Riduzione del materiale
- Attività regolare dei fermenti
- Migliore regolarità delle produzioni
- Possibilità di meccanizzare le fasi di produzione
- Disponibilità immediata dei fermenti
- Costo di investimento proporzionale al latte trattato
- Maggiore purezza microbiologica

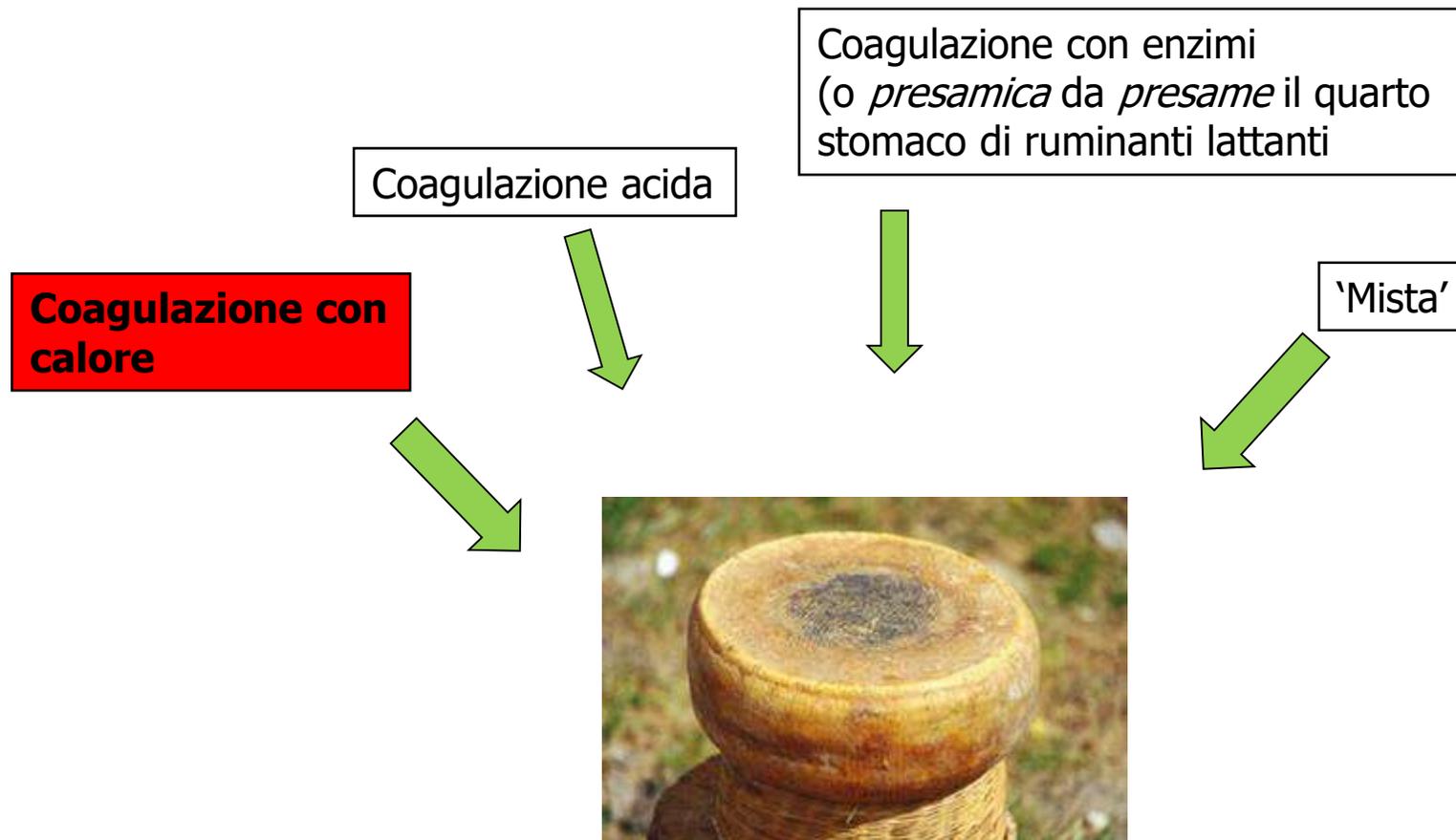
			Formaggi	Funzioni		
Batteri	Lattococchi		Lc. lactis ssp lactis	paste molli	acidificazione	
			Lc. lactis ssp cremoris	paste pressate	proteolisi	
			Lc. lactis ssp lactis ssp biovar diacetylactis	paste cotte		
			S. salivarius ssp thermophilus	paste molli	apertura della pasta	
	Leuconostoc		L. lactis	erborinati	produzione aroma	
			L. cremoris			
			L. dextranicum	paste pressate		
	Lattobacilli	mesofili		L caseis	vari	produzione aroma
				L. plantarum		
				L. brevis		acidificazione
		termofili		L. helveticus	paste cotte	
				L. delbrukii ssp bulgaricus		
	Micrococchi		L. delbrukii ssp lactis	paste molli		
			M. caseolyticus	paste molli	formazione morchie	
			M. conglomeratus	paste pressate	proteolisi	
Batteri corineformi		M. freudereichii	paste cotte (morchia)	degradazione aminoacidi		
		Corynebacterium	paste molli			
		Brevibacterium linens	paste pressate			
		Microbacterium	paste cotte			
Batteri propionici		Arthrobacter				
		P. freudenreichii	paste cotte	apertura della pasta		
Lieviti		P.jensenii		produzione aroma		
		Kluyveromyces	paste molli			
		Debaryomyces	paste pressate	disacidificazione		
		Saccharomyces	pasteerborinati	proteolisi-lipolisi		
		Pichia	paste cotte	produzione aroma		
		Candida				
Funghi		Geotricum candidum	paste molli e pressate	erborinatura superficiale		
		Penicillium camemberti	paste molli	erborinatura superficiale		
		Penicillium roqueforti	erborinati	erborinatura, lipolisi, disacidificazione, aroma		

## Le colture secondarie o integrative

Muffe		
Penicillium candidum	Maturazione; superficie; competizione vs Mucor	A pasta molle
Geotrichum candidum	Maturazione; superficie; competizione vs Mucor	A pasta molle
Penicillium roqueforti; Penicillium weidemannii	Erborinatura; maturazione	Gorgonzola
Lieviti		
Kuyveromyces lactis	Disacidificazione della pasta	Formaggi a muffa bianca
Saccharomyces cerevisiae	Apertura della pasta	Gorgonzola
Batteri		
Propionibacterium spp	Occhiatura	Emmental
Microflora superficiale		
Brevibacterium linens	Pigmentazione rosso-arancio della crosta; maturazione	A pasta molle
Micrococcus spp	Pigmentazione rossa; aromatizzazione	A pasta molle
Enterococcus faecium	Azione antagonista vs Listeria	A crosta fiorita

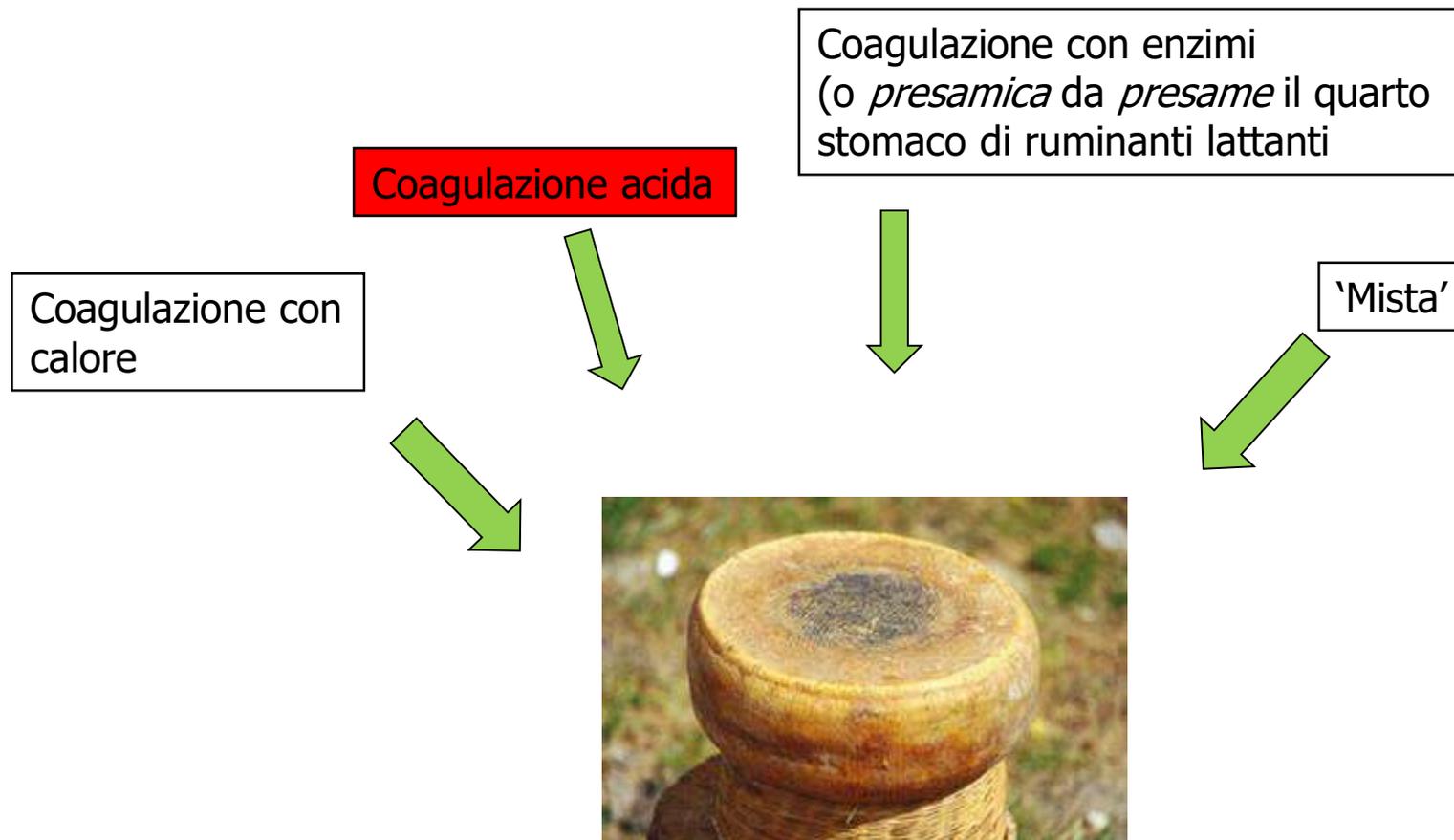


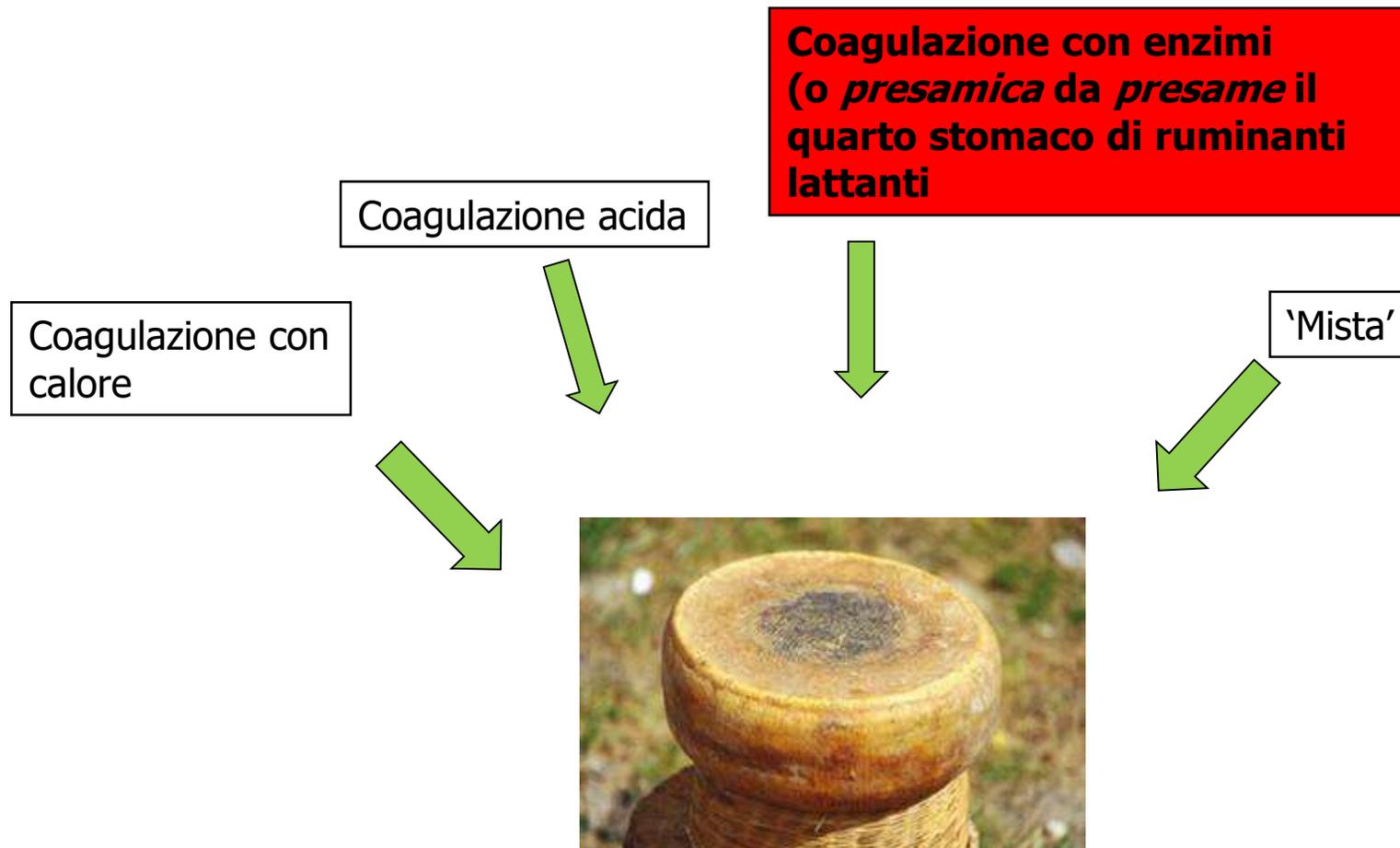




## Coagulazione con calore

- Tecnica poco utilizzata, in cui si usano anche l'acidità e piccole quantità di caglio
- Le proteine del siero si denaturano, poi si aggregano
- Gli aggregati formano complessi con le caseine → coprecipitati
- $T > 85 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $t > 5 \text{ minuti}$ ; acidi → resa  $> 20\%$
- Esempi il Cacioricotta, il Queso Blanco





## Tipologie di caglio

- ✓ Di origine animale
  - Caglio di vitello (chimosina 90-95%; pasta, polvere o liquido; titolo 10.000-150.000)
  - Caglio di bovino adulto (pepsina)
  - Caglio di agnello (chimosina 75%; in genere in pasta; titolo 10.000; usato per il Pecorino Romano DOP)
  - Caglio di camoscio (chimosina 75%; pasta o liquido; titolo 10.000; usato per Puzzone di Moena)
  - Caglio di capretto (chimosina 75%; pasta, polvere o liquido; titolo 10.000; usato per Provolone Valpadana DOP)
  - Caglio di maiale (pepsina; liquido; titolo 10.000, usato per Pecorino di Farindola)
  - Pepsina di pollo
  
- ✓ Di origine microbica-fungina
  - Aspartil-proteasi da *Mucor miehei*; *Mucor pusillus*, *Endothia parasitica*
  - Chimosina da *Kluyveromyces fragilis*
  
- ✓ Di origine vegetale
  - Coagulanti da cardo, carciofo, ananas, girasole, fico, papaia
  
- ✓ Di origine genetica microbica (da DNA ricombinato)

## Caglio animale

- Si ottiene in genere dall'abomaso di ruminanti lattanti
- Produzione:
  - ✓ congelamento e salatura abomasi
  - ✓ scongelamento e lavaggio per eliminare il sale
  - ✓ pulitura e taglio pellette
  - ✓ triturazione
  - ✓ lavaggio a ph 5.2 con sale ed antisettici (**caglio in pasta**)
  - ✓ pressatura
  - ✓ separazione a freddo con allume e sale
  - ✓ centrifugazione – filtrazione
  - ✓ concentrazione per ultrafiltrazione o evaporazione sottovuoto (**caglio liquido**)
  - ✓ precipitazione enzimi per aggiunta sali
  - ✓ ridissoluzione e filtrazione
  - ✓ essiccamento (**caglio in polvere**)

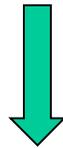


## Caglio microbico-fungini

- Microrganismi che producono proteasi con attività simile al caglio
- Più lenti in fase iniziale ma più rapidi in fase finale
- Attività proteolitica elevata
- Usati per formaggi freschi

## Caglio vegetale

- In genere estratti di pistilli di fiori di cardi (*C. cardunculus*, *C. scolymus*, *C. humilis*) essiccati
- Elevata attività proteolitica → diminuzione di resa, sapore amaro



Casu Perutu (Campania)

La Serena (Spagna)

Cacio Fiore Aquilano (Abruzzo)



#### ❖ Enzimi del caglio

- ✓ Chimosina o Chimasi o Rennina – Attività massima a pH 5.5; T ottimale circa 40 °C; denaturazione a T > 55°C (ne rimane anche nei formaggi a pasta cotta); proteolisi scarsa (non agisce su peptidi <1400 Daltons)
- ✓ Pepsina – Agisce nella fase terziaria con elevata attività proteolitica (circa 45 volte la chimosina)
- ✓ Lipasi – attività lipolitica
- ✓ Lisozima

#### ❖ Titolo

- mL di latte coagulati da 1 mL di caglio a 35 °C in 40 min → problemi di comparazione
- RU (Rennet Units) o IMCU (International Milk Clotting Units) : attività coagulante necessaria per coagulare in 100 sec 10 mL di substrato costituito da latte in polvere (bassa temperatura) ricostituito al 10.7% (p/p) in una soluzione acquosa 0.01 molare di cloruro di calcio ad un pH di 6.35

#### ❖ Composizione

Rapporto fra chimosina e pepsina (80:20; 90:10 ecc)

#### ❖ Tipologie

- ✓ *Liquido* → stabile, titolo 1:5000 – 1:20000
- ✓ *In polvere* → molto concentrato, titolo >100.000
- ✓ *In pasta* → da capretto od agnello, titolo 1:5000 – 1:15000

- per formaggi duri a lunga conservazione servono cagli poco proteolitici (bovini liquidi o polvere) con poca pepsina
- per formaggi a media stagionatura o molto aromatici servono cagli con molta pepsina e lipasi (es. Provolone)
- per formaggi freschi non ci sono problemi
- la resa in formaggi dipende anche dal caglio
  - ✓ tessitura della pasta → inglobamento nel reticolo
  - ✓ grado di proteolisi → proteine solubilizzate
  - ✓ acqua trattenuta dal coagulo
- mai mescolare il caglio con lisozima, coloranti (annatto e carotene), sostanze ossidanti o riducenti

## Coagulazione del latte

### Coagulazione acida/lattica

Micella di caseina allo stato  
di sol (fosfocaseinato di Ca)  
--> caseina +  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

—————>  
pH 4.6

Caseina demineralizzata  
allo stato di gel -->  
coagulo

+

Sali solubili

### Coagulazione presamica

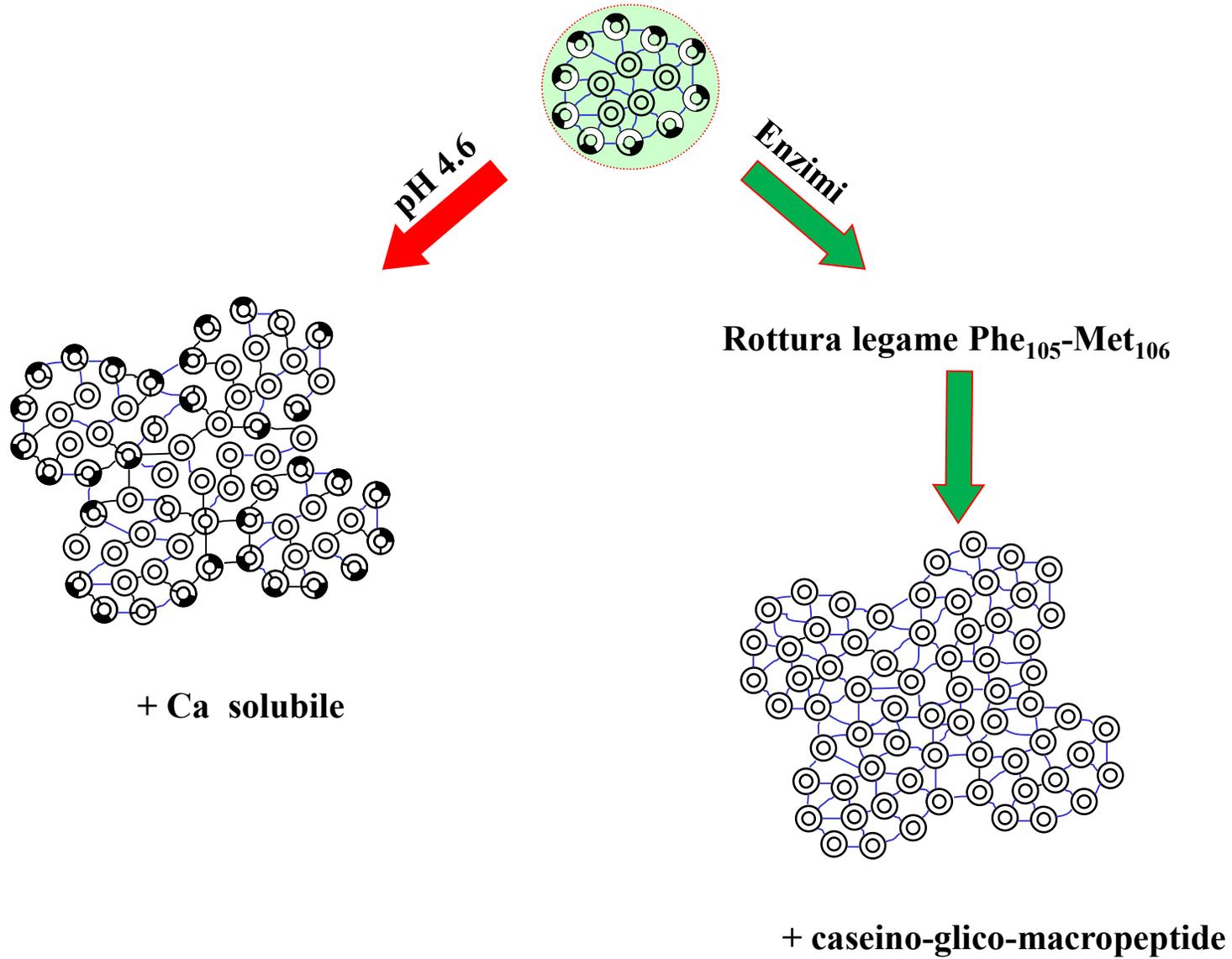
Micella di caseina allo stato  
di sol (fosfocaseinato di Ca)  
--> caseina +  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

—————>

Parafosfocaseinato  
di calcio allo stato  
di gel --> coagulo

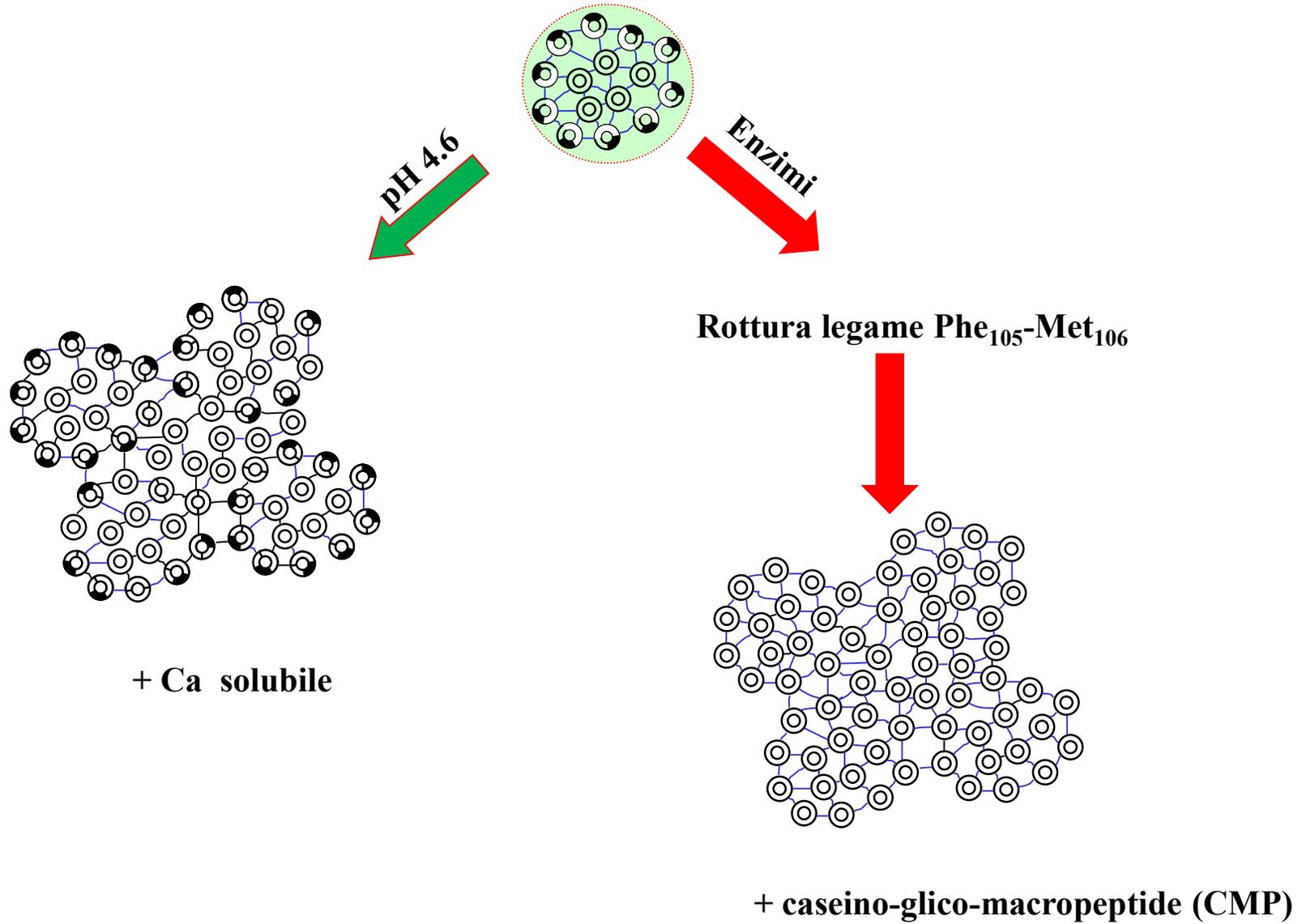
+

Sostanze solubili



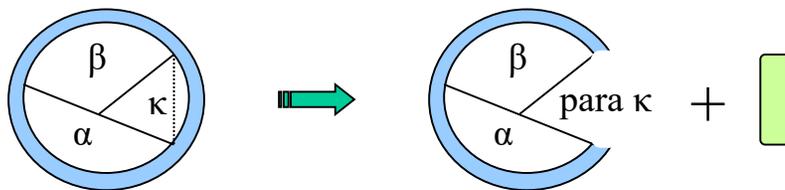
## Coagulazione acida/lattica

- Si ha in virtù dell'acidificazione del latte causata da batteri lattici o di aggiunta di GDL o  $\text{CO}_2$  o sieroproteine acide od acidi (organici o minerali)
- L'acidificazione causa la solubilizzazione del fosfato di calcio della micella
- A pH 4.6 le cariche elettriche sui gruppi fosfato periferici si neutralizzano per il legame con ioni idrogeno (punto isoelettrico)
- Le micelle si uniscono formando una rete (il gel) che precipita formando il coagulo in cui sono inglobati tutti i componenti
- E' molto lenta → se rapida il coagulo è destrutturato
- T ottimale 20-30 °C; a T di 40 °C il punto isoelettrico è di pH 5.2; a T di 5°C non avviene
- > concentrazione caseine > compattezza coagulo → aggiungere caseinati, latte in polvere, retentati
- Usata per i Quark, il Cottage, i Cream cheeses, i caprini, la mozzarella per pizza → spesso con aggiunte di caglio



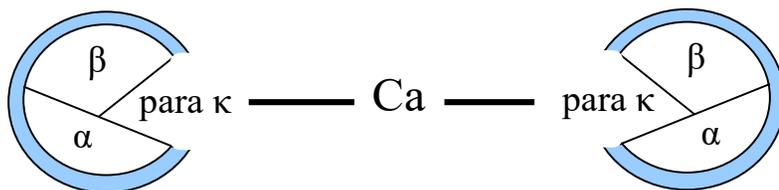
## Coagulazione presamica

### Fase primaria o enzimatica



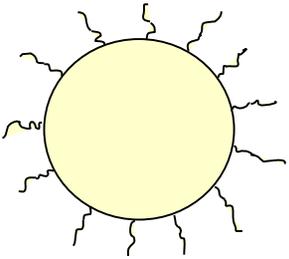
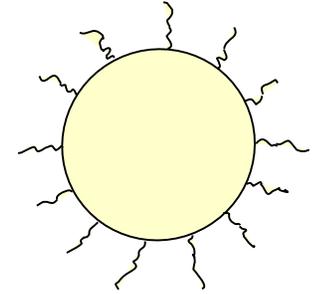
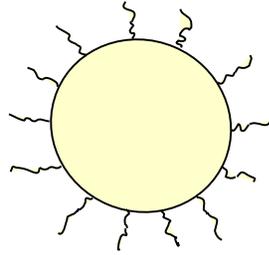
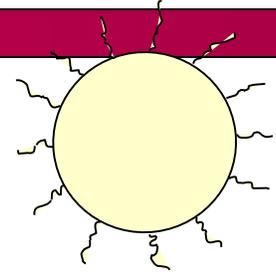
Caseina-K + Enzima  $\rightarrow$  Rottura legame Phe105-Met106  $\rightarrow$  Paracaseina-K (1-105) + caseinoglicomacropeptide (106-169)

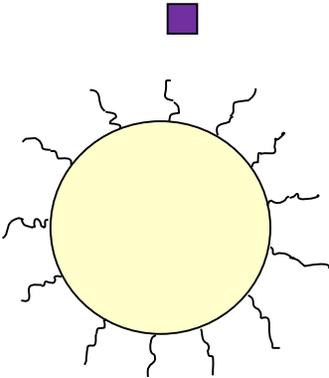
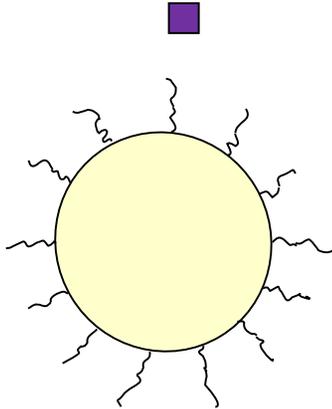
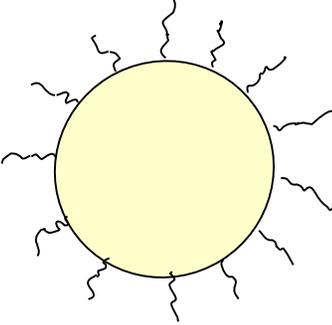
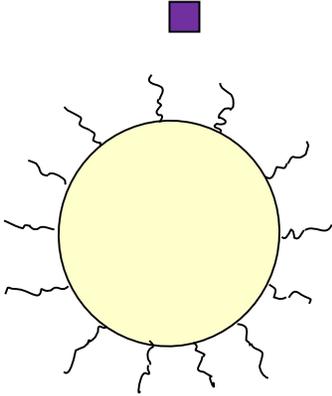
### Fase secondaria

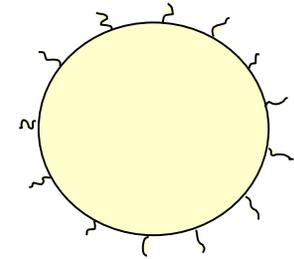
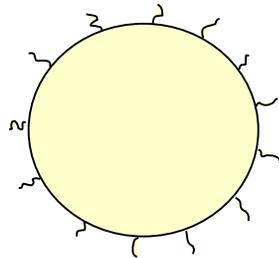
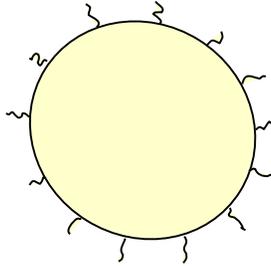
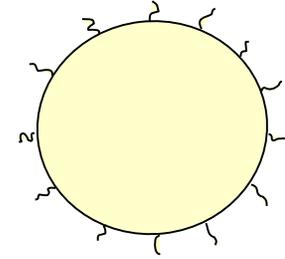
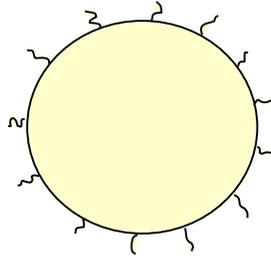
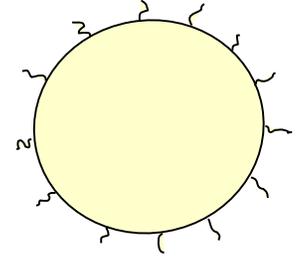
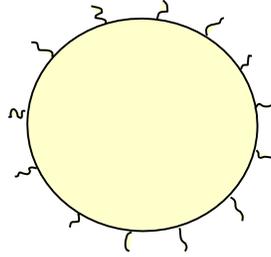
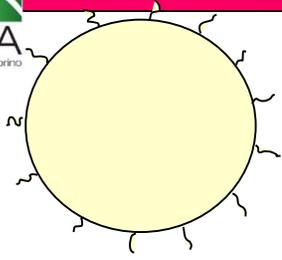


### Fase terziaria

Idrolisi delle caseine







## Coagulo lattico

- Basso contenuto in sali di calcio
- Friabile
- Poco consistente
- Poco elastico
- Morbido con scarso spurgo
- In genere potenziato con caglio : coagulazione mista
- Ottima per formaggi caprini

## Coagulo presamico

- Elevato contenuto in sali di calcio
- Consistente
- Scarso contenuto in siero → limitato sviluppo batterico → sapore dolce
- Coagulo poco permeabile → spurgo provocato (pressatura etc.)
- Il 12-15% del caglio è trattenuto nei formaggi a pasta pressata cotta ed il 30-50% nei formaggi a pasta molle e pasta pressata

		<b>Coagulo acido</b>	<b>Coagulo presamico</b>
Preparazione		Acidificazione lenta (tempo 3-24 h)	Addizione enzima (tempo <1 h)
Struttura	Legami	elettrostatici	Ionici, ponti calcio, ponti disolfuro
Caratteristiche	Consistenza	nulla	forte
	Elasticità	nulla	forte
	Friabilità	massima	scarsa
	Permeabilità	elevata	media
	Contrattilità	molto debole	elevata

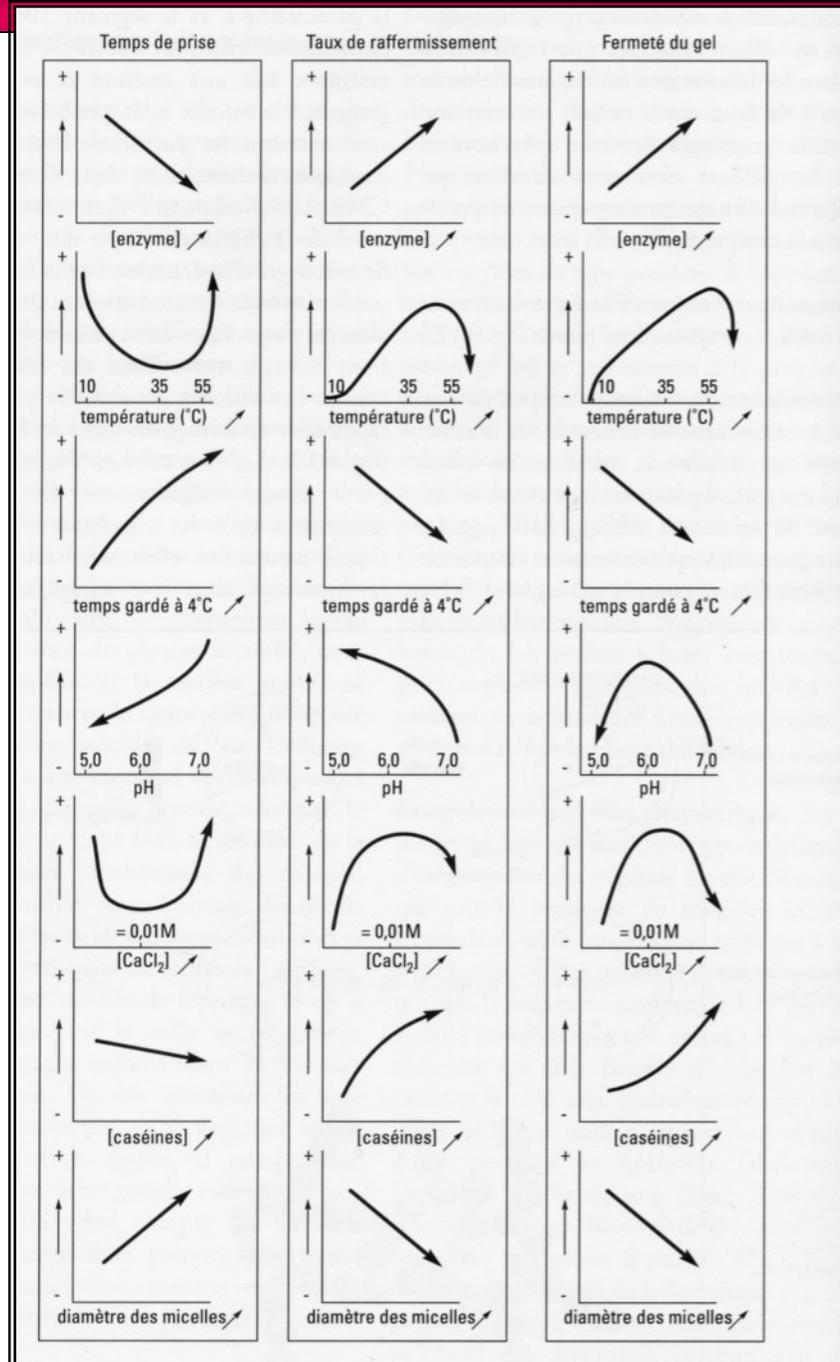
## Parametri di coagulazione

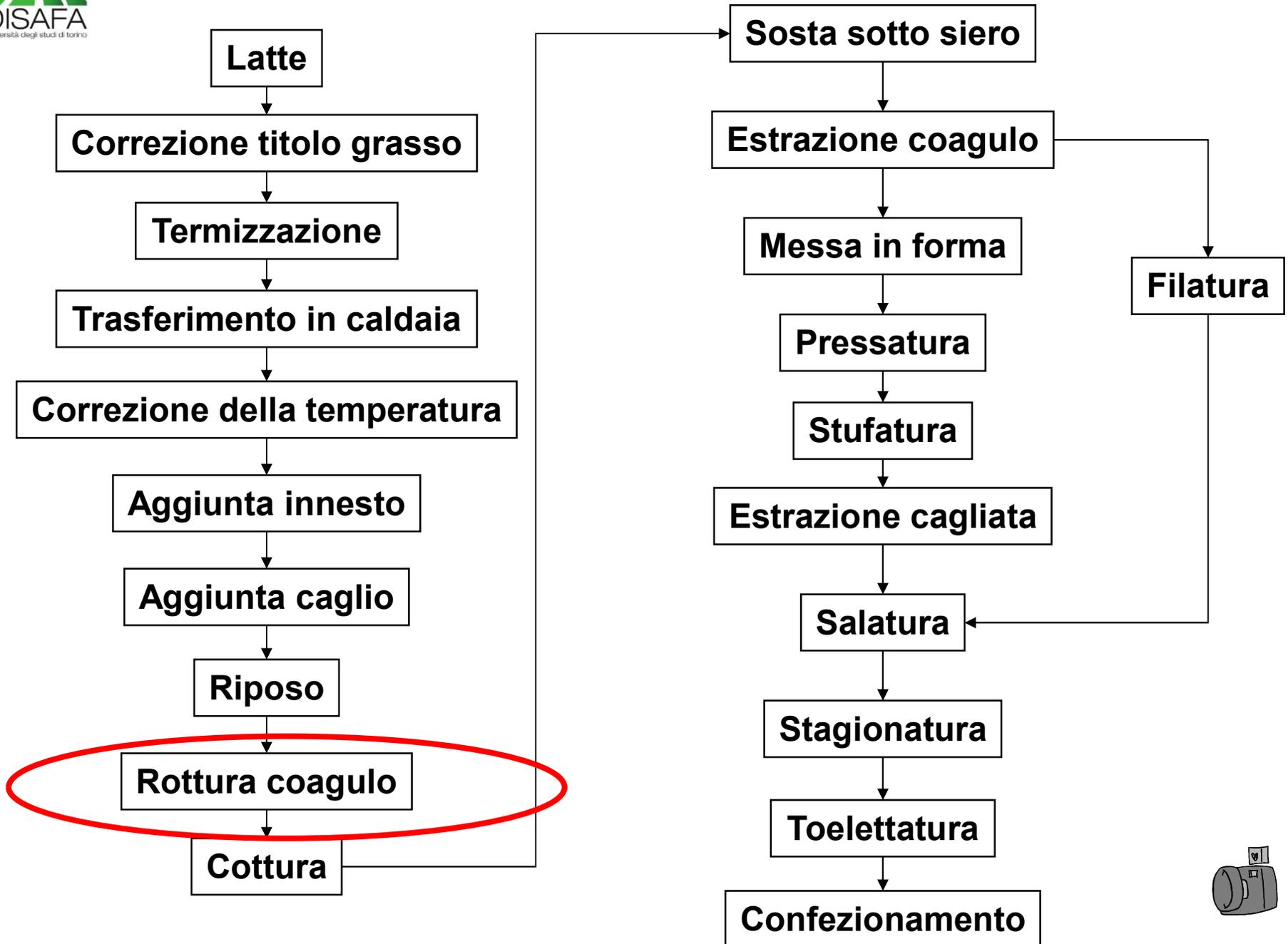
- ⦿ Tempo di presa (tempo di flocculazione) → dall'aggiunta del caglio alla comparsa dei primi flocculi
- ⦿ Tempo di rafferimento o rassodamento → dai flocculi al gel compatto ed omogeneo

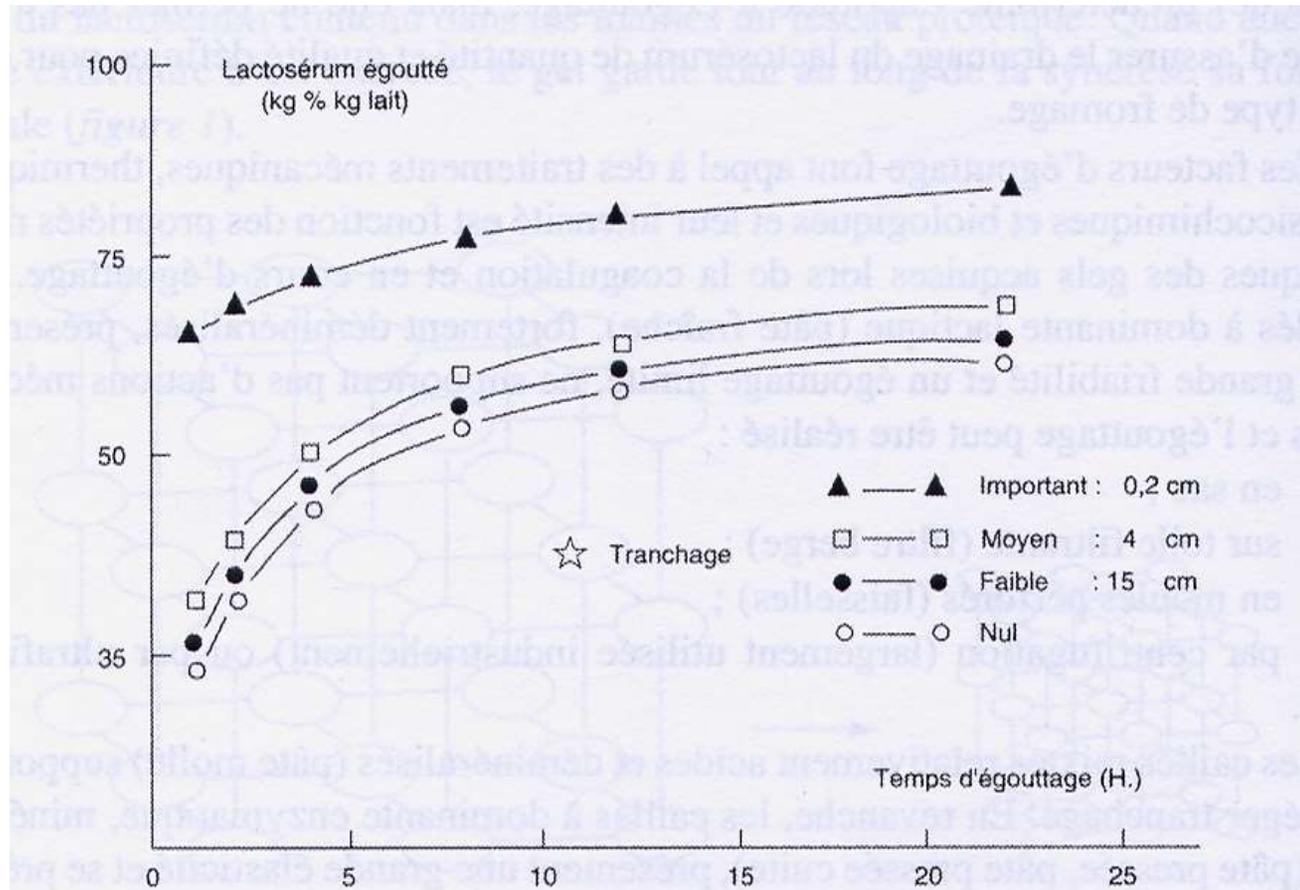
## Fattori influenti sull'attività del caglio

- Concentrazione caglio → se aumenta, coagulazione veloce e coagulo compatto ed elastico → amaro ?
- Temperatura → ottimale 40-42 °C; nessuna attività a 10-15 °C e oltre 55 °C
- pH → pH bassi favoriscono l'azione della chimosina (se il pH passa da 6.6 a 6.4 l'attività raddoppia) → cagliata più elastica → se pH < 6.0 friabilità → usare GDL (gluconodeltalattone) o CO<sub>2</sub> o sieroproteine acide
- Concentrazione caseina
- Concentrazione calcio → aggiunta di 5-20 g/hL di CaCl<sub>2</sub> (E509)

# Fattori che influenzano la coagulazione

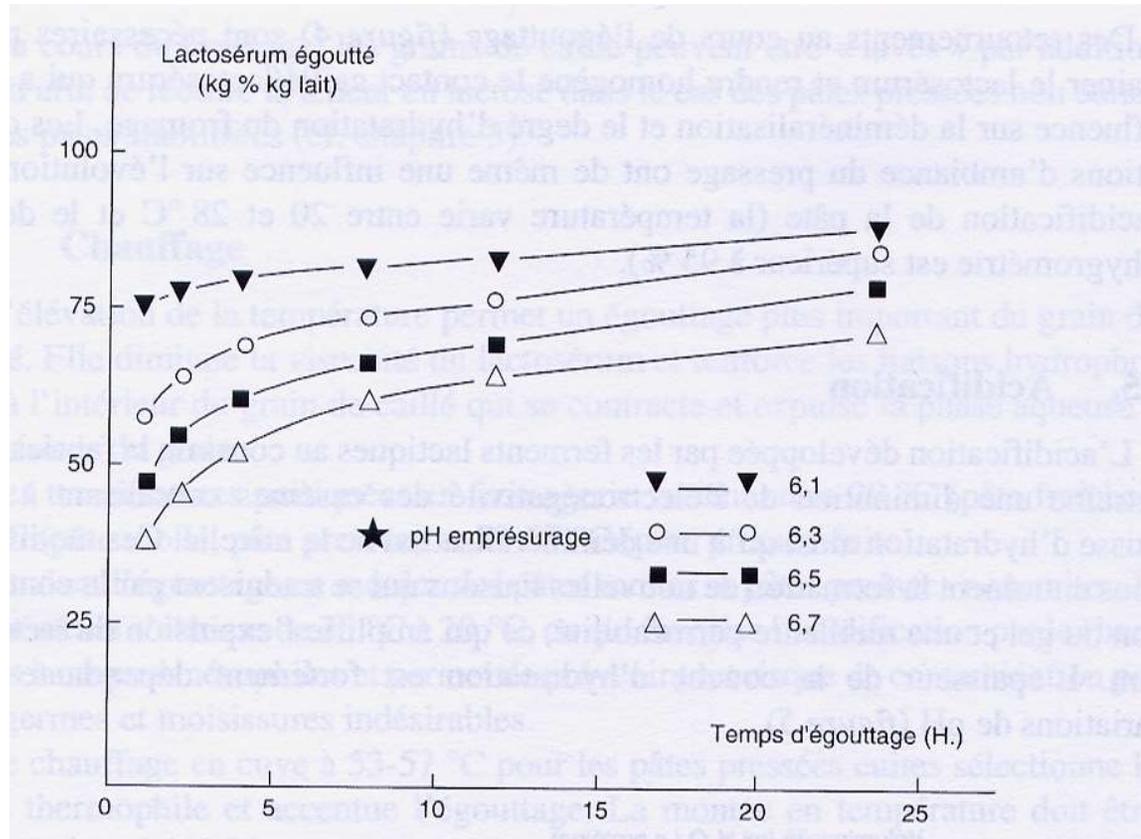


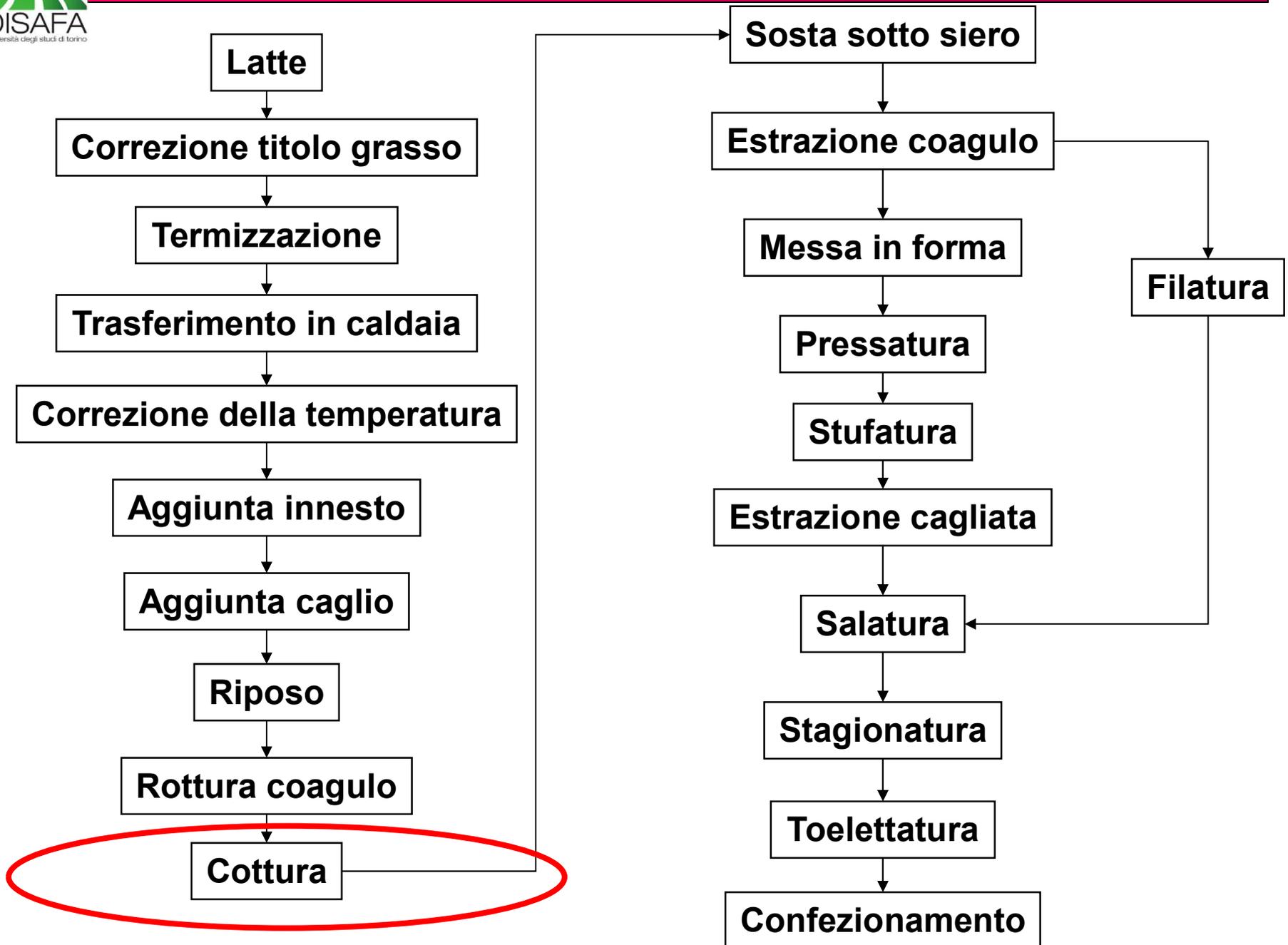




## Fattori che influenzano la sineresi

	<b>Modif.</b>	<b>Effetto</b>
<b>Contenuto in grasso</b>	↑	↓
<b>Contenuto in proteine</b>	↑	↓
<b>Contenuto in <math>\alpha</math>-caseina</b>	↑	→
<b>Contenuto in <math>\kappa</math>-caseina</b>	↑	→
<b>Contenuto in <math>\beta</math>-caseina</b>	↑	↑
<b>Aggiunta di calcio</b>	↑	↑↓
<b>Contenuto in lattosio</b>	↑	→
<b>Temperatura</b>	↑	↑
<b>Omogeneizzazione</b>	↑	↑
<b><u>pH</u></b>	↓	↑
<b>Superficie dei granuli</b>	↑	↑
<b>Rottura</b>	↑	↑
<b>Contenuto in sale</b>	↑	↑
<b>Pressione</b>	↑	↑



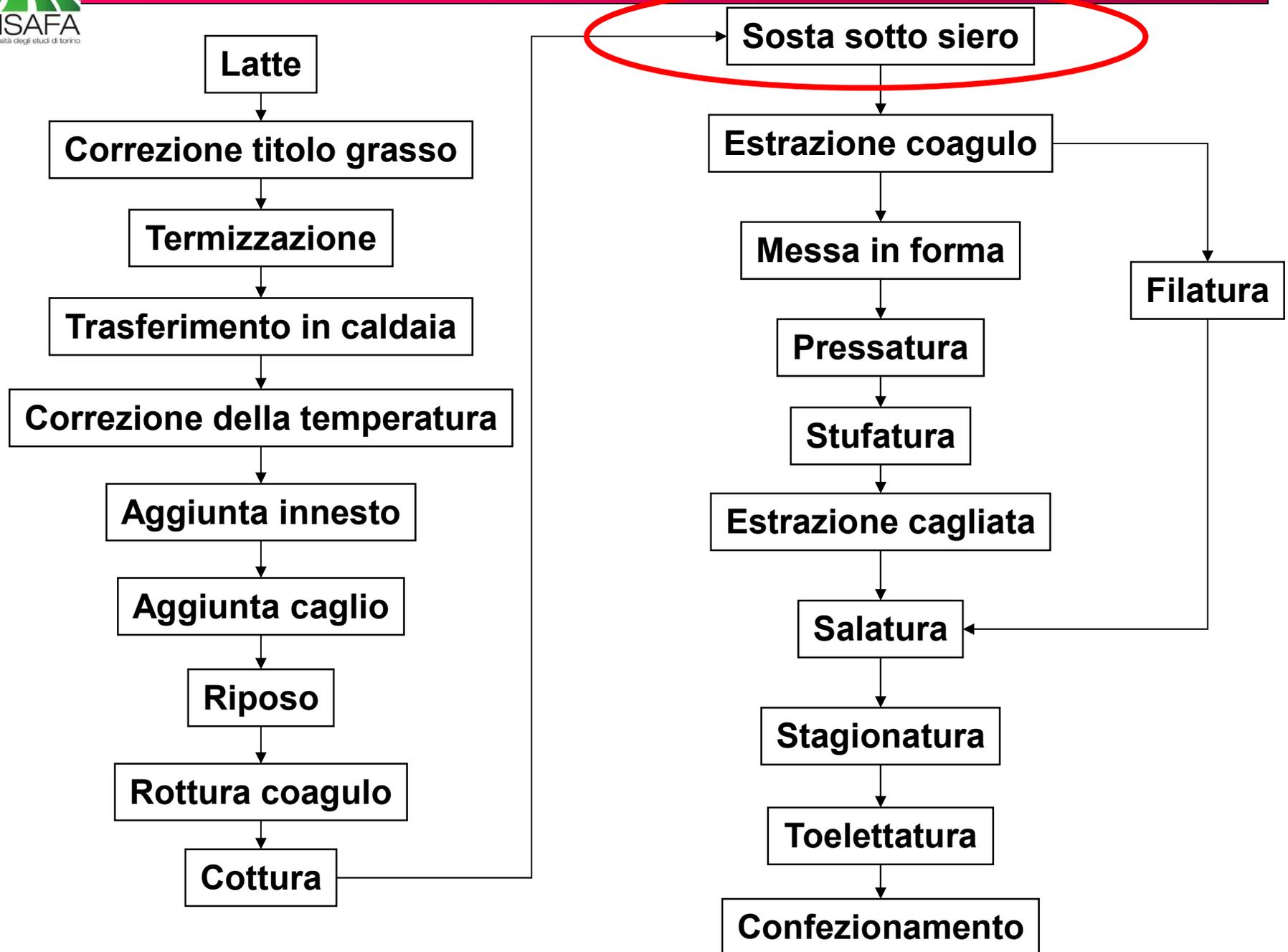


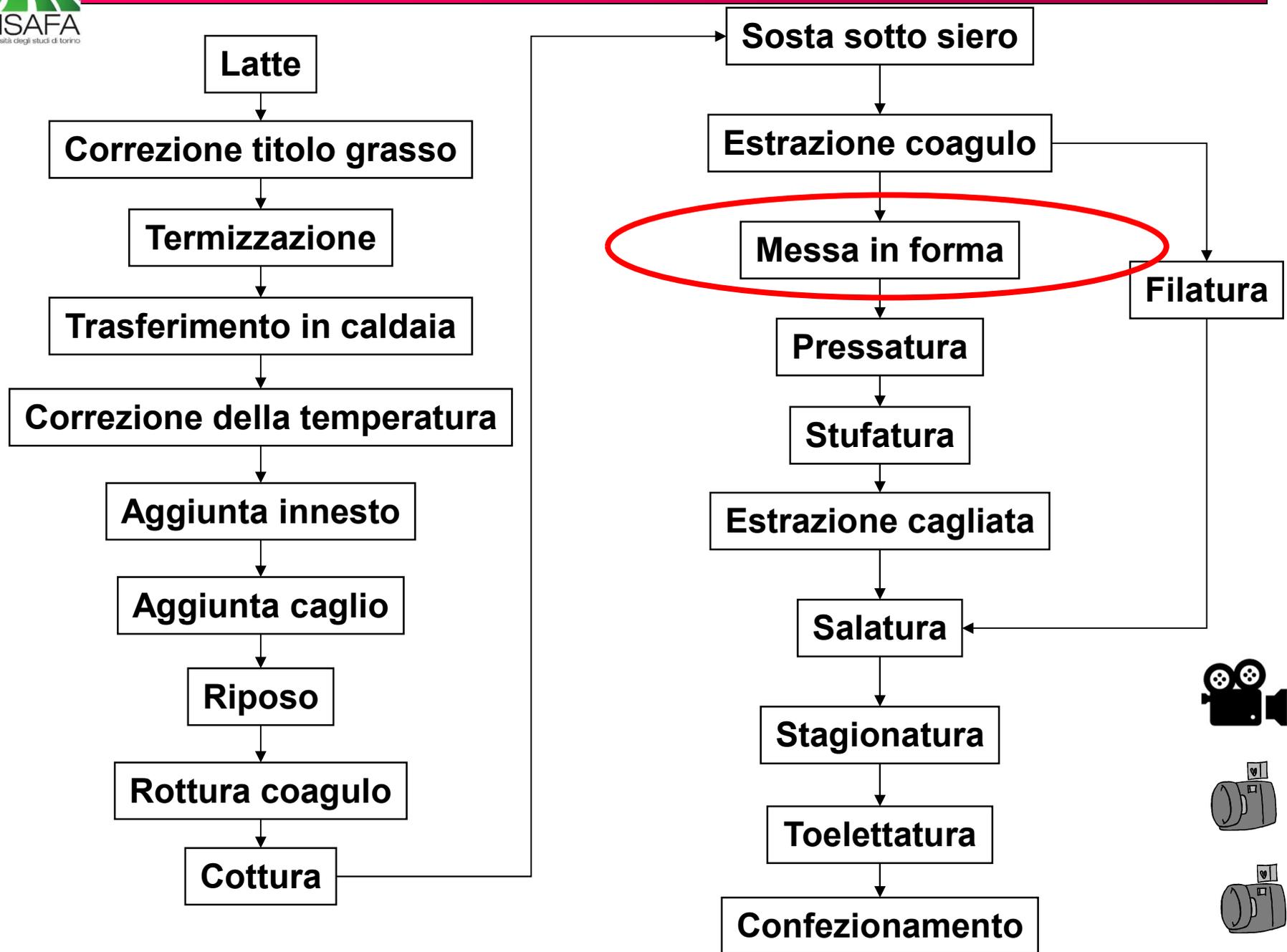


### **La cottura ...**

- permette uno spurgo maggiore della cagliata
- diminuisce la viscosità del siero e rinforza i legami della cagliata
- T di 20 °C per le paste fresche, 35 °C per le paste molli o pressate, 57 °C per le paste pressate cotte
- Per le paste molli la temperatura scende da 35 °C a 20 °C → favoriti i batteri lattici mesofili

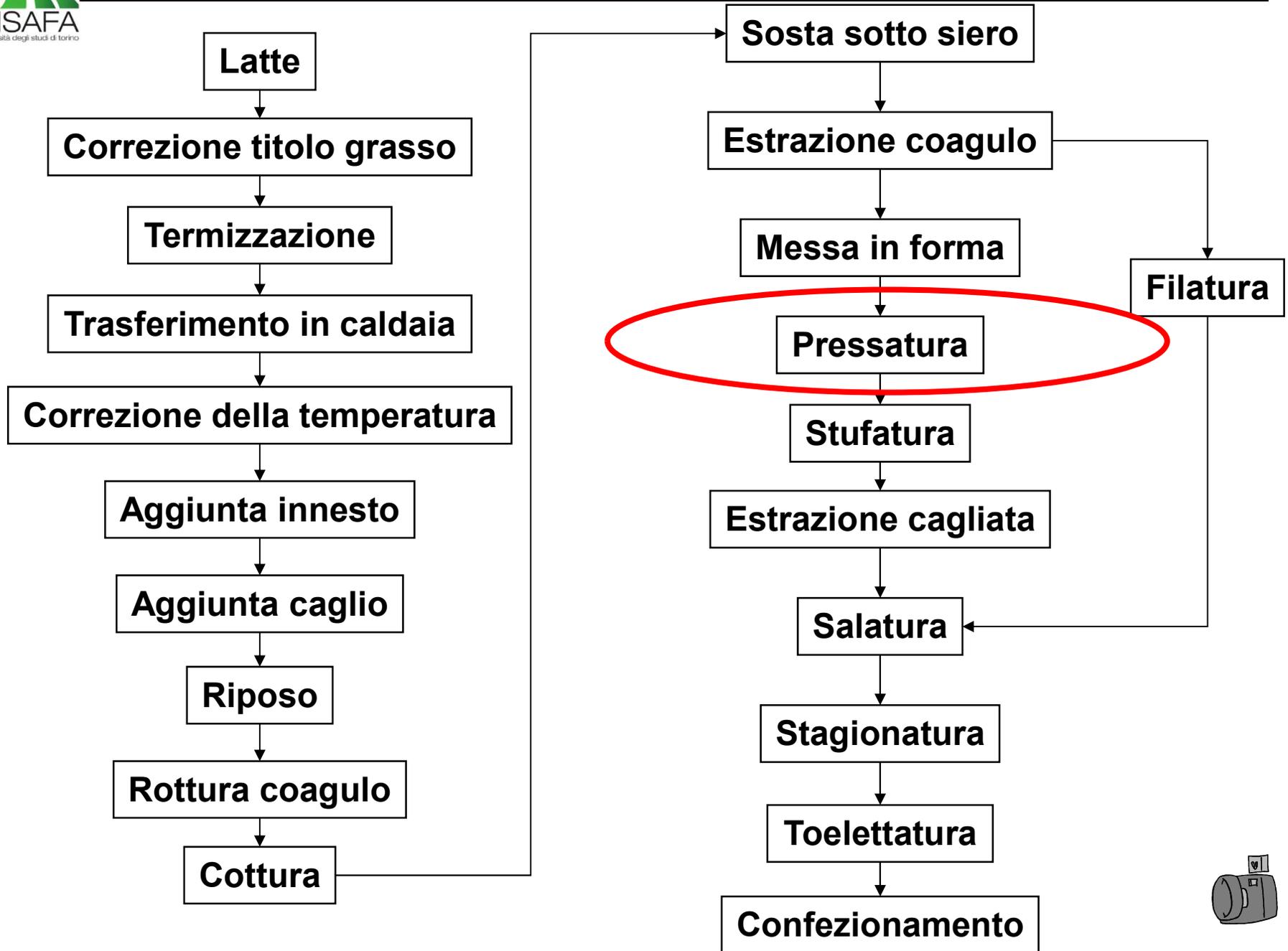
- Per le paste pressate cotte  $T > 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  → selezione dei termofili, aumento di spurgo
- Salita di  $1\text{-}2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ogni 2 minuti per evitare la formazione di pelle sulla cagliata
- Inibisce lo sviluppo dei patogeni per azione combinata di temperatura, acidità, eliminazione zuccheri
- E' attuata in modo diretto o indiretto
- Si può avere anche per aggiunta di siero o acqua calda (paste filate, Asiago pressato, Fontal (paste lavate))
- Si può anche immergere la cagliata già formata in siero caldo ( $70\text{-}80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) per tempi da qualche minuto ad alcune ore (Pecorino siciliano, Canestrato siciliano, Maiorchino, Fiore sardo)

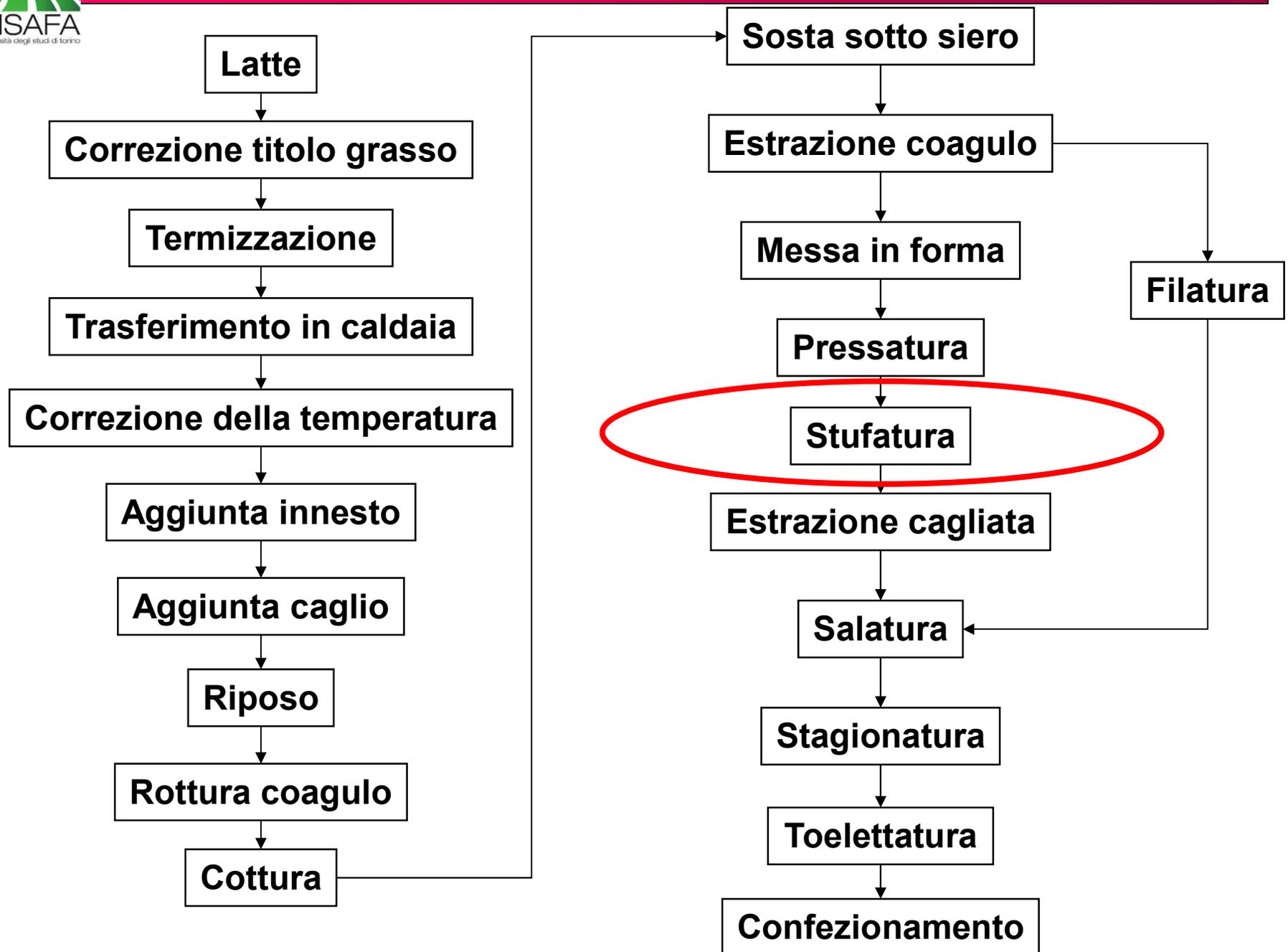




## Operazioni “particolari” per favorire la sineresi:

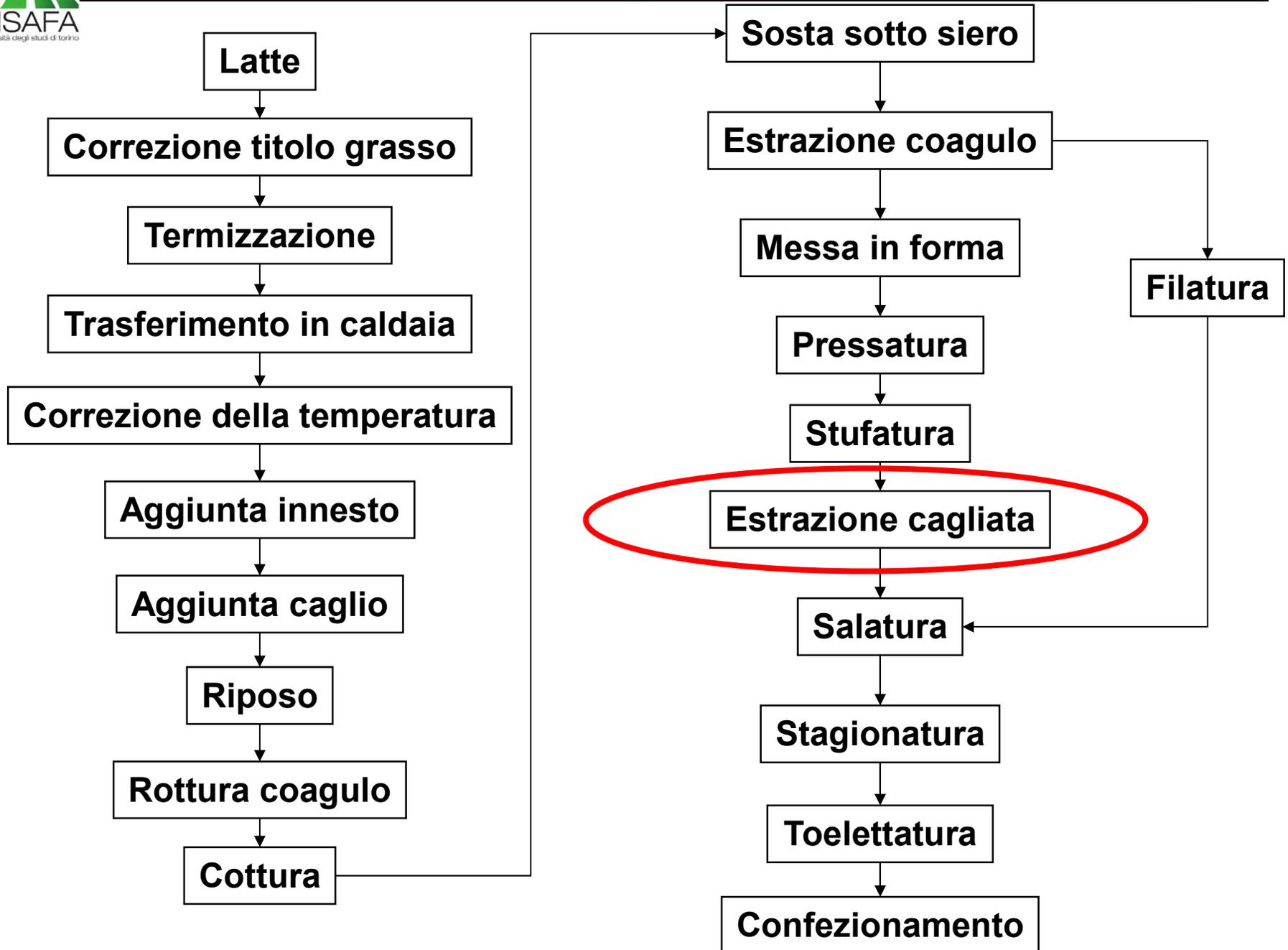
- ribaltamento : la forma viene girata più volte (dopo 30 min, 1 ora, 2 ore, 4 ore)
- frugatura : la cagliata nella fascera viene sbriciolata
- forinatura : la forma viene forata con aghi

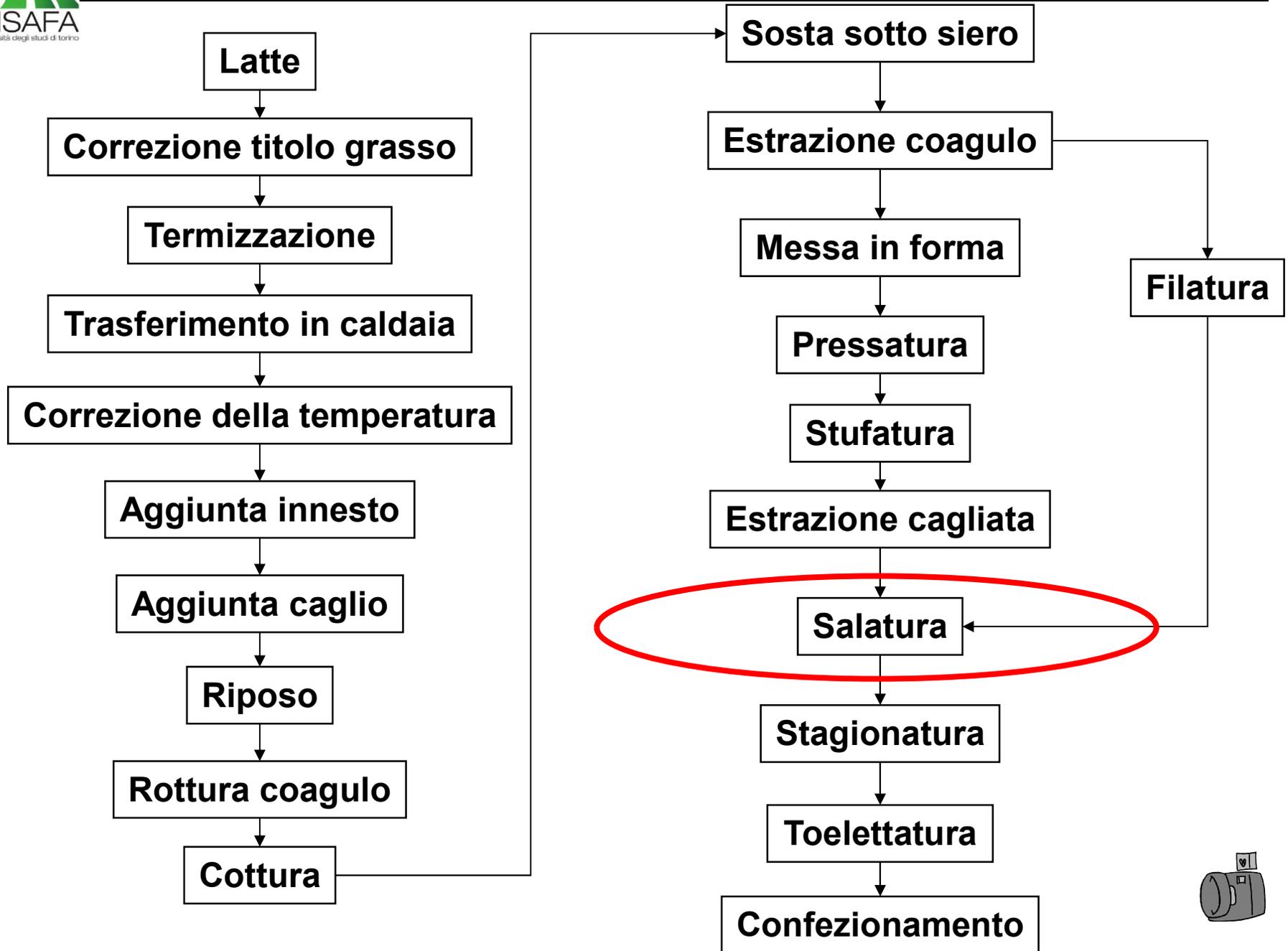




## Stufatura

- Sosta di 2-12 ore in ambiente caldo (25-30 °C) ed umido (95% UR)
- Attivazione lattici termofili → si completa l'acidificazione
- Si completa la sineresi
- Inizia la proteolisi → inizia la cremificazione
- Tipica di formaggi a pasta molle → Taleggio, Gorgonzola, Quartirolo Lombardo, Italico, Crescenza





**Quasi tutti i formaggi vengono salati. Fanno eccezione il Pannerone Iodigiano e alcuni formaggi di pecora**

**I formaggi vengono salati per :**

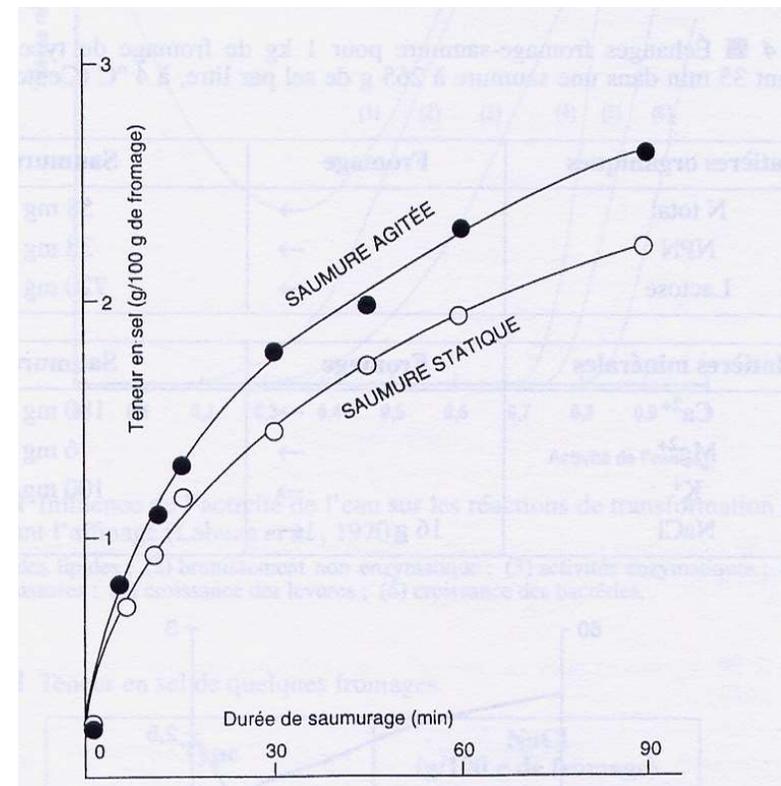
- favorire lo spurgo del siero → osmosi
- controllare lo sviluppo dei batteri lattici e quindi l'acidificazione
- controllare lo sviluppo della microflora
- facilitare la solubilizzazione delle proteine
- aumentare la gradevolezza del prodotto

Concentrazione 0 – 15% (Domiate egiziano, Feta greca)



- Maggiore la concentrazione della salamoia → maggiore penetrazione del sale
- Maggiore temperatura della salamoia → maggiore penetrazione del sale → salamoie calde rammolliscono i formaggi, salamoie troppo fredde induriscono la crosta e rallentano la penetrazione del sale

- Maggiore l'umidità della pasta → maggiore la velocità di assorbimento del sale
- Forme piccole → maggiore assorbimento
- Forme cubiche (6 direzioni) assorbono più delle cilindriche (2 direzioni) e delle sferiche (1 direzione)
- Agitazione salamoia

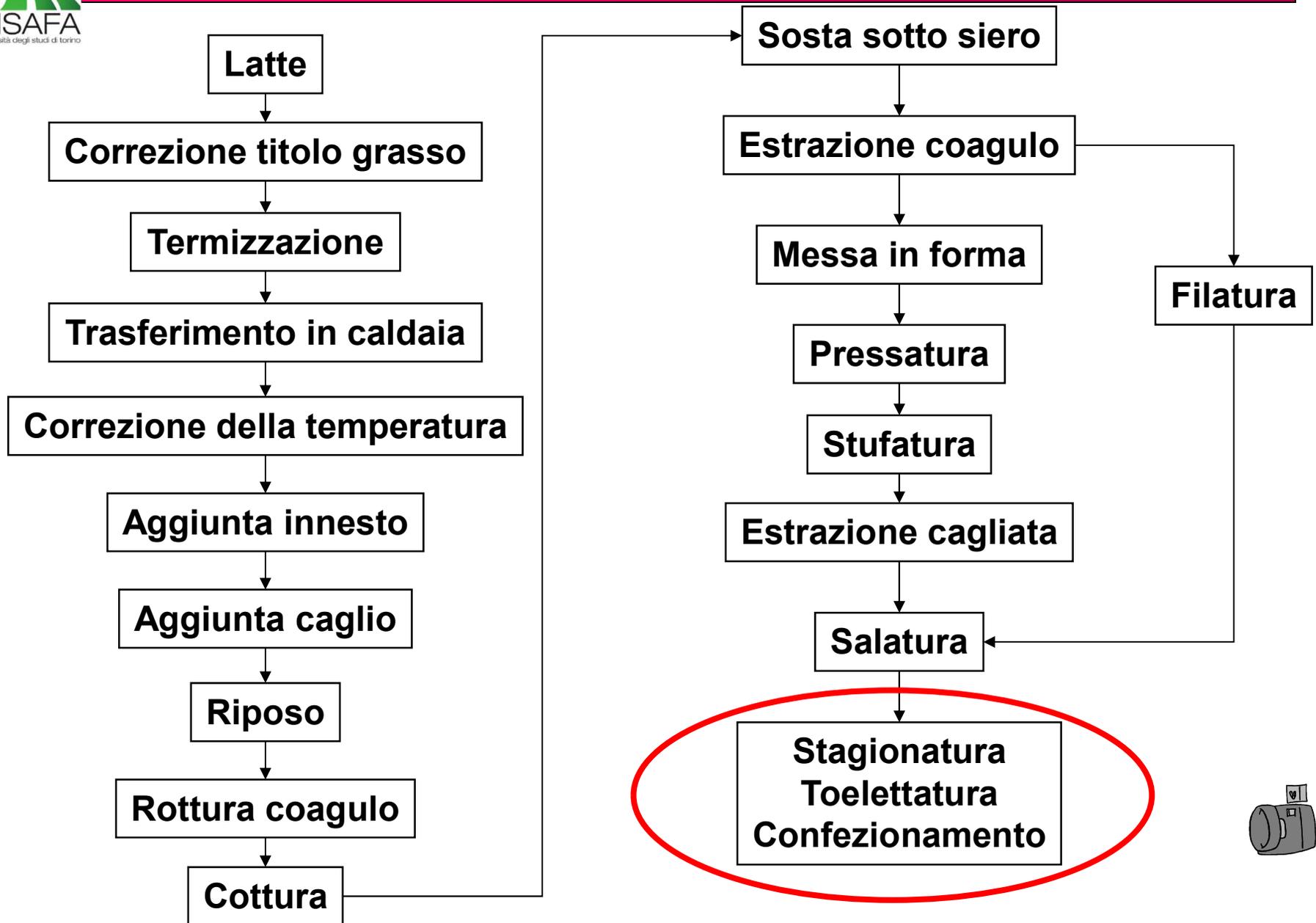


## Modalità salatura

- Salatura a secco → sale posto sulla superficie
- Salatura in salamoia → 24-25 °Bé → galleggiamento forme ! → molti vantaggi (regolare salatura, meccanizzabile, perdite ridotte di sale)
- Salatura in pasta durante la fresatura (Castelmagno, Cheddar, Cantal)
- Salatura del latte (Domiatì)

### Particolari tipologie di salatura:

- paste filate salate durante la filatura
- coagulo salato durante il lavaggio (Asiago pressato, Fontal, Chantal)
- durante la conservazione con la pulizia (Fontina, Taleggio, Puzzone di Moena)
- conservazione in salamoia (Feta, Asino, Domiatì)



# Additivi

## ❖ batteriostatici

- ✓ lisozima (E1105) → lisa la parete dei G+ per l'attività  $\beta(1-4)$ glucosamminidasi che scinde il legame tra il C1 dell'acido N-acetil maramico ed il C4 della N-acetil glucosammina → nei G+ circa il 50% della parete ha struttura mucopolisaccaridica, mentre nei G- è il 1-10%; molto sensibile *Clostridium tyrobutyricum*; poco i lattici
- ✓ esametilentetramina (E239)
- ✓ nitrati (E251-252) → 200 ppm → attivo sul gonfiore butirrico
- ✓ acido sorbico e sorbati (E200-203)
- ✓ pimaricina (E235)
- ✓ nisina (E234)

## ❖ coadiuvanti coagulazione

- ✓ cloruro calcio (E509) → max 0.02%; può dare amaro in eccesso

## ❖ coloranti

- ✓ annatto (E160a) → per formaggio e burro → 1-20 g/hL
- ✓  $\beta$  carotene (E160b) → più cari → per burro
- ✓ paprika (E160c)
- ✓ estratto di barbabietola (E162)
- ✓ clorofille (E140-142)
- ✓ ossido di titanio (E171)
- ✓ ossidi di ferro (E172)
- ✓ litolrubina (E180)
- ✓ carbone vegetale (E153)

## ❖ modificatori pH

- ✓ acido citrico (E330)
- ✓ acido lattico (E270)
- ✓ Glucono-delta-lattone (E575)
- ✓ acido acetico (E260)

# Additivi

- ❖ trattamento superficiale
  - ✓ paraffina (E234)
- ❖ emulsionanti/stabilizzanti
  - ✓ alginati (E400-404)
  - ✓ carragenine (E407)
- ❖ acido benzoico e benzoati (E200-219)
- ❖ silicati (E551-559)
- ❖ fosfati (E338-341 450-452)
- ❖ carbonato di calcio (E170)
- ❖ carbonato di magnesio (E504)
- ❖ cloruro di calcio (E509)
- ❖ anidride carbonica (E290)
- ❖ azoto (E941)
- ❖ sali fusione
  - ✓ citrati (E331-332)
  - ✓ polifosfati (E450-455)

## *Occhiatura*

- microrganismi responsabili → batteri lattici omo- ed etero-fermentativi; batteri propionici; coliformi; clostridi; lieviti
- favoriscono l'occhiatura: la riduzione del sale; la temperatura elevata; la crosta elastica
- inibisce l'occhiatura: la pastorizzazione del latte; salature elevate; bassa temperatura dei magazzini; croste indurite

## *Maturazione → digestione enzimatica della cagliata*

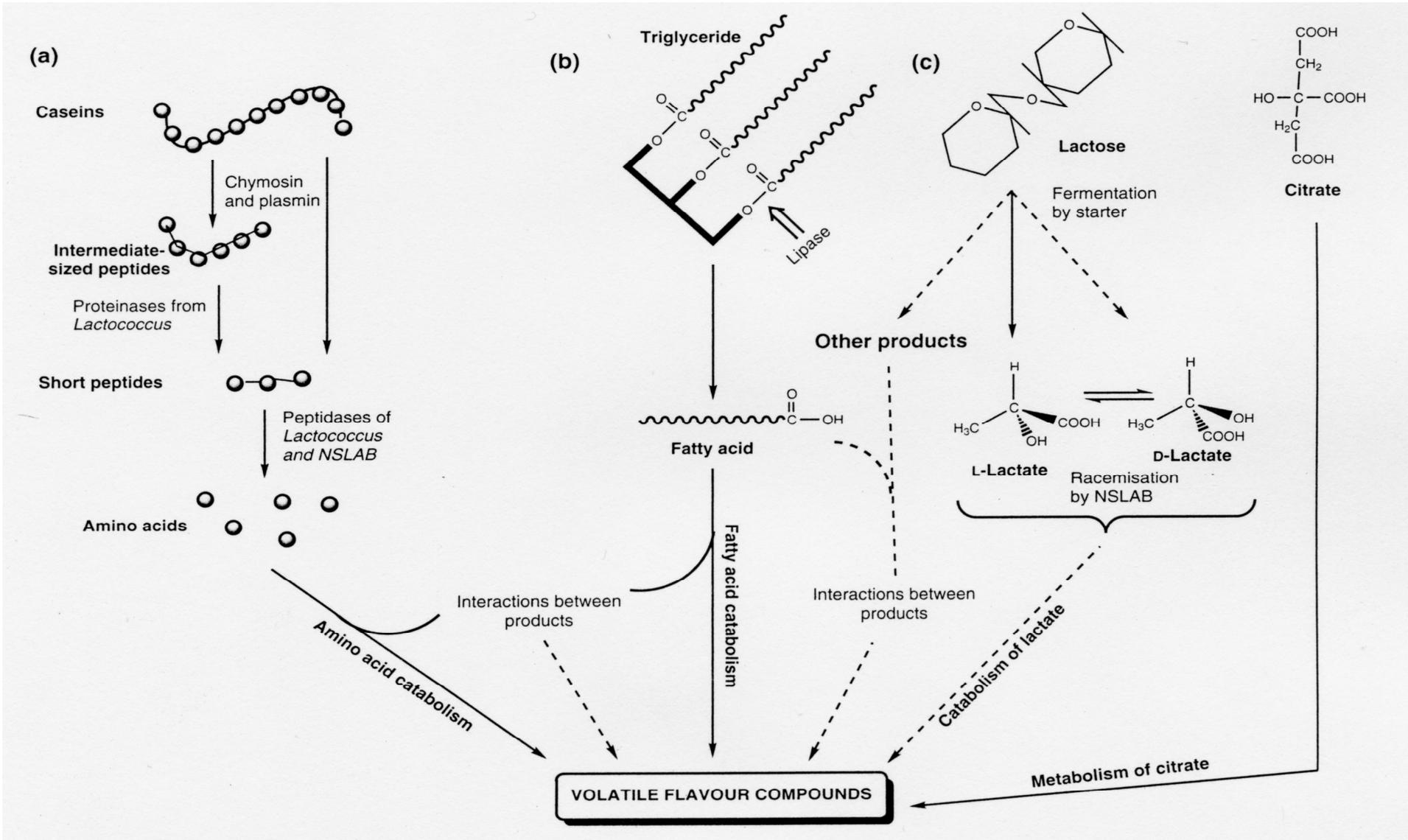
### **Intensità azione enzimatica influenzata da:**

- dose enzimi → > dose > azione
- temperatura → > temperatura > azione
- umidità → > umidità > azione
- tempo → > tempo > azione
- grasso → > grasso > azione
- sale → > sale < azione
- pH → pH<5.00 rallentano l'azione

### **Agenti maturazione:**

- enzimi del latte
- enzimi del caglio
- enzimi da batteri lattici
- enzimi da microflora casearia secondaria
- enzimi da batteri occasionali
- reazioni cataboliche di amminoacidi e acidi grassi

# LA STAGIONATURA

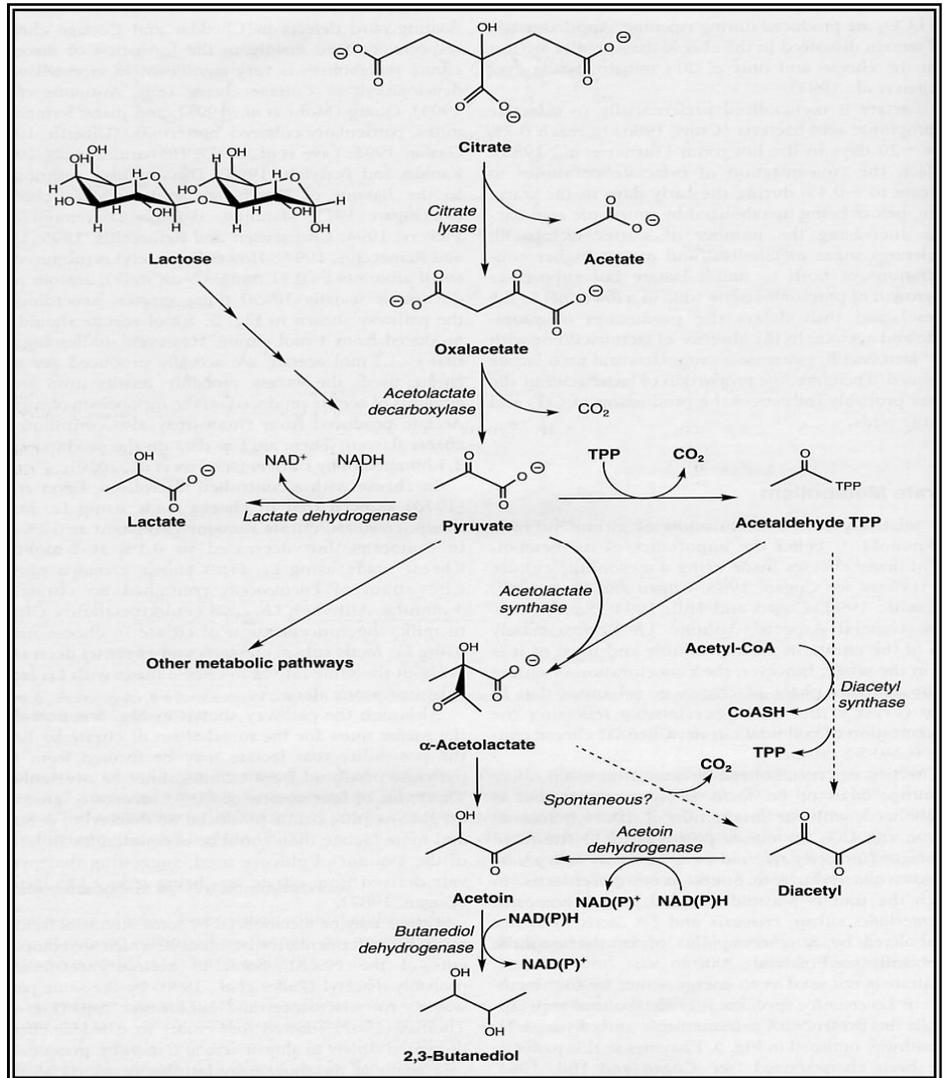




## GLICOLISI

### METABOLISMO DELL'ACIDO CITRICO

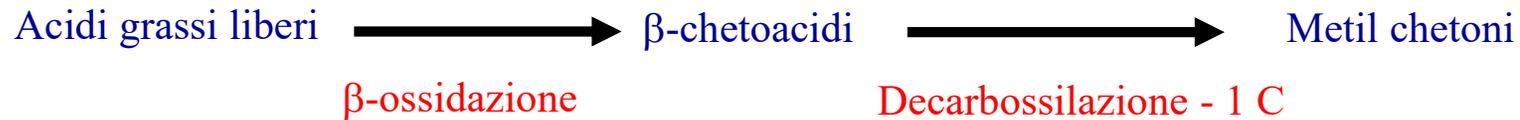
- ✓ Metabolizzato da lattococchi Cit<sup>+</sup> che contengono un plasmide per il trasporto del citrato.
- ✓ Non viene metabolizzato dagli altri LAB.
- ✓ Si produce CO<sub>2</sub> → occhiatura.
- ✓ Si produce diacetile e acetoino



## LIPOLISI

## METABOLISMO DEGLI ACIDI GRASSI

### ✓ Metil chetoni



### ✓ Alcoli secondari



### ✓ Esteri

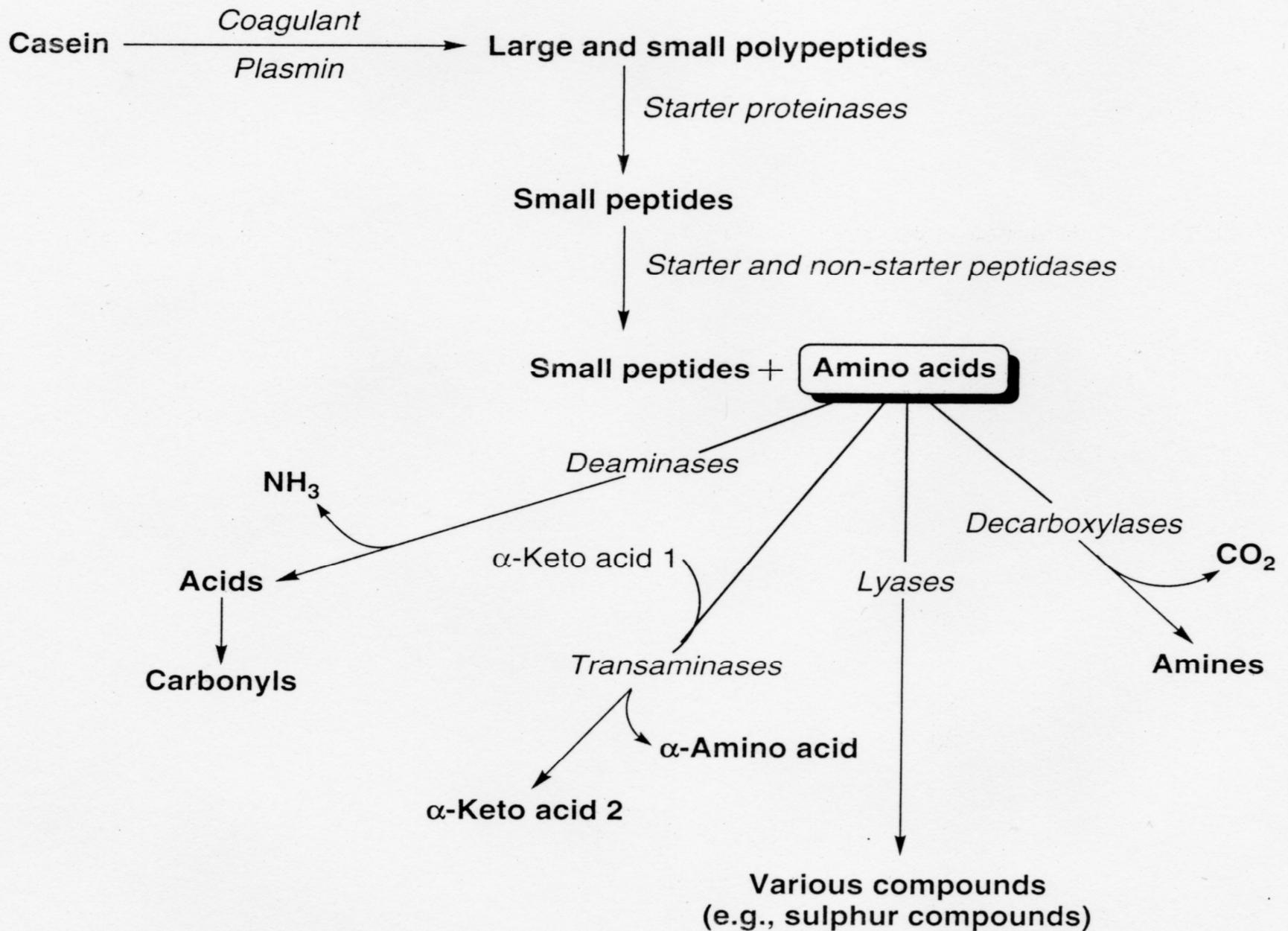


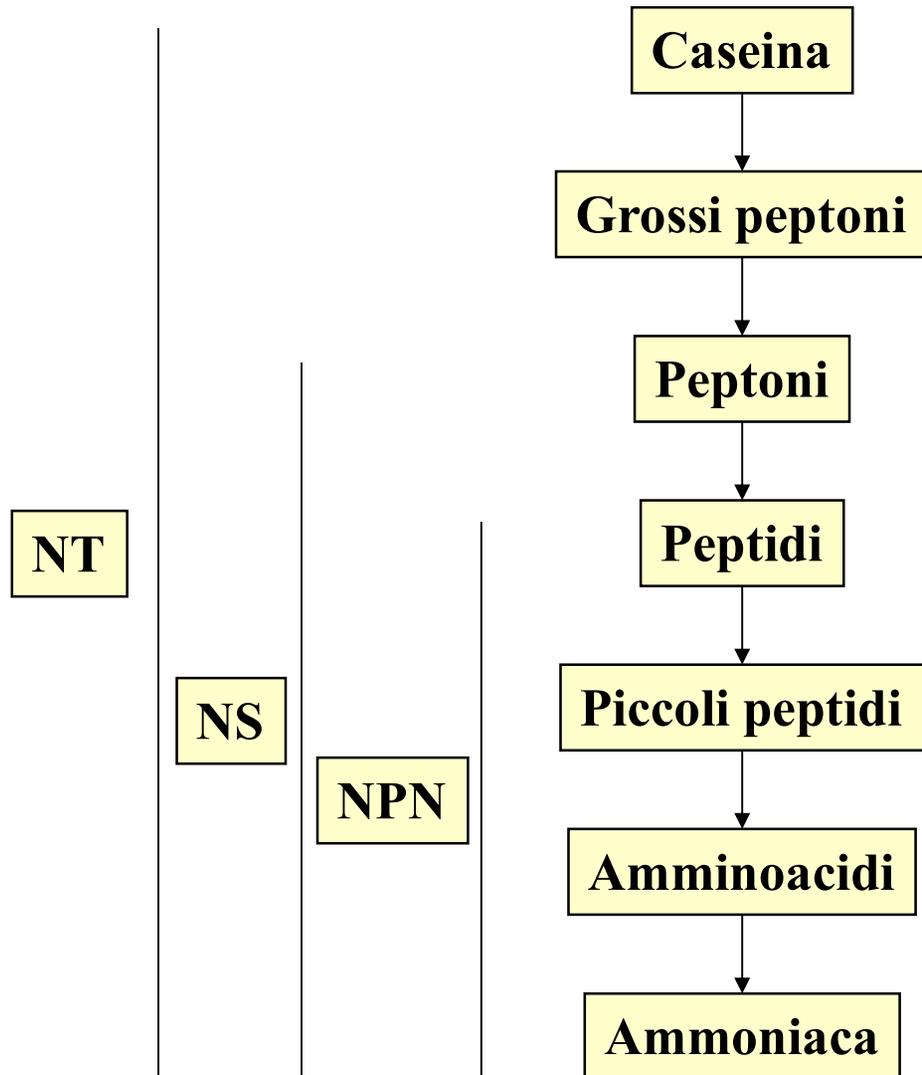
### ✓ Lattoni





# PROTEOLISI





### Proteolisi

E' il fenomeno principale

- si formano sapori con odore e sapore
- agisce sul pH
- modifica la struttura della pasta
- agisce sul valore di aW

**Coeff. di maturazione (%)**  
**N sol / N tot**

Formaggi molli IM > 20  
Formaggi semicotti IM < 18  
Formaggi duri IM > 30

La velocità della proteolisi è influenzata da:

- temperatura (a 21 °C è due volte più rapida che a 0 °C)
- umidità del formaggio (aumenta con l'aumentare dell'umidità)
- pH (l'azione degli enzimi è influenzata dal pH)
- lipolisi (una rapida lipolisi rallenta la proteolisi poiché gli acidi grassi liberi inibiscono i batteri)
- quantità di caglio
- quantità di sale (rallenta alcune proteasi)
- polimorfismo genetico delle caseine

Enzimi proteolitici

- Dal caglio → Chimosina → rottura  $\beta$ -caseina (peptidi amari),  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\kappa$
- Dal latte → plasmina → rottura  $\beta$ -caseina ( $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$ )
- Da cellule somatiche → catepsine B, D, G, H, L
- LAB → agiscono negli stadi finali → necessitano di aminoacidi

(%)	N sol/N tot	N amminico/N sol	N ammoniacale/N sol
<i>Gruyere</i>	16-20	32-37	10-14
<i>Camembert</i>	30-40	9-12	21-27
<i>Brie</i>	40-50		10-20
<i>Crescenza</i>	10-15		5-6
<i>Asiago</i>	10-27		
<i>Pecorino romano</i>	25-35	10-12	19-22
<i>Grana</i>	20-40		20-26
<i>Taleggio</i>	35-50	15-22	5-10
<i>Roquefort</i>	45-55	40-45	9-15
<i>Gorgonzola</i>	65-70	35-45	6-14
<i>Robiola</i>	35-45	20-30	3-6
<i>Provolone</i>	17-30	7-15	4-6
<i>Italico</i>	9-15		4-6
<i>Fontal</i>	16-20		2-4
<i>Emmental</i>	25-35	30-50	7-10
<i>Feta</i>	20-30	10-12	3-10
<i>Cheddar</i>	40-60	30-50	7-12

## Crosta

- Fondamentale per regolare gli scambi con l'esterno → assente nei formaggi freschissimi
- Pelle e buccia nelle prime fasi (robiola, mozzarella, caciocavallo etc.)
- Sotto la crosta l'unghia o sottocrosta

### *Crosta*

- **attiva** → con microrganismi che partecipano attivamente alla maturazione (Mucor, Geotricum, Penicillium, ecc.) → maturazione centripeta
- **passiva** → hanno azione protettiva e di regolazione degli scambi gassosi e idrici con l'esterno → maturazione centrifuga
- una buona crosta è sottile, ben differenziata, consistente, dura, elastica e con scarso sottocrosta (unghia)
- possibili trattamenti → affumicatura, lavaggio, paraffinatura ecc.
- sviluppo di microrganismi → trattamenti appropriati
- le croste attive si formano naturalmente o per inoculo

## Crosta fiorita

- prodotti in genere a pasta molle con feltro superficiale
- maturazione centripeta con formazione di ammoniaca ed amaro se eccessiva

## Crosta lavata

- la crosta viene lavata con acqua e sale
- caratteristica di Fontina, Taleggio, Puzzone di Moena, Pont l'Eveque, Reblochon, Abondance, Beaufort
- presente anche in altri formaggi in forma parziale quali Murazzano, Castelmagno

## Crosta pulita

- la crosta viene pulita a fondo così da evitare lo sviluppo di muffe
- si fanno anche trattamenti con olio ("cappatura")
- caratteristica di Grana Padano, Parmigiano Reggiano, Valtelina Casera, Formai de Mut, Asiago, Montasio

## Crosta ammuffita

- presenza di muffe superficiali, anche colorate
- azione delle muffe sulla pasta con proteolisi spinta
- tipica di Toma, Bra tenero, Chantal, Salers

## Crosta trattata

- alcune croste subiscono trattamenti particolari
- Fiore sardo con olio e grasso di pecora (cappatura marrone); Pecorino di Farindola con olio, aceto e pomodoro (cappatura rossa); Pecorino di Pienza con olio e pomodoro (cappatura rossa)
- uso di cenere di ginepro, spezie, erbe aromatiche, foglie di vite, cera d'api, frumento

# Tipologie di formaggi

## **A pasta molle**

*(Taleggio, Robiola, Gorgonzola, Italico, Crescenza)*

maturazione da pochi giorni a diversi mesi  
umidità 40-55%  
coagulazione lenta  
acidità elevata  
spurgo spontaneo

## **A pasta semidura e dura**

*(Grana, Pecorini, Asiago, Montasio, Emmental, Sbrinz)*

maturazione media o lunga  
cagliata cotta  
umidità bassa

## **A pasta filata tenera**

*(Mozzarella di bufala, Fior di latte, Provola, Scamorza)*

## **A pasta filata dura**

*(Caciocavallo, Provolone)*

## **Freschi**

*(Robiola, Tomino, Cacioricotta)*

di consumo immediato  
elevato contenuto in acqua  
coagulazione lenta  
acidità elevata

## **Fusi**

<i>Sigla</i>	<i>Caratteristiche</i>
A	Latticini freschi o stagionati (molli o duri)
B	Formaggi freschi (molli)
C	Formaggi a breve maturazione (molli o teneri)
D	Formaggi a crosta fiorita o con patina (molli o teneri)
E	Erborinati (molli o teneri)
F	Formaggi semiduri
G	Formaggi duri
H	Miscellanea

Classe		Famiglia	Tipi
Sigla	Caratteristiche		
A	Latticini freschi o stagionati (mollì o duri)	A1 Latticini ottenuti per acidificazione biologica	Prescinseua
		A2 Latticini ottenuti per aggiunta i acidi	Queso Blanco
		A3 Latticini ottenuti per coagulazione acido-termica di siero ovicaprino	Ricotta di pecora o capra
		A4 Latticini ottenuti per coagulazione acido-termica di siero vaccino	Ricotta di vacca
		A5 Latticini ottenuti per coagulazione acido-termica della panna	Mascarpone
		A6 Prodotti ottenuti dal latticello	Skyr
		A7 Prodotti ottenuti dal colostro	Kolostrumkäse – Sa Casada

Classe		Famiglia	Sottogruppo	Tipi
Sigla	Caratteristiche			
B	Formaggi freschi (mollini)	B1		Robiolino, Quark
		B2		Giuncata, Squaquerone
		B3	B3.1 B3.2	Caprino Tomino fresco di pecora o capra
		B4		Mozzarella
		B5		Cottage cheese

Classe		Famiglia	Sottogruppo	Tipi
Sigla	Caratteristiche			
C	Formaggi a breve maturazione (mollini o teneri)	C1		Crescenza
		C2		Italico, Asiago
		C3		Caciotta di pecora
		C4		Scamorza o Provola
		C5		Feta

Classe		Famiglia	Sottogruppo	Tipi
Sigla	Caratteristiche			
D	Formaggi a crosta fiorita o con patina (molliti o teneri)	D1		Camembert, Brie
		D2		Livarot, Langres
		D3		Buche de chevre, Rocamandur
		D4		Taleggio, Rusticales del Braides

Classe		Famiglia	Sottogruppo	Tipi
Sigla	Caratteristiche			
E	Erborinati (molliti o teneri)	E1	E1.1	Gorgonzola, Stilton White Stilton
			E1.2	
		E2		Blue de Bresse
E3			E3.1	Blue del Moncenisio Castelmagno
			E3.2	



Classe		Famiglia	Tipi
Sigla	Caratteristiche		
F	Formaggi semiduri	F1	Montasio
		F2	Fontal
		F3	Canestrato
		F4	Caciocavallo
		F5	Maasdam(er)
		F6	Cantal
		F7	Fontina

Classe		Famiglia	Tipi
Sigla	Caratteristiche		
G	Formaggi duri	G1	Formaggio 'di grana'
		G2	Edam (stagionato)
		G3	Pecorino romano
		G4	Provolone
		G5	Emmental
		G6	Cheddar
		G7	Puzzone di Moena

Classe		Famiglia	Sottogruppo	Tipi
Sigla	Caratteristiche			
H	Miscellanea	H1	H1.1 H1.2	Fusi Fusi per pizza
		H2		Affumicati
		H3		Grattugiati
		H4		Misti
		H5		Stagionati o conservati con modalità particolari
		H6		Specialità lattiche
		H7		Prodotti di imitazione (o di sostituzione)