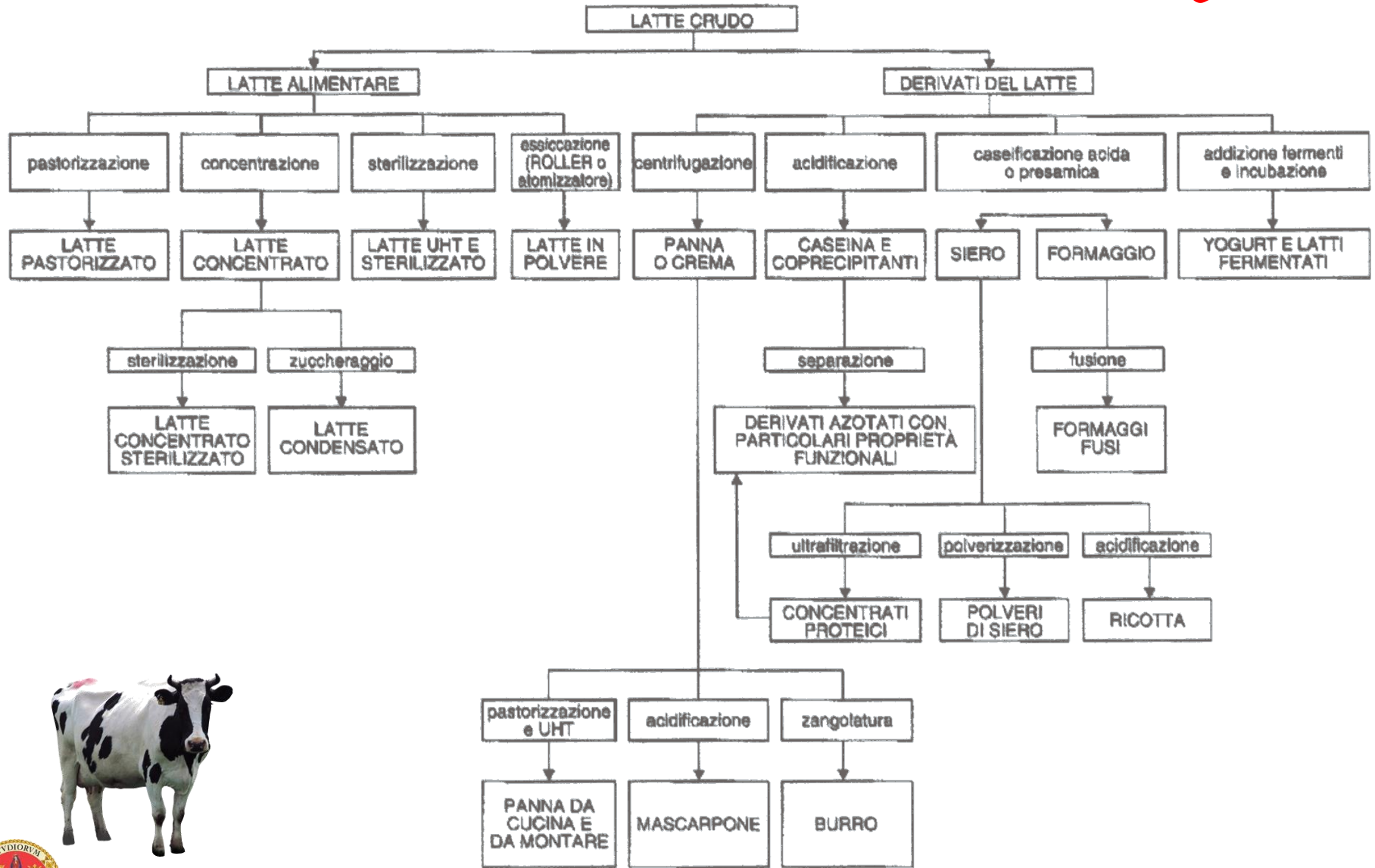


Chimica degli Alimenti

Prodotti lattiero-caseari

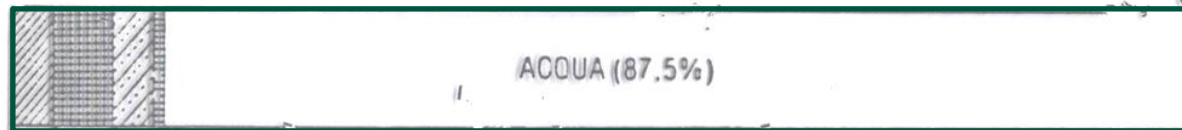


IL LATTE E I SUOI DERIVATI

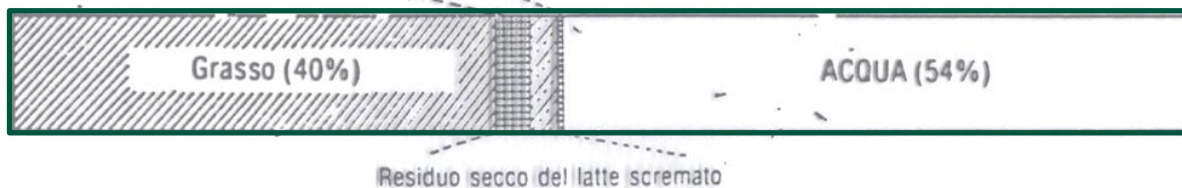


Composizione indicativa di alcuni prodotti lattiero-caseari

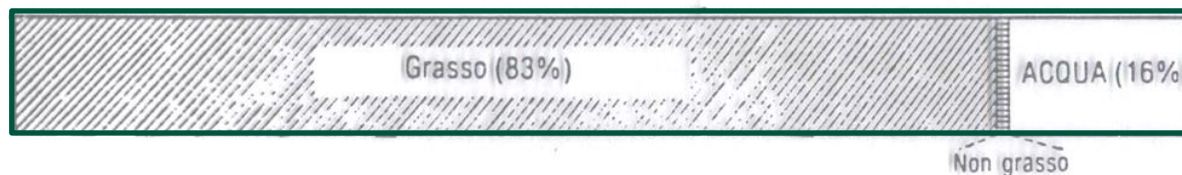
latte



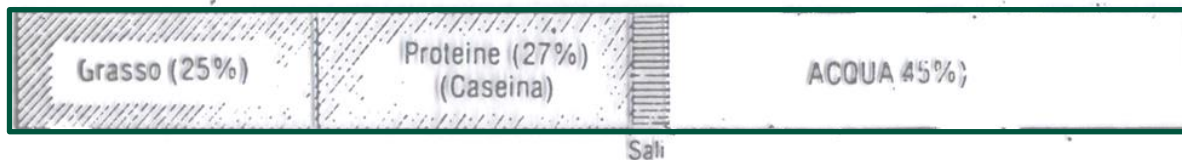
crema



burro



formaggio



LATTE



“Il latte è il prodotto della mungitura regolare, completa ed ininterrotta di animali in buono stato di salute e di alimentazione e in corretta lattazione.”

Con il termine “latte” si intende il **latte di vacca**. Per tutti gli altri bisogna aggiungere l’animale da cui si ottiene (per es. latte di bufala). Il latte bovino costituisce l’80% della produzione mondiale di latte.

Il latte è un alimento di per se quasi completo; infatti, contiene proteine, lipidi, zuccheri, minerali (soprattutto calcio) e vitamine ed è il mezzo con cui la madre trasmette, nei primi giorni di vita del figlio, elementi di difesa dell’organismo.



Alcuni componenti del latte sono sintetizzati da precursori direttamente:

nell'apparato mammario (caseine, β -lattoglobuline, α -lattoalbumina, lipidi, lattosio), altri provengono direttamente **dal sangue** (immunoglobuline, sieroalbumina, componenti minerali)

da tessuti animali (membrana dei globuli di grasso).

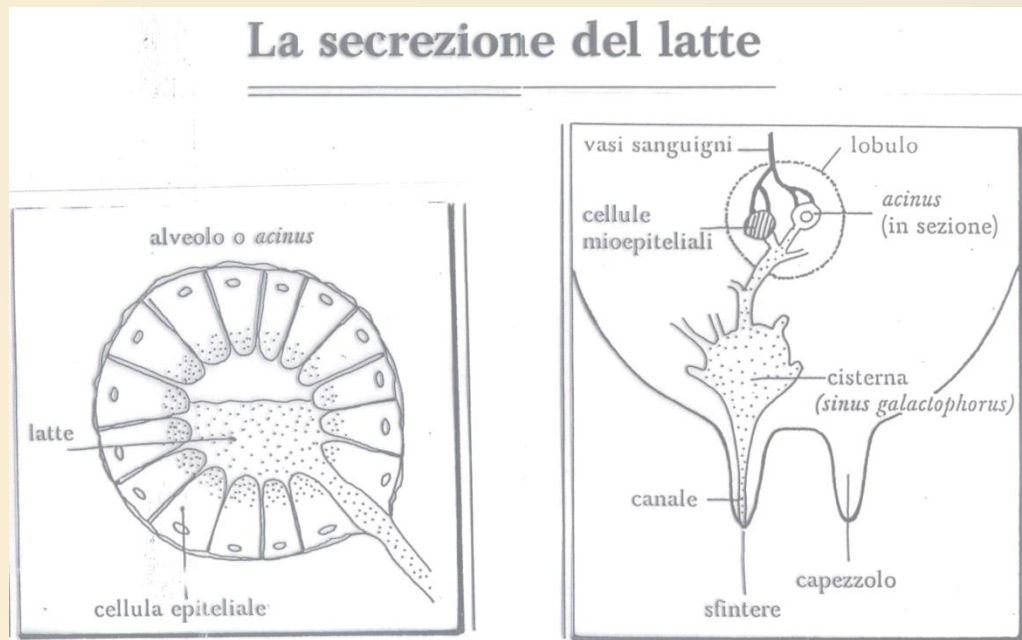
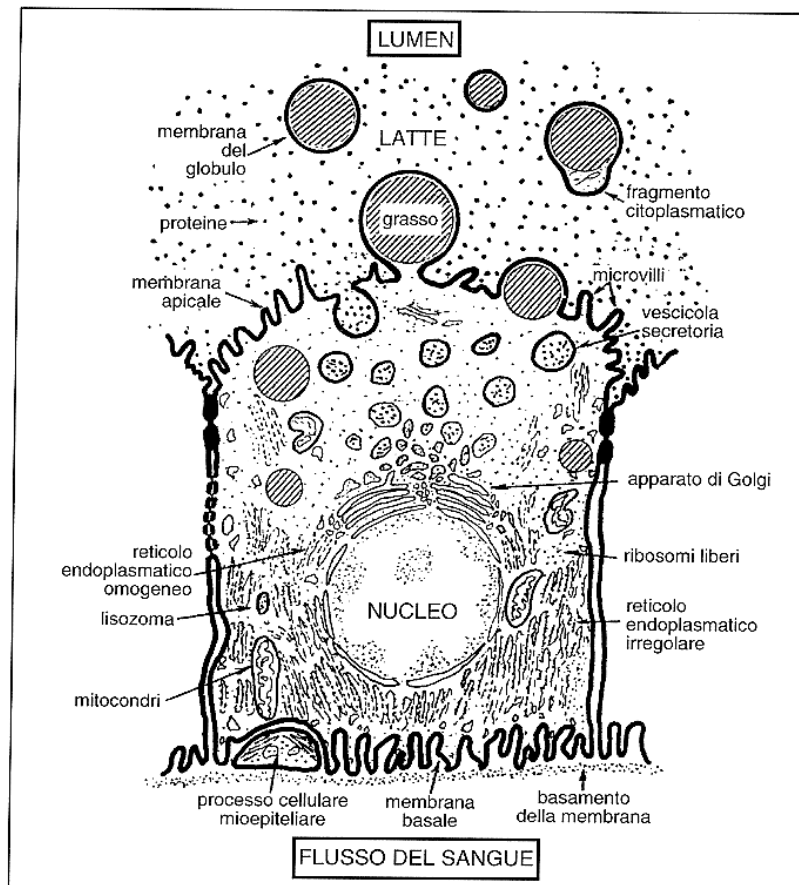


Fig. 3 - Il latte è sintetizzato nelle cellule epiteliali, che raggruppate formano un alveolo o acinus.

Fig. 4 - Gli acini riuniti in grappoli, formano i lobuli, che sono in comunicazione con la cisterna del latte; questa comunica con l'esterno mediante il canale del capezzolo e lo sfintere.



Rappresentazione schematica di una cellula dell'epitelio secretorio di una ghiandola mammaria. Dette cellule formano uno strato attorno al lumen degli alveoli della stessa ghiandola mammaria. L'espulsione del latte dal lumen attraverso il dotto dell'alveolo è determinata dalle contrazioni indotte dall'ossitocina



Composizione indicativa dei latti di alcune specie di animali allevate per produrre latte
(dati espressi in percentuali in peso)



	Vacca	Bufala	Capra	Pecora
Acqua	87,3	82,2	87,2	81,4
Zuccheri	4,7	4,7	4,5	4,5
Materia grassa	3,8	7,5	3,8	7,4
Proteine (N X 6,38)	3,3	4,8	3,6	5,8
Sali	0,9	0,8	0,9	0,9



Composizione dei lattici di alcune specie animali

Descrizione	Composizione di 100 grammi					Durata della gestazione (giorni)	Tempo per raddoppiare il peso alla nascita (giorni)	Peso del cervello (grammi)
	ACQUA %	GRASSO %	LATTOSIO %	SALI %	PROTEINE %			
LATTE UMANO	88,3	3,5	6,5	0,2	1,5	270	170	1.200
EQUIDI								
Cavalla	90	1,5	5,9	0,4	2,2	340	50	650
Asina	90	1,5	6,2	0,5	1,8	360		360
RUMINANTI								
Vacca	87,5	3,5	4,9	1,0	3,1	285	35	500
Capra	86,4	4,3	4,5	0,8	4	155	22	130
Pecora	80,9	7,5	4,5	1,1	6	150	30	
Bufala	82,2	7,5	4,7	0,8	4,8			
Renna	68,1	17,5	2,5	1,5	10,4	230		
SUINI								
Scrofa	81,7	6	5,4	0,9	6	115	13	160
CARNIVORI E RODITORI								
Gatto	80	5	5	1	9	60		25
Cane	75,8	10	3	1,2	10	63	9	
Coniglio	70,7	12	1,8	2	13,5	35	6	10
CETACEI								
Balena	55,7	35	0,8	0,5	10			



Composizione dei latti di alcune specie animali

	donna	capra	pecora	bovina	bufala	asina
lattosio (g/100ml)	7,0-7,2	4,1-4,8	4,8-5,0	4,8-5,0	4,7-4,9	6,0-6,2
calcio (mg/100ml)	30-34	126	185	120	180	67
fosforo (mg/100ml)	14	97	150	93	130	48
sodio (mg/100ml)	18	40	46	50	40	21
ferro (μ g/100ml)	60	55	70	46	-	-
Vit. A (mg/100ml)	0,06	0,04	0,03	0,03	-	-
Vit. E (mg/100ml)	0,02	0,04	-	0,01	-	-
Vit. D (mg/100ml)	0,05	0,04	-	0,08	-	-



Le diverse cause che influiscono sulla composizione e che definiscono le modalità da rispettare nella mungitura, le corrette regole dell'alimentazione e le buone condizioni fisiologiche e sanitarie della vacca richiamate nella stessa definizione del latte, possono essere riunite nei cinque gruppi illustrati di seguito:

- Fattori genetici
- Stato fisiologico e sanitario delle bovine
- Fattori ambientali
- Influenza dell'alimentazione
- Fattori tecnologici



Le proprietà del latte dipendono, più che dalla distribuzione percentuale dei vari componenti, dalle aggregazioni strutturali, mediante le quali si stabiliscono rapporti di **emulsioni, dispersione o soluzione colloidale con la fase disperdente acquosa**, rappresentata da una soluzione di zuccheri e sali minerali.

Tra i componenti in soluzione gli ioni dei sali minerali giocano un ruolo importante nello stabilizzare le strutture organizzate (globuli di grasso e micelle caseiniche) mediante reazioni all'equilibrio tra la fase colloidale e la soluzione.



Modello di una submicella (A) e di una micella caseinica composta di submicelle e fosfato di calcio colloidale (B). Il fosfato di calcio colloidale occupa la zona leggermente punteggiata tra le submicelle

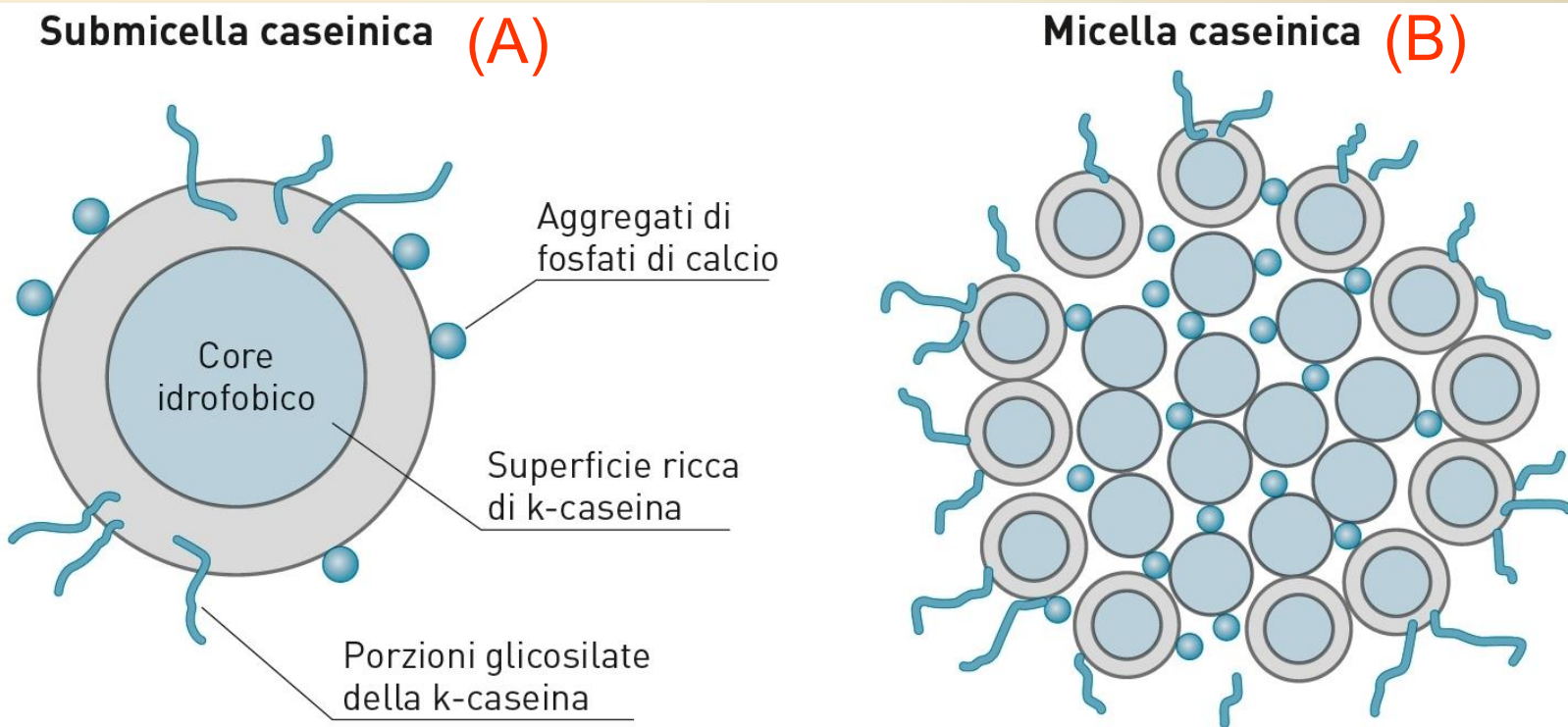


Figura 9.2 Struttura delle submicelle e micelle caseiniche.



Composizione dei latte vaccino

Principi alimentari		Quantità per 1 kg di latte
Acqua		875 g
Lipidi	Trigliceridi (95%) Di mono gliceridi (2-3%) } 98% Acidi grassi liberi Fosfolipidi } 1% Steroli – Colesterolo – Altri	32-35 g
Proteine	Caseina – α_s – β – k } 74% – γ – minori } Siero proteine – β -Lattoglobulina – α -Lattalbumina – Albumina siero di sangue } 22% – Immunoglobuline – Proteoso-peptoni } Enzimi – Proteasi, Lipasi, Lisozima, Perossidasi, Fosfatasi ecc.	29-33 g
Sostanze azotate non proteiche	– Amminoacidi liberi – Urea – Ammoniaca – Altri (creatina, nucleotidi, ecc.) } 4%	
Glucidi	Lattosio Glucosio Altri (Amminozuccheri, ecc.)	46-50 g



Sostanze azotate del latte

95% da proteine

5%, sostanze non proteiche (amminoacidi liberi, nucleotidi, urea, ammoniaca, creatina, creatinina, ecc.).

La maggior parte delle proteine è sintetizzata dalla mammella utilizzando, come precursori, gli amminoacidi presenti nel sangue.

Alcune di queste proteine, entro lo stesso apparato mammario, subiscono una lisi ad opera della proteasi alcalina nativa (plasmina).

Altre proteine (dal 3 al 4% della frazione proteica totale) derivano senza alcuna modificazione dal siero del sangue; questa frazione è più elevata nel colostro.

Contribuiscono alla frazione delle proteine presenti nel siero di latte anche frammenti della membrana apicale da cui deriva la membrana dei globuli di grasso.



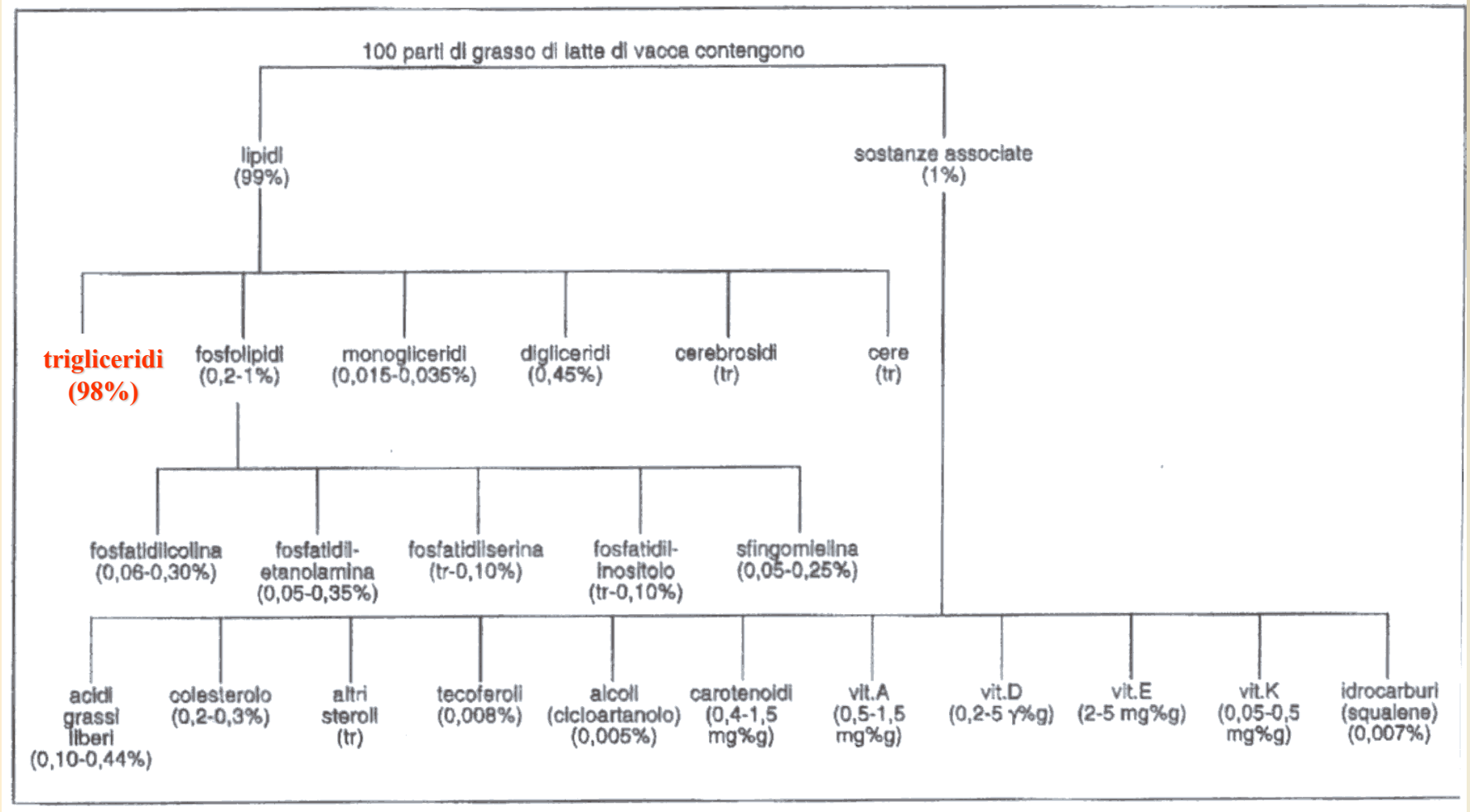
Le proteine sintetizzate dalla mammella, e quindi caratteristiche del latte, sono le **caseine**, la **β -lattoglobulina** e l' **α -lattalbumina**. Sono presenti nel latte di tutte le specie sia pure con diversa struttura primaria e una diversa distribuzione, caso a caso, anche se conservano alcuni caratteri di similitudine soprattutto negli animali allevati per la produzione del latte.

Nel latte di vacca, le caseine sono un gruppo di fosfoproteine precipitabili per azione del caglio e per acidificazione del latte a pH 4,6. Sono a struttura aperta, cioè con pochi tratti della catena amminoacidica organizzati in strutture secondarie e sono, pertanto, facilmente soggette a lisi enzimatica, come è dimostrato dalla lisi post secretoria della casina β ad opera della plasmina ancora nell'apparato mammario.

Avendo nella composizione pochi o nessun residuo cisteinico, le caseine sono stabili al calore. La distribuzione più o meno regolare delle cariche positive o negative sulla superficie molecolare, dovute alla presenza di amminoacidi polari o a gruppi fosforici, è alla base della capacità di dare aggregati di natura micellare che si formano entro la mammella.



Composizione del grasso del latte di vacca



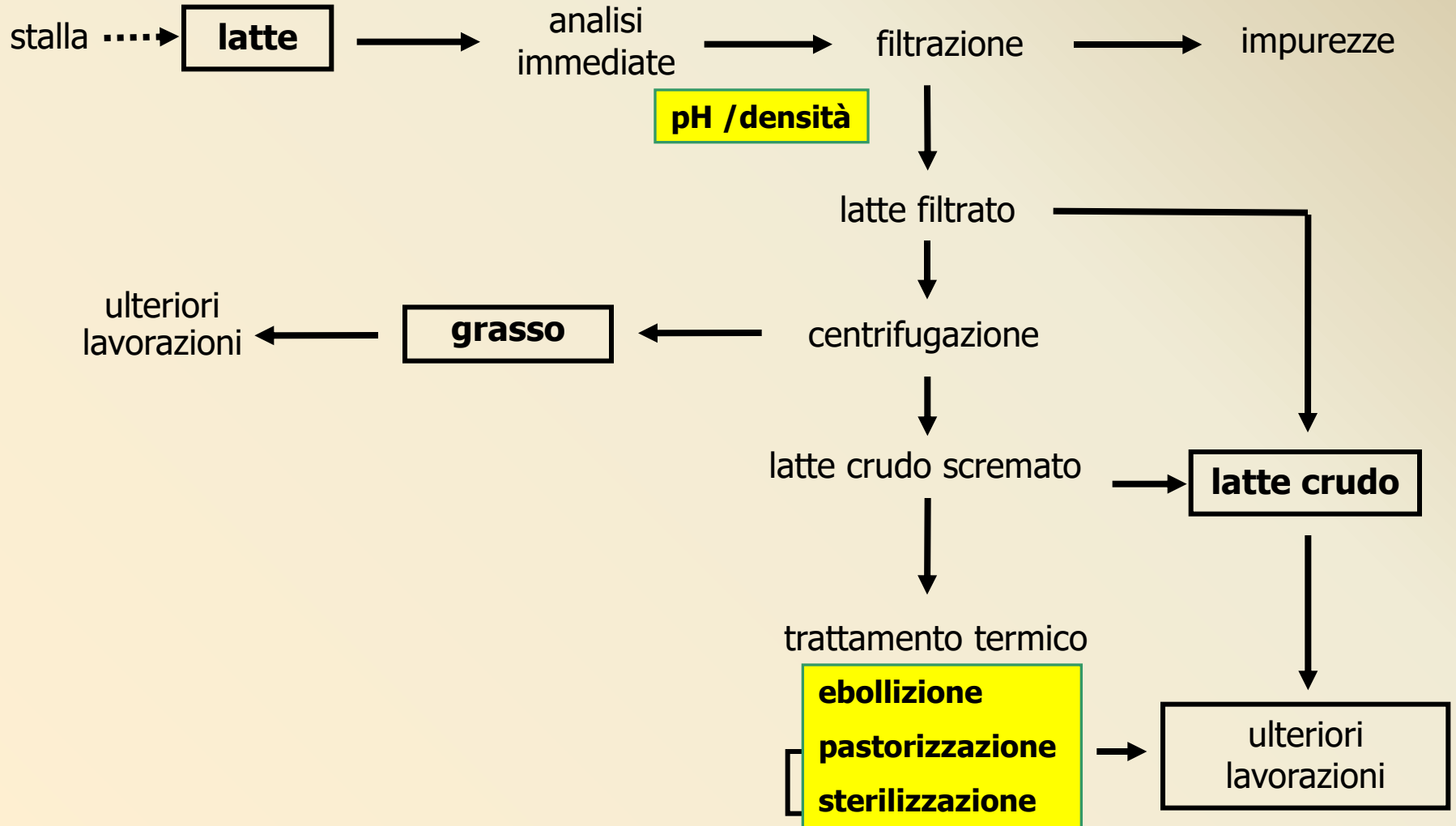
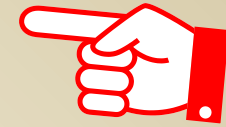
Componenti zuccherini del latte

La quasi totalità degli zuccheri del latte è costituita dal lattosio, che è il maggior componente solubile (4,5 – 5,0 g/100 ml di latte) avente un ruolo fondamentale nel regolare l'equilibrio osmotico con il sangue durante la secrezione latte.

Il lattosio è la sostanza indispensabile per moltissime fermentazioni che si sviluppano nel latte; tra queste l'importantissima fermentazione lattica, utilizzata nella preparazione di molti derivati nei quali è essenziale il ruolo dei batteri lattici, sia omo che eterofermentanti.



Il ciclo di produzione del latte



Definizione e tipi di latte alimentare

Per latte alimentare si intende quello, prodotto dalle varie specie di animali lattiferi, utilizzato per l'alimentazione umana come tale o privato di una parte più o meno rilevante di acqua per ridurre le spese di trasporto e/o conservazione.

Tutti i latti alimentari devono mantenere il più possibile integre le caratteristiche nutrizionali e sensoriali ed essere igienicamente sicuri. Questo significa che i latti alimentari siano ottenuti da **latte crudo** che, al momento della produzione, possieda i requisiti di legge ed abbia subito, prima della commercializzazione, **trattamenti di sanitizzazione** idonei a distruggere tutti i germi patogeni.



Da un punto di vista tecnologico vanno considerate anche le reazioni sollecitate dal calore. I derivati del latte sono, infatti, tra gli alimenti più sensibili agli effetti delle reazioni di degradazione non enzimatica degli zuccheri sollecitate dal calore. In particolare, le **reazioni di imbrunimento secondo Maillard** che coinvolgono lattosio e proteine del latte sono favorite dalle alte concentrazioni di lattosio e proteine ricche di lisina in molti prodotti lattieri.



Il **latte crudo** da consumarsi direttamente deve sottostare durante la produzione alla stalla alle regole descritte nel DPR 54 del 14.1.1997. Per definizione il **latte crudo non deve essere stato riscaldato a temperature superiori a 40 °C**. Invece i latti alimentari normalmente destinati al consumo in forma liquida, devono essere sempre stati sottoposti ad un trattamento termico sanitizzante qualunque sia la procedura di abbattimento della flora microbica che ne determina la conservabilità; ci riferiamo, oltre che ai trattamenti termici, alla bactofugazione ed alla **microfiltrazione**.

Il consumo di latte crudo può presentare dei rischi e presso il Ministero della Salute è stato istituito un tavolo tecnico con il compito di valutare le problematiche derivanti dal consumo di prodotti lattiero-caseari ottenuti con latte crudo.



la Legge italiana suddivide i latti pastorizzati nelle seguenti classi di qualità:

Latte pastorizzato è quello sottoposto al trattamento di pastorizzazione che al consumo presenti: prova della fosfatasi alcalina negativa; contenuto di sieroproteine solubili non denaturate non inferiore all'11% delle proteine totali

Latte fresco pastorizzato è quello che perviene crudo allo stabilimento di confezionamento e qui sottoposto ad un solo trattamento termico entro 48 ore dalla mungitura; al consumo deve presentare: prova della fosfatasi alcalina negativa; prova della perossidasi positiva; contenuto in sieroproteine solubili non denaturate non inferiore al 14 % delle proteine totali



Latte fresco pastorizzato di alta qualità è il latte fresco pastorizzato proveniente da latte crudo con **proteine ≥ 32 g/L**; **grasso ≥ 35 g/L**; carica batterica massima a 30 °C 100000 ufc/ml; numero massimo di cellule somatiche 300000/ml e che presenti al consumo un contenuto in **proteine solubili non inferiore a 15,50%** delle proteine totali.



Le condizioni di trattamento vanno regolate in modo da avere, in tutti i tipi di latte, la minor influenza possibile sulle proprietà chimico-fisiche iniziali e sulle caratteristiche nutrizionali e sensoriali.

Questo obiettivo si persegue con i trattamenti a flusso continuo che prevedono il confezionamento asettico dei prodotti trattati. Rientrano in questa categoria i trattamenti di pastorizzazione **HTST** (High temperature short time) e di sterilizzazione **UHT** (Ultra High temperature) nei quali si opera a temperature più alte che nei trattamenti tradizionali ma con soste brevissime a queste temperature in modo che grazie alla diversa influenza dell'incremento della temperatura sulla velocità delle reazioni di distruzione delle spore (S) e delle altre trasformazioni chimiche (C) è possibile ottenere gli effetti desiderati nella distruzione dei microrganismi con ridotte trasformazioni chimiche.



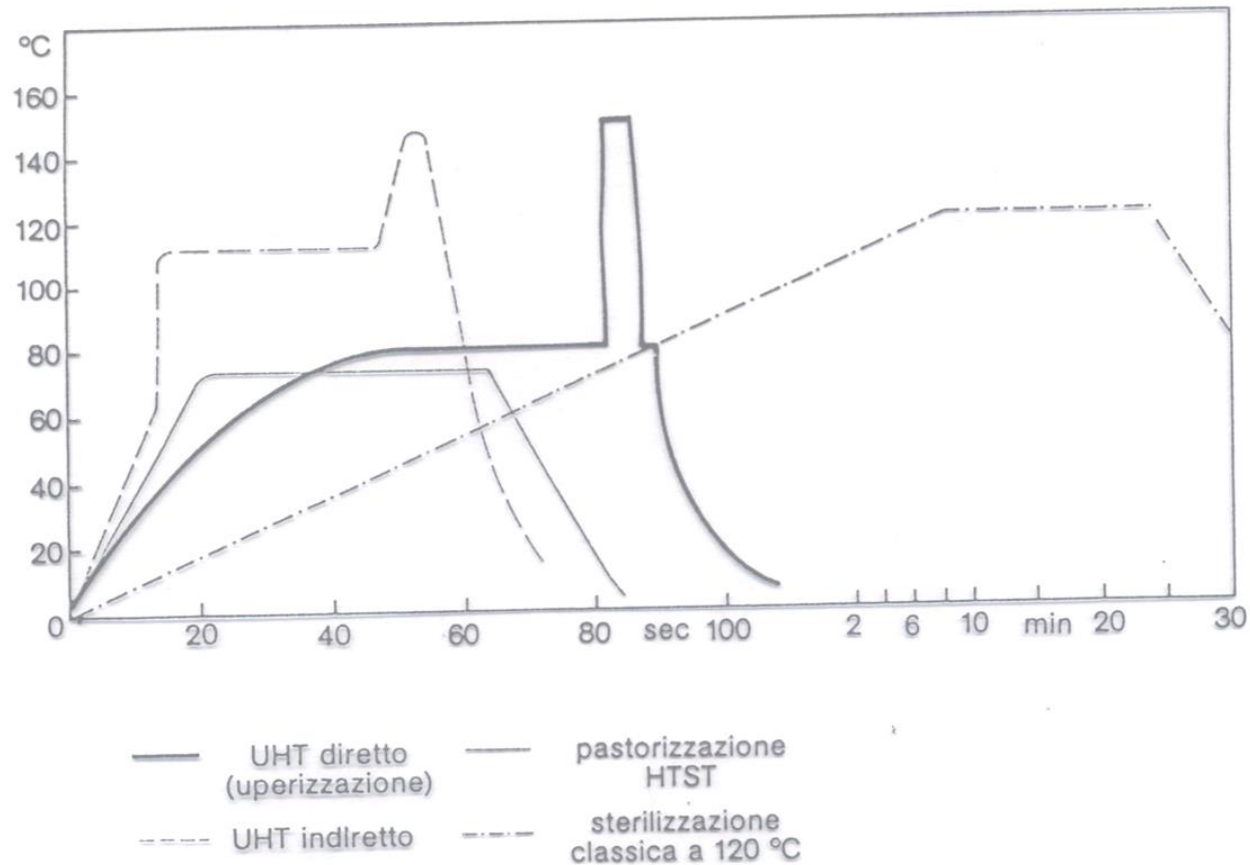
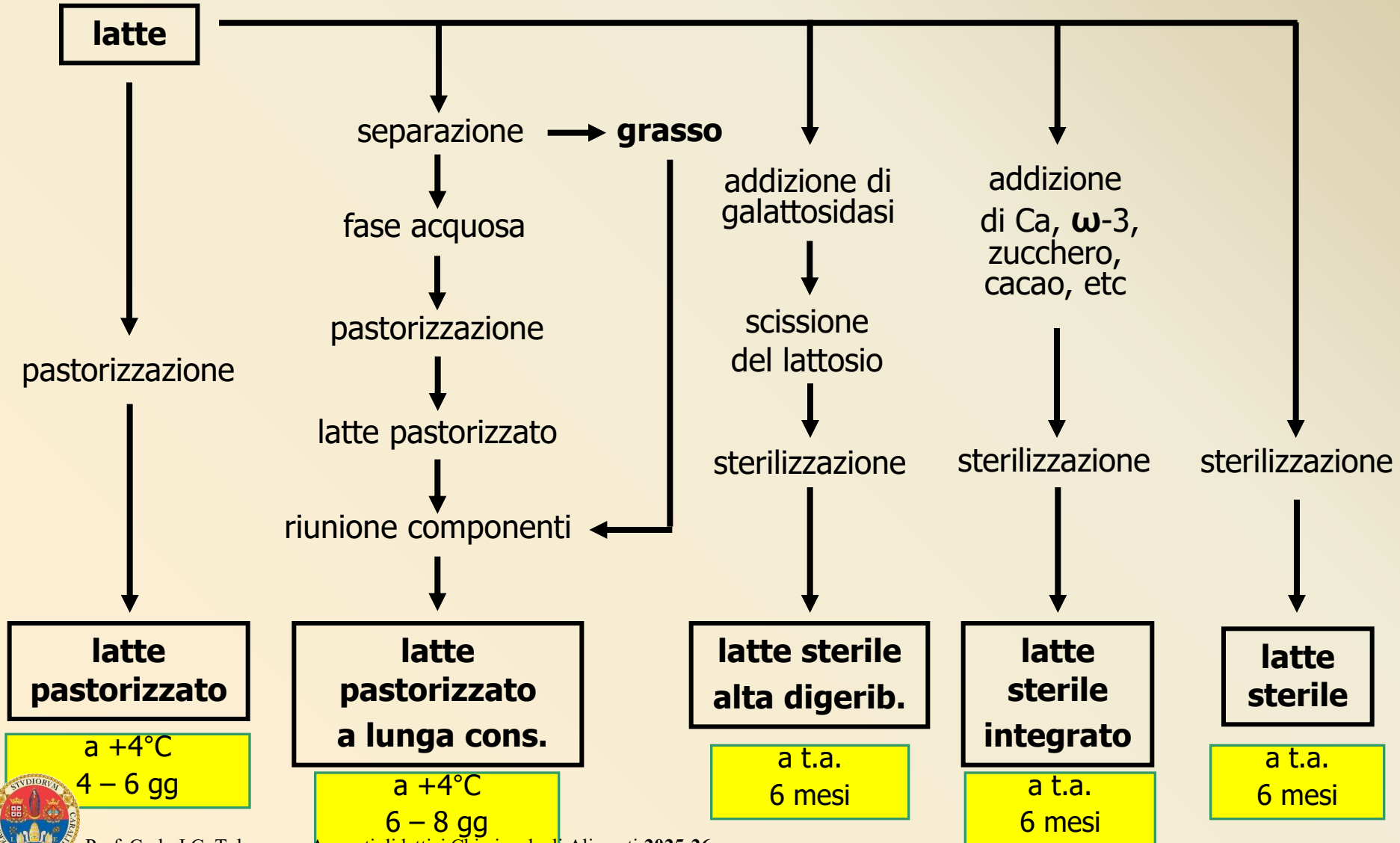


Figura 17.4. Il grafico rappresenta l'andamento della temperatura rispetto al tempo di trattamento nei diversi processi di risanamento del latte.

IL LATTE

latti pastorizzati, sterilizzati, ad elevata digeribilità, etc

Allo scopo di venire incontro alle nuove esigenze dei consumatori, l'industria prepara sempre nuovi tipi di latte



Attraverso alcuni procedimenti lavorativi, il latte può fornire diversi prodotti alimentari, ognuno dei quali, anche se in misura variabile, mantiene le caratteristiche della materia prima; sono cioè prodotti ad alto contenuto proteico ed elevata percentuale di grasso.

Quindi a secondo della lavorazione, possono essere suddivisi in:

Latte liquido e a ridotto contenuto di acqua

latte crudo, UHT, pastorizzato, concentrato, in polvere, budini, dessert,

Panna e derivati ottenuti per centrifugazione

panna fresca, burro, ecc.

Latte fermentato

panna acida, yogurt, latticello fermentato ecc.

Latte, panna, siero o latticello coagulati

formaggi e latticini





I lattici alimentari a ridotto tenore in acqua

Rientrano in questa categoria tutti i **lattici concentrati** ed **essiccati** destinati all'alimentazione umana che, in ogni caso, devono soddisfare ai normali parametri di genuinità e salubrità.

Composizione dei lattici concentrati e in polvere

	Latte liquido	Latte concentrato zuccherato	Latte intero	Latte concentrato magro	Latte in polvere intero	Latte in polvere magro
	g/100 g di prodotto					
Acqua	87,5	26,0	66,0	68,5	4,0	5,0
Grasso	3,5	9,0	10,0	0,5	26,0	1,5
Sostanze azotate	3,3	9,0	9,0	12,0	27,0	34,0
Lattosio	4,9	12,0	13,0	16,0	37,0	50,0
Sostanze minerali	0,8	2,0	2,0	3,0	6,0	8,0
Saccarosio		41,0				
Residuo magro	9,0	23,0*	24,0	31,0	70,0	93,5

* residuo magro del latte, escluso lo zucchero aggiunto.



I latti concentrati oggi disponibili sono essenzialmente di due tipi:

Il latte concentrato (o evaporato) che si separa con la concentrazione del latte (ebollizione a 50 °C sottovuoto) e successiva sterilizzazione.

Il latte concentrato zuccherato (o latte condensato) che si separa con la concentrazione del latte addizionato di saccarosio, applicando un processo che prevede l'istantanea cristallizzazione dello zucchero aggiunto da una condizione di sovrasaturazione per evitare il difetto della sabbiosità.

Nel primo caso la sterilizzazione e, nel secondo, l'aggiunta del saccarosio hanno la funzione di migliorare la conservabilità che è il requisito essenziale della richiesta merceologica di questi prodotti.



Il **latte in polvere** è il prodotto in cui il contenuto in acqua è portato a valori inferiori al 5%. Esso si ottiene con processi di essiccamento che da molti secoli costituiscono i metodi più efficaci per conservare gli alimenti tanto che, nel caso del latte, i primi brevetti per l'essiccamento industriale risalgono al XIX secolo.

I metodi di fabbricazione del latte in polvere sono essenzialmente due:

- essiccazione su cilindri rotanti;
- essiccazione spray

In entrambi i casi l'essiccazione del latte è preceduta da un trattamento termico di sanitizzazione e da concentrazione fino a residuo secco del 20-40%.





I lattici fermentati



Per lattici fermentati si intendono i prodotti ottenuti per coagulazione del latte, senza sottrazione di siero, **per azione esclusiva di microrganismi**, caratteristici di ciascun tipo di latte fermentato, che devono mantenersi vivi e vitali fino al momento del consumo.

In Italia la produzione dello yogurt è regolamentata da due circolari del Ministero della Sanità (2/72 e 9/86) che fissano:

- il tenore di materia grassa in 3% minimo e 1% massimo rispettivamente, nello yogurt intero e in quello magro,
- % massima di frutta, marmellata, succhi da aggiungere (30%)
- vietano l'uso di addensanti, gelificanti e latte in polvere.



Lo yogurt, oggi prodotto in tutto il mondo su scala industriale, deriva da un latte fermentato tipico dell'Europa sud orientale che si è diffuso grazie alla fama di possedere virtù nutrizionali e terapeutiche. Questo si sarebbe dedotto constatando la longevità delle popolazioni dei pastori che ne facevano uso abituale.

Lo yogurt è il prodotto della fermentazione simultanea di *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Il primo è un germe mesofilo, mentre il secondo è termofilo in senso stretto, e la loro associazione stimola il reciproco sviluppo dando luogo a fermentazioni molto rapide.



La produzione dello yogurt avviene in grandi fermentatori a 45 °C di temperatura e in poche ore si registra un valore di pH a valori inferiori al punto isoelettrico delle caseine. Il pH finale di ogni fermentazione è compreso tra 3,5 e 4,5, ma per bloccare il processo in modo da avere un prodotto meno acido si interrompe con il freddo la fermentazione a pH 4,5 o poco meno.

Lo yogurt confezionato in vasetti è pronto per l'uso e deve essere conservato a 4 °C fino al consumo per un periodo inferiore a 30 giorni per i seguenti motivi: impedire ulteriori progressi del processo fermentativo e aumentare l'acidità in modo non gradito; conservare la vitalità delle cellule batteriche presenti fino al momento del consumo; impedire lo sviluppo di muffe e lieviti responsabili di alterazioni sensoriali non gradite.



Le microflоре dei latti fermentati possono essere suddivise nei seguenti gruppi:

❖ **Lattobacilli**, principalmente termofili, che producono acido lattico ad una temperatura relativamente elevata (da 37 a 47 °C) e in parte mesofili, poco acidificanti e con una temperatura ottimale di sviluppo attorno ai 30 °C.

❖ **Streptococchi** lattici termofili e mesofili, meno acidificanti dei bacilli, ma che producono l'aroma caratteristico di ogni latte fermentato.

❖ **Lieviti**, che producono CO₂ e alcol per fermentazione del lattosio.



Sulla base dei microrganismi della fermentazione specifica, i lattici fermentati possono essere divisi in:

❖ **Latti acidi termofili**, in cui il prodotto principale della fermentazione a 37-45 °C è l'acido lattico. In questa categoria rientra lo yogurt, ora prodotto in vasta scala industriale.

❖ **Latti acidi mesofili**, in cui il prodotto principale della fermentazione a 20-30 °C è sempre acido lattico. In questa categoria troviamo prodotti dei paesi del Nord Europa (Filmjolk, Skier e Kiili ad esempio).

❖ **Latti acido-alcolic**, in cui i principali prodotti della fermentazione a 15-25 °C sono acido lattico, alcol e CO₂. In questa categoria rientrano molti dei prodotti più tradizionali.



Latti acido alcolici

	Microflora	Latte	Nome
Termofila	Colture da Yogurt e lieviti	Vacca, pecora	Gioddu
Mesofila	Granuli (batteri lattici e lieviti)	Vacca	Kephir
	Batteri lattici e lieviti	Vacca	Kos, Mazun Lait champagnisè
	Batteri lattici e lieviti	Cavalla	Koumiss

biodiversità



“yogurt compatto” o a “coagulo intero”: la fermentazione avviene dopo il confezionamento, il prodotto permane in camera di incubazione per circa 3 ore a 43-44°C , viene poi portato rapidamente a 15-20°C.

“yogurt cremoso o a coagulo rotto”: il prodotto viene fatto fermentare all’interno di serbatoi e viene confezionato solo dopo il raffreddamento a 15°C e l’eventuale aggiunta di frutta e aromi.

“yogurt da bere” il prodotto viene incubato e successivamente si aggiungono aromi o frutta, poi viene miscelato, omogeneizzato, raffreddato e confezionato.



È un alimento altamente digeribile e di alto valore nutrizionale sia per principi nutritivi provenienti dal prodotto di base, ma anche dai prodotti che derivano dalla fermentazione lattica.

PRESENTA:

- ✓ < quantità di lattosio che viene trasformato in acido lattico (1%),
- ✓ > relativo tutte le altre componenti dalla concentrazione.
- ✓ piccola quota proteica deriva dai batteri presenti (10-20 milioni per g).
- ✓ > Disponibilità di calcio e il potassio, grazie all'ambiente acido

Ha inoltre proprietà dietetiche e terapeutiche :

- elevato potere tampone che regola il pH gastrico,
- esercita un'azione antibiotica sui microrganismi intestinali patogeni
- stimola lo sviluppo della flora intestinale fermentativa a danno di quella putrefattivi
- determina uno stimolo al sistema immunitario e un maggior antagonismo verso i batteri patogeni (effetto probiotico)
- azione ipocolesterolemizzante e antitumorale.

Costituisce la base di molti alimenti addizionati usati nel settore salutistico



BURRO



Il burro è il prodotto derivante dalla crema di latte mediante zangolatura, processo chiave della burrificazione attraverso il quale si ottiene una inversione delle fasi: nella crema il grasso è in emulsione nella fase acquosa, nel burro l'acqua è in emulsione nella fase grassa.

In Italia, data la forte tradizione casearia, una buona quantità di crema destinata alla produzione di burro è di affioramento e proviene dalle lavorazioni di Grana Padano e Parmigiano Reggiano; nel nord d'Europa, invece, viene impiegata prevalentemente panna di centrifuga da latte, che si distingue da quella d'affioramento per una migliore qualità.

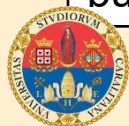


In base alla legge n. 1526 del 23.12.1956 (modificata dalla n. 202 del 13.05.1983), art. 1 **“La denominazione “burro” è riservata al prodotto ottenuto dalla crema ricavata dal latte di vacca ed al prodotto ottenuto dal siero di latte di vacca, nonché dalla miscela dei due indicati prodotti, che risponde ai requisiti chimici, fisici ed organolettici indicati ai successivi artt. 2 e 3... Ai prodotti ottenuti dalla crema e dal siero provenienti da animali diversi dalla vacca può essere attribuita la denominazione “burro”, purché seguita dalla indicazione della specie animale”**.



Denominazioni di vendita, caratteristiche e riferimenti legislativi del burro

Denominazione di vendita	Caratteristiche	Riferimento di legge
Burro	prodotto con un tenore minimo di grasso di latte dell'80% e tenori massimi di acqua del 16% e di estratto secco non grasso lattiero del 2%	art. 3 della L. n. 1526 del 23.12.1956 come modificato da art. 54 della L. n. 142 del 19.02.1992. Reg. CE 2991/94
burro leggero a ridotto tenore di grasso (3/4)	prodotto con un tenore di grassi lattieri minimo del 60% e massimo del 62%	art. 54 della L. n. 142 del 19.02.1992; Reg. CE 2991/94
burro leggero a basso tenore di grasso (1/2)	prodotto con un tenore di grassi lattieri minimo del 39% e massimo del 41%	art. 54 della L. n. 142 del 19.02.1992; Reg. CE 2991/94
burro tradizionale	burro prodotto unicamente dal latte o dalla crema di latte o panna	Reg. CE n. 2991/94, art. 4
burro di qualità		art. 1 della L. n. 202 del 13.05.1983
burro concentrato	materia grassa minima 96%	Reg. CE n. 429/90



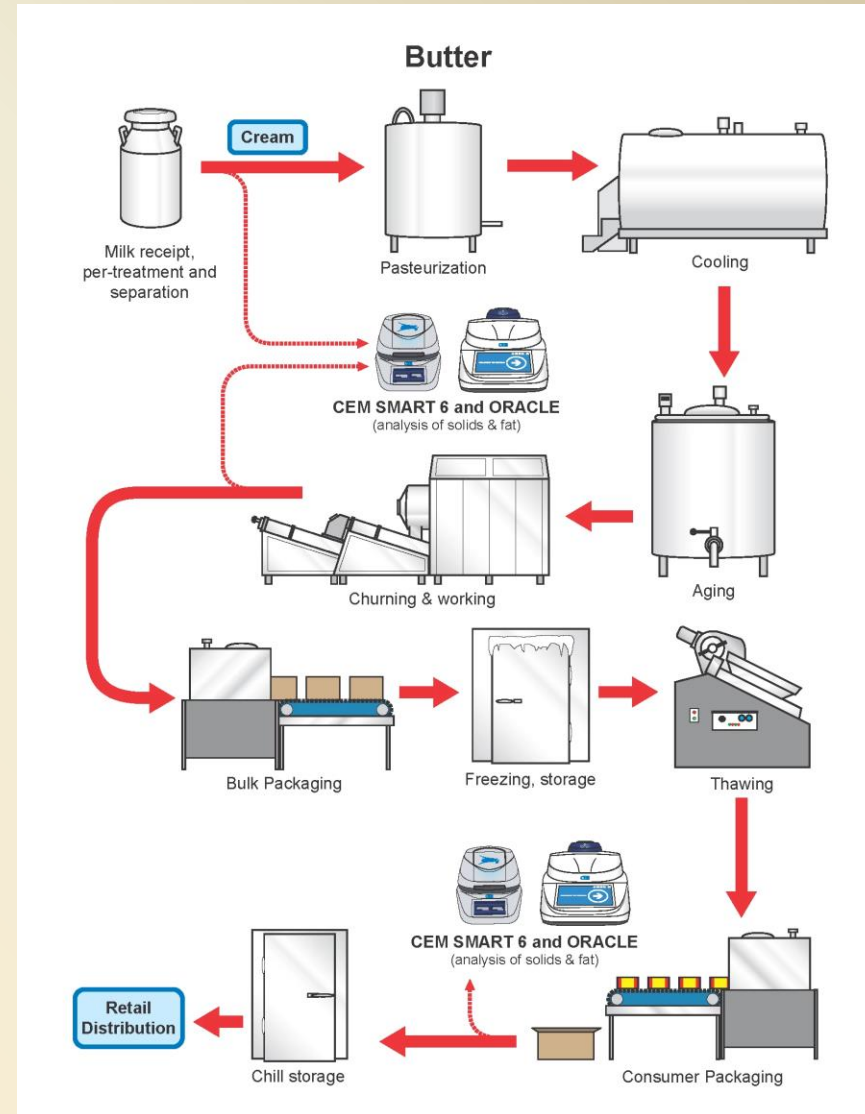
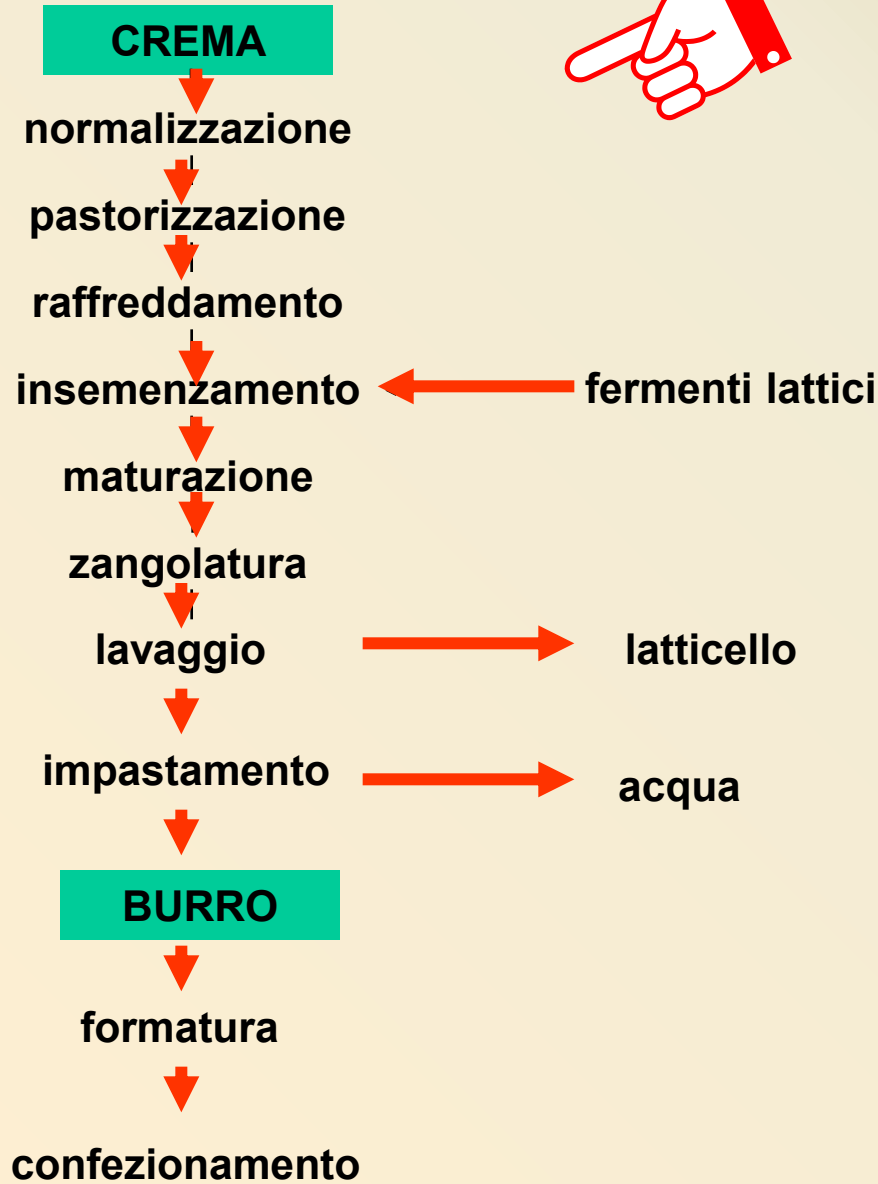
Il burro può essere prodotto da

- **crema “dolce”** di centrifuga, ottenuta mediante centrifugazione del latte. Si separa una crema a tenore di grasso variabile dal 30 al 50% e centrifugando ulteriormente la panna si possono raggiungere concentrazioni di materia grassa vicine al 90%.

- **crema “acida”** di affioramento, legata alla produzione soprattutto di formaggi duri a lunga maturazione prodotti con una quota di latte parzialmente scremato. Lasciando il latte a riposo, il grasso lentamente e spontaneamente affiora poiché il suo peso specifico è inferiore a quello del plasma latteo.

- **crema da siero**



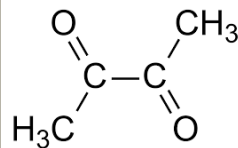


<https://cem.com/it/butter-production-process>



Alla crema pastorizzata vengono aggiunti, in ragione del 3-5%, i microrganismi acidificanti e aromatizzanti. Attualmente le colture impiegate sono associazioni di *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* o subsp. *cremoris*, produttori principalmente di acidità, con *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetilactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, produttori soprattutto di sostanze aromatiche. Tali microrganismi metabolizzano lattosio ed acido citrico, producendo acido lattico, composti aromatici e gas, quali: diacetile, acetoino, 2,3-butandiolo, acido acetico e CO₂.

Il composto aromatico più importante nel burro è il **diacetile**, che con concentrazione di circa 1 mg/kg conferisce un buon aroma al prodotto.



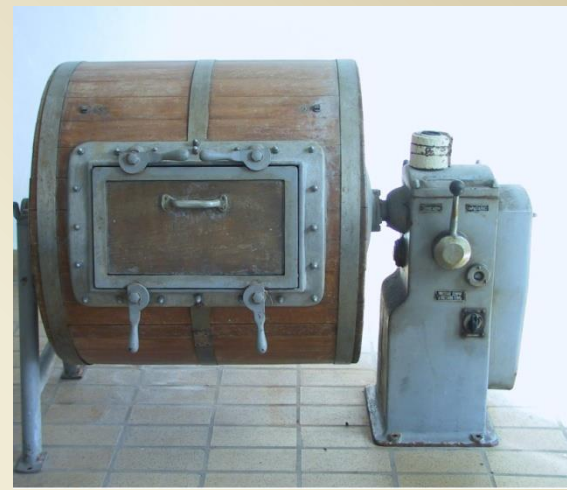
ZANGOLATURA

La crema viene agitata meccanicamente, attraverso la rotazione della zangola (circa 60giri/min), in modo da provocare l'inversione delle fasi, ovvero il passaggio dall'emulsione di grasso in plasma latteo (fase acquosa), all'emulsione di acqua in fase grassa. Per ottenere ciò occorre avvicinare i globuli e romperli in modo da provocare la fuoriuscita del grasso; inoltre, è necessario che la crema sia ad una temperatura inferiore a 15 °C, condizione nella quale i globuli sono più fragili, e sia acidificata (16-20°SH/50ml), affinché le lipoproteine della membrana vengano denaturate.

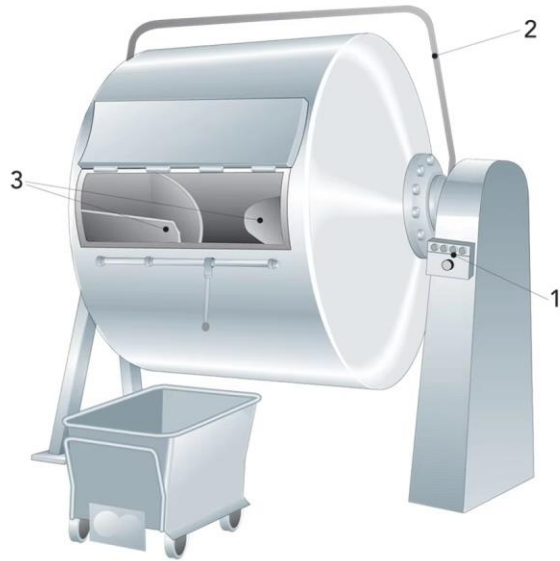




Zangola a culla



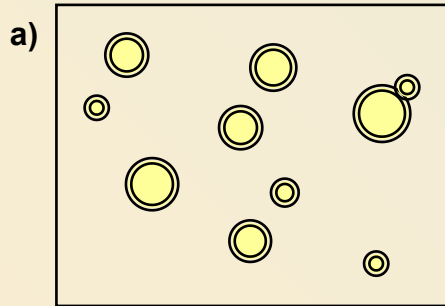
Zangola a motore in legno



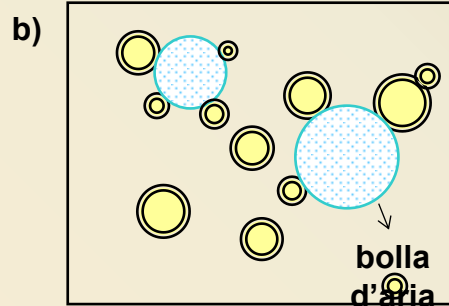
Zangola in acciaio



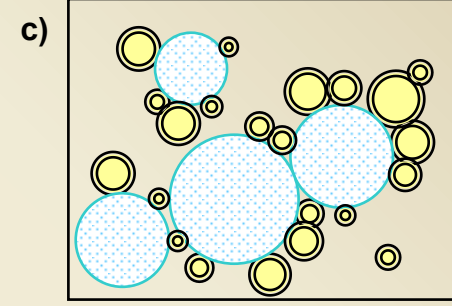
Inversione delle fasi durante la zangolatura



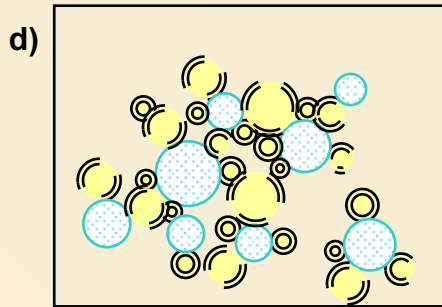
Globuli di grasso nella crema



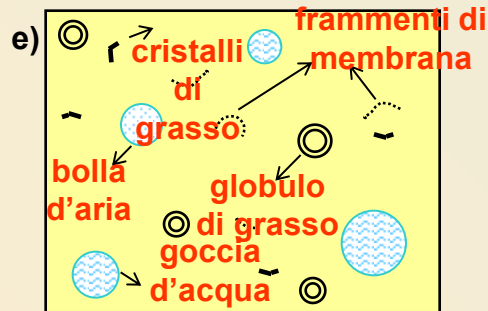
Inizio dello sbattimento della crema: inglobamento di bolle d'aria



Avvicinamento dei globuli



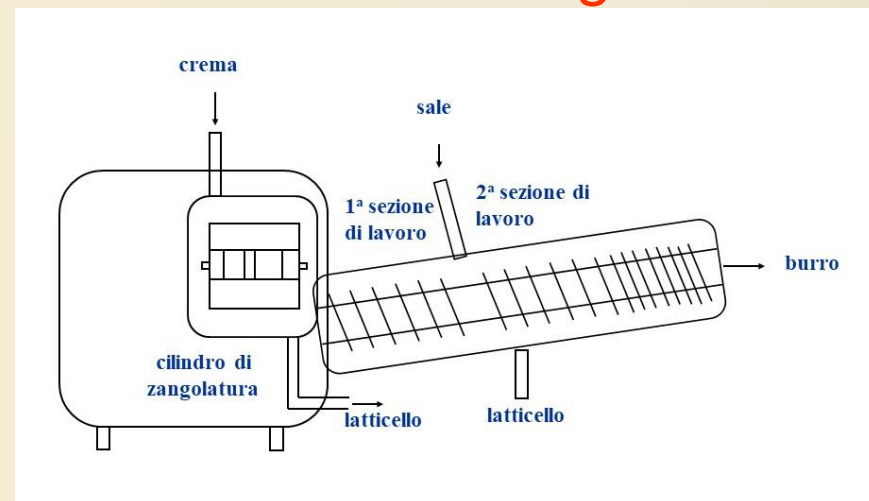
Rottura della membrana dei globuli e fuoriuscita del grasso



Struttura del burro

Burrificazione continua

Il processo di trasformazione della crema in burro può essere condotto in continuo con il vantaggio di avere una capacità produttiva molto elevata (2000-10000 kg/ora). I due impianti più utilizzati in Europa occidentale si basano sui processi Contimab-Simon e Fritz e sono detti anche di flottazione o di zangolatura accelerata. **L'inversione delle fasi è ottenuta in pochi secondi ed è realizzata mediante violenta agitazione meccanica e bassa temperatura.**



Tecnologia di produzione del burro a ridotto tenore in colesterolo

Le tecniche proposte negli anni allo scopo di ridurre il contenuto di colesterolo nel burro sono state diverse:

- ✓ extrusion sotto vuoto in corrente di vapore
- ✓ short-path/molecular distillation (metodo che si basa sulla distillazione molecolare del colesterolo sotto vuoto spinto)
- ✓ cristallizzazione frazionata
- ✓ estrazione con fluidi supercritici (es. CO₂)
- ✓ adsorbimento su carbone attivo
- ✓ conversione enzimatica
- ✓ impiego di ciclodestrine.



COMPOSIZIONE CHIMICA

Il burro è costituito per la maggior parte di materia grassa cui fa seguito una quota di acqua (non superiore al 16%) e una parte di materia secca non grassa indicata come “residuo secco magro” alla cui definizione concorrono differenti sostanze.



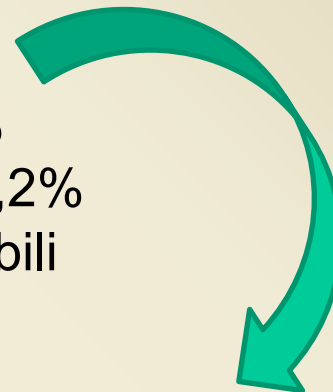
Il burro si presenta a 23°C come una massa plastica di consistenza solida, colore giallino, odore e sapore gradevoli. Fonde tra 28 e 33°C.

La composizione chimica del burro da zangola è:

- acqua 15-18%
- **grasso 80-84%**
- proteine 0,4-0,8%
- lattosio 0,5-1%
- sali 0,1-0,2%



trigliceridi 98%
fosfolipidi 1-1,5%
colesterolo 0,1-0,2%
vitamine liposolubili



Fra gli acidi grassi saturi

C12 3%

C14 11%

C16 il 30%

Fra gli acidi grassi essenziali

acido linoleico 2 g/100g

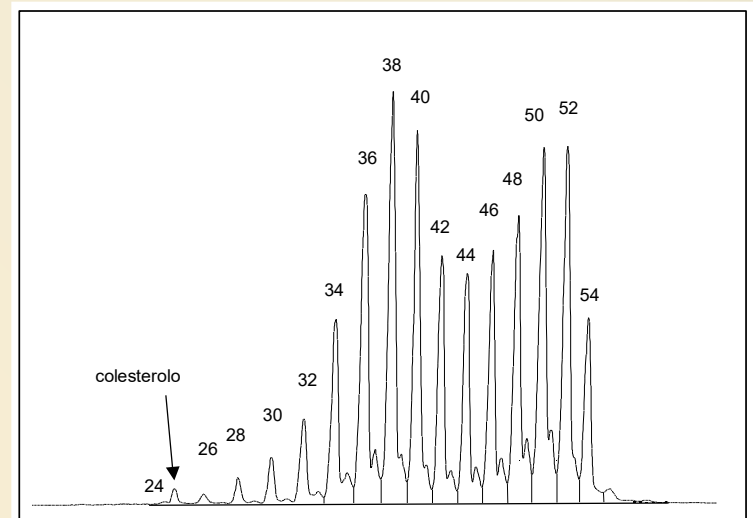
acidi linolenico e archidonico sono presenti solo in tracce.



TRIGLICERIDI

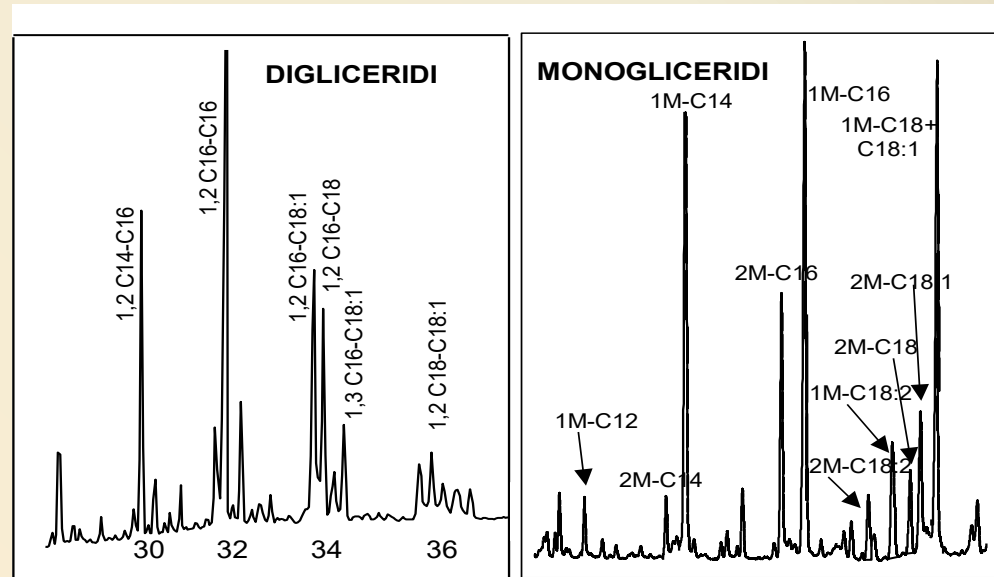
La matrice lipidica del burro è costituita per il 97-98% circa da trigliceridi, esteri della glicerina con acidi grassi a numero di atomi di carbonio variabile tra 4 e 24.

Le numerose ricerche effettuate in questo settore hanno permesso di individuare circa 400 acidi grassi differenti. Tra di essi C4 (butirrico), C6 (caproico), C8 (caprilico), C10 (caprico), C12 (laurico), C14 (miristico), C15 (pentadecanoico), C16 (palmitico), C16:1 (palmitoleico), C18 (stearico), C18:1 (oleico), C18:2 (linoleico) sono presenti in quantità superiori all' 1%.



I COMPONENTI MINORI

Accanto a trigliceridi e ai corrispondenti acidi grassi, nella matrice lipidica del burro sono presenti altri costituenti presenti in minore quantità: digliceridi, monogliceridi, acidi grassi liberi, steroli, fosfolipidi, sfingolipidi, vitamine liposolubili e idrocarburi.



Il burro è una delle migliori risorse alimentari per ciò che riguarda la **vitamina A** e il suo principale precursore, il β -carotene, che è il maggiore responsabile della colorazione giallo paglierina di questo alimento. Sono sostanze idrocarburiche a base isoprenica fortemente insature e facilmente ossidabili. Il contenuto di vitamina A e β -carotene sono simili (0,004-0,012 mg/g di grasso) e molto variabili con la stagione e il tipo di alimentazione. Il burro invernale, infatti, è di colorazione molto pallida, mentre il burro di altre specie, del tutto prive di β -carotene, è del tutto bianco.

Tra le altre vitamine liposolubili, la **vitamina E** e gli altri tocoferoli, tutti con attività antiossidante, sono presenti mediamente in maggiore quantità, ma presentano un'analogia variabilità (0,007- 0,033 mg/g di grasso), mentre in quantità nettamente inferiore è individuabile la **vitamina D** (0,4 UI/g di grasso) e la **vitamina K** (0,14 μ g/ g di grasso).



DIFETTI E ALTERAZIONI

Il burro è una matrice fortemente a rischio di difetti poiché facilmente soggetta ad alterazioni; inoltre il grasso rappresenta un “solvente” ideale per numerose sostanze volatili, anche di origine indesiderata.

I difetti di gusto ed aroma possono avere origine nelle creme, durante la lavorazione, o nel burro, dopo la sua produzione. Le cause dell’insorgenza di questi difetti possono essere ricondotte a qualità della crema, tecnologia di produzione, condizioni di conservazione.

Alcune descrizioni di questi difetti indicano il gusto come piatto, di “vecchio”, acido, di formaggio, “sporco”, ammuffito, “di stalla”, di erba, amaro, metallico, di pesce, rancido.



ASPETTI NUTRIZIONALI

Il burro è un alimento costituito essenzialmente da grasso e possiede un apporto energetico pari a 758 kcal per 100g di parte edibile (all'83,4% di grasso). Inoltre, la sua composizione in acidi grassi vede una maggiore quantità di saturi (2/3 circa del totale) rispetto ad insaturi (1/3 circa del totale). Pertanto, per la quota importante di acidi grassi saturi e di colesterolo, la tendenza negli anni è stata di ridurlo o eliminarlo del tutto dalla dieta, perché associato all'insorgenza di patologie, soprattutto a carico dell'apparato cardiocircolatorio.



Tuttavia, studi recenti sulla composizione del grasso di latte hanno messo in evidenza un'attività "extra-nutrizionale" del burro. E' considerata caratteristica nutrizionale l'apporto di energia, proteine, vitamine, sali minerali, ecc., mentre sono indicate come attività extra-nutrizionali quelle proprietà che vanno oltre l'aspetto nutrizionale e portano un contributo positivo a livello nervoso, ormonale, immunitario, ecc. Consumato crudo, è facilmente digeribile grazie all'elevata % di acidi grassi a catena medio-corta e insaturi.



FORMAGGI



Il formaggio, o cacio, è il prodotto ottenuto dal latte intero, parzialmente scremato o scremato, o dalla crema di latte, in seguito a coagulazione acida o presamica, facendo uso di fermenti e di sale da cucina.

Il latte da cui si ottiene il formaggio può essere, oltre a quello di vacca, quello di bufala, pecora, capra.



Elenco dei formaggi italiani DOP (riferimenti legislativi e produzione annua)

FORMAGGIO	LEGISLAZIONE	PRODUZIONE 2000 (tonnellate)
Asiago d'allevo e pressato	DPR 21-12-1978	22062
Bitto Valtellina	DM 19-4-1995	168
Bra (tenero e duro)	DPR 16-12-1982	801
Caciocavallo silano	DPCM 10-5-1993	541
Canestrato Pugliese	DPR 10-9-1985	161
Casciotta d'Urbino	DPR 30-3-1982	230
Casera Valtellina	DPR 19-4-1995	1350
Castelmagno	DPR 16-12-1982	60
Fiore sardo	DPR 28-11-1974	750
Fontina	DPR 30-10-1955	4286
Formai de mut	DPR 10-9-1985	9
Fromadzo	DPR 30-10-1955	7
Gorgonzola	DPR 30-10-1955	46113
Grana Padano	DPR 30-10-1955	133366
Montasio	DPR 13-3-1986	8660
Monterevonese	DPCM 9-4-1993	536
Mozzarella di bufala campana	DPCM 10-5-1993	18200
Murazzano	DPR 16-12-1982	48
Parmigiano Reggiano	DPR 30-10-1955	108235
Pecorino Romano	DPR 30-10-1955	33650
Pecorino Sardo	DPR 4-11-1991	360
Pecorino Siciliano	DPR 30-10-1955	7050
Pecorino Toscano	DPR 17-5-1986	1664
Provolone Valpadana	DPCM 9-4-1993	22165
Quartirolo Lombardo	DPCM 10-5-1993	3386
Ragusano	DPR 2-5-1995	684 (dato 1999)
Raschera	DPR 16-12-1982	549
Robiola di Roccaverano	DPR 14-3-1979	112
Taleggio	DPR 15-9-1988	10253
Toma Piemontese	DPCM 10-5-1993	1267



Il formaggio si può complessivamente considerare come una **trasformazione biotecnologica**: il risultato delle trasformazioni operate sul latte dall'azione enzimatica del caglio e dall'azione fermentante dei microrganismi lattici.

Pur se la base è costituita da tre soli elementi (acqua, grasso e proteine), le differenze fra ogni tipo di formaggio sono elevate, giustificate dal tipo di foraggio con cui si sono nutriti gli animali e soprattutto dalla tecnologia di fabbricazione.



La classificazione dei formaggi anche in virtù della grande abbondanza di varietà (circa 2000 in tutto il mondo) può essere fatta:

- **secondo la specie del latte usato** (caprini, ovini, vaccini, bufalini, ecc.)
- **secondo le modalità di coagulazione** della cagliata (coagulazione acida, presamica o entrambe)
- **secondo l'acidità** (naturale o di fermentazione)
- **secondo la consistenza della pasta o il contenuto in acqua** (freschi, molli, semiduri, duri, molto duri o da grattugia)



- secondo la **temperatura di cottura della cagliata** (crudi a temperatura < 38°C; semicotti tra 38-48°C; cotti >di 48°C)
- secondo il **tempo di maturazione**: formaggi freschi a maturazione extra-rapida (entro 2-3 giorni) o rapida (entro 15 giorni), formaggi a breve stagionatura (entro 30 giorni), formaggi a media stagionatura (entro i 6 mesi), formaggi a lunga stagionatura (lenta entro un anno o lentissima oltre 1 anno)
- secondo il contenuto in **materia grassa** (magri, semigrassi, grassi, doppia crema).



La fabbricazione del formaggio può essere divisa in due parti:

- 1) **lavorazione** che comprende le fasi di:
 - preparazione del latte (pastorizzazione, aggiunta di batteri starter ecc.)
 - coagulazione
 - rottura della cagliata
 - cottura
 - messa in forma
 - salatura
- 2) **maturazione**

La lavorazione si svolge in circa 24 ore, salvo alcune operazioni successive, la maturazione da pochi giorni fino a 1-2 anni.



Preparazione del latte

Il formaggio si può ottenere dal latte di specie diverse (vaccino, ovino, caprino, bufalino), anche in miscele tra loro. Dopo la mungitura il latte viene refrigerato e in alcuni casi si realizza una correzione del titolo in lipidi: o riducendolo con una scrematura, o aumentandolo con un'aggiunta di crema di latte. Il latte può inoltre subire una pastorizzazione che è particolarmente importante per i formaggi freschi; nei formaggi maturi infatti le condizioni che si vanno a creare (pH, sviluppo di batteri lattici ecc.) non favoriscono lo sviluppo di ceppi patogeni. La pastorizzazione è “bassa”, a 60-65°C per 30-40 min in caldaia: è importante infatti non superare i 75°C perché si otterrebbe un prodotto mal coagulabile. Il formaggio prodotto da latte pastorizzato può risultare meno aromatico, ma con un andamento di maturazione ed una struttura interna più regolari.



Coagulazione

E' la fase più importante del processo e consiste nella gelificazione della frazione caseinica per precipitazione delle micelle. Può essere di due tipi: **acida o presamica**.

Si parla di **coagulazione acida** quando il pH del latte raggiunge il valore di 4,6 per fermentazione da parte della microflora lattica, con la trasformazione del lattosio in acido lattico. Si possono utilizzare anche direttamente acidi come acido lattico, acido citrico, acido acetico, acido citrico. A pH 4,6 le micelle coagulano perdendo ioni Ca^{2+} . I formaggi ottenuti con semplice coagulazione acida sono formaggi freschi e molli, caratterizzati da sapore acido e in genere sono da consumare in breve tempo.



La **coagulazione presamica** avviene per aggiunta di caglio al latte a 30-37°C (temperatura variabile a seconda che si voglia ottenere un formaggio a pasta molle o a pasta dura). Il caglio è un preparato enzimatico, reperibile in polvere, in compresse o liquido, ottenuto dal quarto ventricolo dello stomaco (abomaso) di ruminanti non svezzati (vitelli, agnello, capretti), che contiene principalmente chimosina (o rennina) e pepsina. Attualmente, possono essere utilizzati anche enzimi di provenienza vegetale (ad es. cardo, fico) o microbica. Questo può andare incontro alle esigenze di alcuni consumatori.



I fattori che influenzano la cagliata sono:

- **concentrazione e titolo del caglio**, in presenza di latte acido si riduce il caglio;
- **temperatura**, se $<10^{\circ}\text{C}$ non si ha coagulazione, tra $10\text{-}20^{\circ}\text{C}$ la coagulazione è lenta, tra $20\text{-}40^{\circ}\text{C}$ aumenta e diminuisce fino a 65°C ;
- **pH**, tempi più brevi di coagulazione e coaguli di maggiori dimensioni si hanno con pH inferiore a 6,4; se superiori a 7 la coagulazione non avviene;
- **ionizzazione del Ca^{2+}** , deve essere disponibile in presenza di acido lattico, la presenza di altri acidi organici può chelare il calcio e inibire parzialmente la coagulazione;
- **dimensioni delle micelle**, la coagulazione è lenta se le micelle sono più piccole;
- **conservazione del latte**, se il latte è rimasto più di 2 giorni a $+4^{\circ}\text{C}$ la coagulazione non avviene o avviene con difficoltà.



Rottura della cagliata

La massa gelatinosa che si è formata viene rotta per favorire lo spurgo del siero. Questa operazione viene eseguita nella caldaia e determina la rottura in frammenti più o meno piccoli a seconda del tipo di formaggio, con attrezzi detti “spini”, fili di acciaio o lamine taglienti, mantenendo la massa in agitazione.



Cottura

Avviene per formaggi semicotti o cotti, la cagliata viene scaldata a temperature comprese tra 38-60°C (<38°C; 38-48°C; >48-60°C) per tempi variabili (da 15 minuti a 1,5 ore); ogni tipologia di formaggio prevede una temperatura e dei tempi di cottura rigorosi e costanti. Durante la cottura la massa viene mantenuta in agitazione, in tal modo si completa la contrazione e lo spurgo della cagliata.



Messa in forma

La cagliata viene successivamente estratta dal siero e posizionata in stampi o fascere circolari, in cui prosegue lo spurgo che può essere eventualmente facilitato con una fase di pressatura.

Per la preparazione di formaggi freschi a pasta molle, si può procedere con un periodo di stufatura in locali caldo-umidi per tempi variabili da alcune ore a un giorno. In tal modo prosegue lo spurgo e si favorisce la formazione di acido lattico. Per i formaggi a pasta dura le forme vengono fatte riposare ed è l'aumento di acidità che facilita lo spurgo.



Salatura

La salatura delle forme può essere eseguita a secco, sfregando o cospargendo con sale la superficie delle forme, oppure in salamoia per immersione delle forme. Le salamoie sono soluzioni di NaCl al 18-24%, i tempi di immersione variano da prodotto a prodotto.



La maturazione

E' il periodo che segue la salatura e dura finché il formaggio non ha acquisito le caratteristiche tipiche della sua varietà. Può durare da pochi giorni per i formaggi a pasta molle fino a due anni o più (come per il Parmigiano Reggiano) e viene condotta in celle di stagionatura a temperatura e umidità controllate.

Nel corso della maturazione si operano varie trasformazioni dovute a :

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



Composizione

Il formaggio è principalmente composto da acqua, proteine e materia grassa (in proporzioni mediamente di 50:25:25), con rapporti però molto variabili a seconda della tipologia e del periodo di maturazione. Infatti il formaggio è fondamentalmente costituito dalla caseina e dal grasso separatisi dal siero, ma può contenere, anche grazie a innovazioni tecnologiche, le sieroproteine, oltre a vitamine, sali minerali e enzimi.

La composizione chimica del formaggio rispecchia quella del latte di partenza, ma cambia, con il variare delle caratteristiche organolettiche, dalla lavorazione al termine della maturazione.





Contenuto percentuale dei principali nutrienti di alcune tipologie di formaggio italiane ed estere

	Acqua	proteine	lipidi	carboidrati dispon.	acido lattico	kcal	kJ	sali minerali
Bel paese	38,9	25,4	30,2	-	-	373	1549	-
Brie	44,5	22,6	27,9	0,10	0,89	345	1430	4,00
Caciocavallo	30,0	29,9	29,7	-	-	387	1620	2,10
Camembert	50,0	20,5	25,7	0,10	0,11	314	1301	3,60
Edam	41,9	24,8	28,3	-	1,00	354	1469	4,00
Emmentaler	35,1	28,9	31,2	-	0,45	398	1651	3,94
Feta	59,1	17,0	18,1	0,53	1,42	237	986	5,20
Fontina	39,0	25,2	30,4	-	-	374	1566	1,90
Gorgonzola	42,4	19,4	31,2	-	0,62	360	1492	-
Gouda	46,0	25,5	25,4	-	1,00	331	1373	2,10
Mozzarella	60,1	19,9	16,1	-	-	225	934	-
Parmigiano	29,6	35,6	25,8	0,06	-	375	1561	-
Provolone	39,6	26,3	28,9	-	-	365	1516	-
Ricotta	75,0	9,5	15,0	0,33	-	174	722	-
Pecorino Romano	50,0	20,0	25,7	-	-	311	1291	3,10
Formaggi fusi	50,6	13,2	30,4	-	-	326	1349	2,20
Formaggio quark	73,5	11,1	11,4	2,60	0,70	159	664	0,75
Tracchino	48,0	22,1	26,4	-	-	326	1364	1,20



Il formaggio è un alimento molto energetico, 100 g di formaggio mediamente apportano 300 kcal (dovute per i 2/3 al contenuto lipidico), ma tale apporto è legato alle differenze di materia grassa e materia secca (ovvero il contenuto detratta l'acqua).

Il formaggio contiene un'alta concentrazione di nutrienti essenziali rispetto al suo valore energetico, influenzati dal tipo di latte usato (specie, stato di lattazione, contenuto in lipidi, ecc.).

Per quanto riguarda i **carboidrati**, il lattosio del latte è in soluzione nel siero e quindi nel formaggio ne permangono solo piccole percentuali, che vengono rapidamente fermentate dai batteri starter. Il formaggio può quindi essere un alimento adatto per la dieta di individui intolleranti al lattosio.



Il **contenuto proteico** varia dal 3 al 40% (anche in relazione inversamente proporzionale al contenuto lipidico); inoltre, quando si utilizza la tecnica dell'ultrafiltrazione, saranno presenti anche le sieroproteine del latte, assenti con una tecnica di caseificazione tradizionale.

Il valore biologico delle proteine del formaggio è leggermente inferiore rispetto a quello del latte: se si pone uguale a 100 l'indice di amminoacidi essenziali del latte, quello del formaggio varia da 91 a 97. Le proteine sono altamente digeribili considerando che la caseificazione e la maturazione determinano un aumento dell'idrolisi delle caseine e un aumento della frazione solubile.



La **frazione lipidica** varia sensibilmente in base al latte usato (scremato, intero o addizionato di crema); nutrizionalmente la sua digeribilità varia tra l'88 e il 94%. Nel grasso del formaggio sono presenti molti acidi grassi a corta catena di più agevole assimilazione, inoltre l'alta concentrazione di acido oleico favorisce un buon assorbimento (diversamente dall'acido stearico che determina maggiori difficoltà di assorbimento). Infatti gli acidi grassi presenti nel formaggio sono mediamente per il 66% acidi grassi saturi, 30% acidi grassi monoinsaturi e 4% acidi grassi polinsaturi. Inoltre il grasso del formaggio può essere fonte di colesterolo (10-100 mg/100g).



Il contenuto in **vitamine** è anch'esso influenzato dal latte di partenza, soprattutto per la frazione di vitamine liposolubili A, D, E, K. La frazione di vitamine idrosolubili è in genere inferiore rispetto a quella del latte poiché parte rimangono nel siero, ma alcune vitamine del gruppo B possono essere sintetizzate da microrganismi durante la maturazione. Ad esempio i batteri propionici possono produrre livelli significativi di vitamina B12. Complessivamente i formaggi rappresentano delle buone fonti di vitamina A, riboflavina e vitamina B12, se si considera il rispettivo fabbisogno giornaliero.



Infine il formaggio è anche un'importante fonte di **sali minerali**, soprattutto calcio, fosforo e magnesio: 100 g di formaggio, infatti, possono apportare 800 mg di calcio (corrispondenti al livello di assunzione giornaliero raccomandato), con una biodisponibilità del 23-25%. In genere i formaggi a coagulazione acida contengono livelli più bassi di calcio rispetto alle varietà a coagulazione presamica.

Inoltre è da considerare anche l'apporto in cloruro di sodio che assolve importanti funzioni nella fase di caseificazione, con valori di concentrazione molto diversi anche in base alla maggior o minore salatura.



Contenuto in sali minerali e vitamine di alcune tipologie di formaggio italiane ed estere

	Na (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)	K (mg)	Fe (mg)	tiamina (µg)	riboflavina (µg)	niacina (µg)	Retinolo (µg)	carotenoidi (µg)
Bel paese	630	604	-	480	111	0,6	70	300	300	217	186
Brie	630	400	-	188	152	0,5	50	340	230	140	100
Caciocavallo	1259	924	-	590	-	0,3	10	450	-	294	252
Camembert	669	510	15	390	96	0,13	43	570	240	380	220
Edam	512	678	29	403	67	0,25	56	350	-	278	73
Emmentaler	275	1029	33	627	95	0,35	50	298	111	271	119
Feta	1250	429	19	337	-	0,65	-	-	-	-	-
Fontina	451	870	-	561	89	0,3	20	200	200	158	90
Gorgonzola	1220	612	-	356	172	0,3	50	430	110	336	168
Gouda	512	820	28	443	76	0,5	30	200	80	260	-
Mozzarella	-	632	24	428	-	0,2	30	270	60	210	180
Parmigiano	704	1178	41	743	131	1,0	20	620	96	340	116
Provolone	-	881	31	576	-	0,5	19	320	100	293	251
Ricotta	-	274	-	270	-	0,5	-	-	-	-	-
Pecorino Romano	1890	1160	-	675	94	2,1	30	470	200	280	-
Formaggi fusi	1010	355	48	795	108	1,4	40	350	80	-	-
Formaggio park	34	95	10	187	82	0,34	33	240	80	90	54
Formaggio Gorgonzola	463	474	-	374	69	0,6	-	-	-	-	-



VALORE NUTRIZIONALE DEI FORMAGGI

Dal punto di vista nutrizionale i formaggi presentano le seguenti caratteristiche

- elevata quantità di proteine di buon valore biologico;

- grande quantità di calcio e fosforo;

- buone quantità di vitamine A e B2;

- elevato valore calorico (250-400 kcal per 100 g), legato all'elevato contenuto in grassi, soprattutto saturi).

100 g di formaggio (parmigiano-reggiano) corrispondono, in valore nutritivo a:

200 g di carne di vitello,

160 g di prosciutto,

300 g di pesce (trota).

Tabella 7 - Composizione e valore energetico, per 100 g di alimento, di alcuni formaggi

Alimento	prot. (g)	lip. (g)	glic. (g)	cal.	colest. (mg)
Caciocavallo	37.7	31.1	-	431	-
Crescenza	16.1	23.3	1.9	281	53
Emmenthal	28.5	30.6	3.6	403	-
Fior di latte	20.6	20.3	-	265	-
Fontina	24.5	26.9	0.8	343	-
Formaggio	11.2	26.9	6	309	-
Gorgonzola	19.1	27.1	-	320	70
Grana	33.9	28.5	3.7	406	109
Groviera	30.6	29	1.5	389	-
Mascarpone	7.6	47	-	453	-
Mozzarella di bufala	16.7	24.4	0.4	288	-
Mozzarella di mucca	18.7	19.5	0.7	253	46
Parmigiano	33.5	28.1	tracce	387	91
Pecorino romano	26	33.1	-	402	90
Pecorino siciliano	28.9	33.6	-	418	-
Provolone	28.1	28.2	-	366	73
Robiola	20	27.7	2.3	338	-
Scamorza	25	25.6	1	334	-
Stracchino	18.5	25.1	tracce	300	-
Taleggio	19	26.2	-	312	-
Ricotta di pecora	9.5	11.5	4.2	157	42
Ricotta di mucca	8.8	10.9	3.5	146	57



Trasformazioni dei componenti del formaggio

La maturazione del formaggio è uno dei più complessi fenomeni biochimici a carico degli alimenti ed è il risultato di vari fenomeni: proteolisi, deaminazione e decarbossilazione degli aminoacidi, lipolisi e degradazione degli acidi grassi, glucidolisi e fermentazione, reazioni acido-base ed effetto tampone.

Tutti questi fenomeni possono essere ricondotti a:

- perdita di umidità e essiccamento, con formazione della crosta;
- glucidolisi;
- proteolisi;
- idrolisi del grasso.



glucidolisi

- idrolisi del lattosio
- fermentazione ad acido lattico seguito da neutralizzazione dello stesso
- scomparsa dell'acido lattico
- aumento del pH;

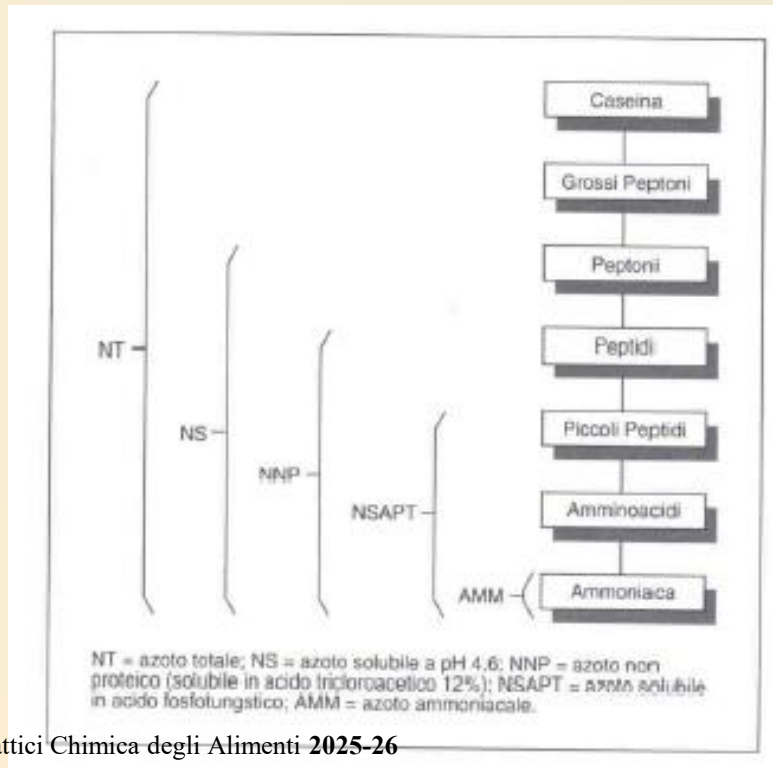
idrolisi del grasso

idrolisi dei trigliceridi:

- Digliceridi / monogliceridi,
- glicerolo / acidi grassi liberi

- aldeidi,
- alcoli,
- γ -lattoni,
- δ -lattoni
- metilchetoni

proteolisi



Formazione dell'aroma

I componenti basilari sono rappresentati da piccoli peptidi, aminoacidi e acidi grassi liberi e loro rispettivi prodotti di degradazione. Differenze fondamentali nell'aroma sono dovute alla specie animale: nei formaggi di latte bovino prevalgono i sapori salato e acido, nei formaggi ovini l'aroma "umami" (tipico del glutammato monosodico) e nei formaggi caprini l' "umami", l'astringente e l'amaro. Alcuni componenti volatili possono derivare dall'alimentazione del bestiame (come i composti solforati dalle *Brassicaceae*).



Tra gli altri prodotti che si formano durante la maturazione del formaggio bisogna ricordare la capacità dei batteri lattici di produrre antibiotici: il più noto è la **nisina**, prodotta da *Streptococcus lactis* e attiva contro i Gram+. L'uso della nisina è consentito, come additivo (conservativo secondario), infatti la nisina è senza effetto sui microrganismi lattici, mentre agisce su altri dannosi, inibendone la riproduzione (in particolare viene usata per prevenire le alterazioni da *Clostridium*, formatori di gas).



CLASSIFICAZIONE DEI FORMAGGI

Contenuto di grasso

Formaggi Magri	Contengono fino al 20% di grassi	Ricotta, Quark magro
Formaggi Semi Grassi	Contengono dal 21 al 42% di grassi	Fontina
Formaggi Grassi	Contengono oltre il 42% di grassi	Gorgonzola

Cottura a cui è sottoposto il latte

Formaggi a pasta Cruda	Se la temperatura non supera i 30°	Gorgonzola
Formaggi a pasta Semi Cotta	Se la temperatura è compresa tra i 30 e 55°	Montasio, Fontina
Formaggi a pasta Cotta	Se la temperatura supera i 55°	Grana Padano, Parmigiano Reggiano

Contenuto di umidità

Formaggi a pasta Dura	Contengono non più del 40% di acqua	Grana Padano Pecorino Romano
Formaggi a pasta Semi Dura	Contengono tra il 40 e il 45% di acqua	Fontina, Castelmagno
Formaggi a pasta Molle	Contengono oltre il 45% di acqua	Gorgonzola, Taleggio

Stagionatura



Tipologie di formaggio a tecnologia differente

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

I **formaggi a pasta filata** sono prodotti con una tecnologia modificata: si prepara dapprima una cagliata che viene fatta maturare sotto siero per almeno 3 ore, fino a raggiungere un pH di 5,2-5,3. La cagliata viene quindi fusa in acqua bollente, tirata in fili e modellata opportunamente. Questo processo determina una parziale demineralizzazione (formazione di paracaseinato monocalcico) dovuto alla formazione di acido lattico. Con questa procedura si ottengono prodotti quali la Mozzarella, il Fior di latte, il Provolone, la Scamorza, ecc.



Contrariamente a quanto si potrebbe pensare, la mozzarella può essere ricca di grassi. Ciò dipende dalla sua modalità di preparazione che prevede vari rimescolamenti durante i quali il grasso viene imprigionato in modo irreversibile, a differenza dei formaggi non freschi in cui la stagionatura comporta una perdita più o meno consistente della parte lipidica.

Rispetto ad altri formaggi possiede:

- un minore contenuto di sali (perché diluiti nella sua acqua)
- minore digeribilità rispetto ai formaggi stagionati (perché le sue proteine sono più denaturate e perché possedendo molta acqua è meno aggredibile dai succhi gastrici)



FORMAGGI FUSI (sottilette, formaggini)

Inventati in Germania alla fine del 1800 per aumentare la conservabilità dei prodotti esportati oltreoceano, e oggi sono una realtà industriale considerevole. Il primo brevetto per i formaggi fusi fu della Svizzera Gerber nel 1910; ma è la statunitense Kraft a brevettare nel 1930 le sottilette ed il confezionamento in film plastici negli anni '50 e '60. Calorie: 230-260 kcal sottilette; 240-310 kcal formaggini.

Si ottengono da formaggi precostituiti fatti fondere in caldaia sotto vuoto a 70-75°C. Si possono utilizzare formaggi di vario tipo e di diverso stato di maturazione, si può trattare di scarti di lavorazione (come Bel paese, Emmenthal, Cheddar, Gouda, Edam, Fontina e Provolone), di ritagli provenienti dalla segmentazione di grosse forme o anche di formaggi preparati appositamente per la fusione. Durante la lavorazione possono essere aggiunti, burro, margarina e additivi: **coloranti, conservanti, sali di fusione (fosfati, polifosfati e citrati)** che facilitano la fusione e mantengono la pasta ad un giusto grado di idratazione.



Ciclo di produzione di formaggini e sottilette

I formaggi di partenza vengono introdotti in un mixer, dove vengono scaldati e opportunamente miscelati. Il processo di fusione ha lo scopo di trasformare i vari formaggi di diversa provenienza in un composto omogeneo, semifluido e viscoso. Per fare ciò vengono utilizzati i sali di fusione, additivi che, aggiunti alla massa di caseina, sono in grado di trasformare, in associazione con il calore, il paracaseinato di calcio del formaggio in paracaseinato di sodio, un composto privo di reticolo proprio e in grado di fondersi in una massa omogenea.

Quando il formaggio si presenta come una massa fluida, possono essere addizionati anche altri ingredienti come sale, siero di latte in polvere, burro, crema e derivati del latte, che si distribuiscono nel prodotto in pochi minuti. La miscela viene quindi sottoposta a pastorizzazione a 80-90°C oppure a sterilizzazione a 120-130°C. Il formaggio fuso viene a questo punto raffreddato e inviato alle linee di dosaggio.



La **Ricotta** è un prodotto che si ottiene utilizzando per coagulazione del siero proveniente dalla caseificazione e ha rappresentato per molto tempo uno dei prodotti lattiero-caseari meno nobili. La ricotta è costituita dalla cagliata delle sieroproteine, termocoagulabili ma non precipitabili con il caglio, che inglobano anche la frazione di materia grassa che residua nel siero. Il siero deve essere acidificato, quindi si opera un riscaldamento a 80-85°C, in seguito il prodotto coagulato viene fatto spurgare. La ricotta si consuma in genere allo stato fresco, oppure dopo una breve maturazione previa salatura. Recentemente è invalso l'uso di arricchire la ricotta con crema proveniente dalla scrematura del latte, per aumentarne la palatabilità e il valore nutrizionale.

Tabella 19.1. Composizione chimica (g/100 g di prodotto fresco) di ricotte di provenienza diversa

Origine del siero	Grasso	Lattosio	Proteine	Ceneri	Calorie
Pecora	22,19	3,23	9,00	0,64	246
Pecora	18,54	2,82	9,67	1,34	215
Bufala	17,25	3,69	10,50	1,38	211
Vacca	5,22	3,97	18,72	3,62	141
Vacca	4,32	3,93	14,99	2,02	117

Da: Del Bono-Stefani, *Latte e derivati*, Edizioni ETS, 1997.



IN SARDEGNA ...

Il **Pecorino Sardo** è un formaggio DOP tra i più noti al mondo, la cui produzione è riservata, per legge, esclusivamente alla Sardegna.

Il Pecorino Sardo dolce è un formaggio a breve periodo di maturazione, a pasta compatta o leggermente occhiata, bianca, morbida, dal sapore dolce e aromatico o leggermente acidulo. Col progredire della stagionatura il formaggio acquista un sapore gradevolmente piccante ed una struttura consistente, dura, con qualche granulosità che lo rende atto anche alla grattugia.

La stagionatura varia da 20 a 60 giorni per il tipo dolce e da due a 12 mesi ed oltre per quello maturo. Il Pecorino Sardo maturo può essere sottoposto ad affumicatura con procedimento naturale.

La qualità del Pecorino Sardo D.O.P. nelle due tipologie è garantita dal Consorzio di Tutela che, attraverso una costante azione di vigilanza, assicura al consumatore il rispetto dei disciplinari di produzione ed il corretto uso dei contrassegni di garanzia.



Il Pecorino romano: pochi formaggi al mondo vantano origini così antiche, già gli antichi romani apprezzavano questo formaggio. Si usa latte fresco di pecora, proveniente da greggi allevate allo stato brado, viene lavorato direttamente crudo o termizzato ad una temperatura massima di 68° per non più di 15". Vengono così riempite le vasche di coagulazione dove viene aggiunto un fermento detto "scotta intesto". Il latte viene poi coagulato ad una temperatura compresa tra i 38° e i 40° utilizzando il caglio di agnello in pasta; si poi la rottura della cagliata fino a quando i coaguli non raggiungono le dimensioni di un chicco di grano.

La cagliata viene quindi cotta ad una temperatura massima di 45/48°; a termine della cottura la cagliata viene pressata per agevolare lo spurgo del siero. Le forme di Pecorino Romano vengono marchiate e avviate alla salagione. La produzione del Pecorino Romano è limitata alle aree della regione Lazio, della Sardegna e della provincia di Grosseto in Toscana.



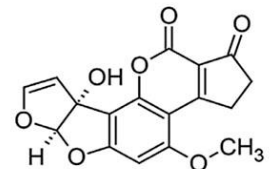
Il “Casu Marzu” (formaggio marcio) è un formaggio tipico Sardo dal sapore piccantissimo e dal forte odore. Il “Casu Marzu” è in realtà un pecorino infestato dal moscerino del formaggio (*Piophilha casei*) contenente vermi che non sono altro che le larvette prodotte dalle uova di questo moscerino. La maturazione dura da tre a sei mesi. La forma bucata e colmata di olio, viene chiusa e fatta stagionare per 2 mesi in modo da ottenere una pasta più morbida e burrosa.



Molecole a valenza tossicologica: le Micotossine

Le micotossine (*vedi gruppo slide 15*) possono essere presenti nel formaggio per contaminazione:

- *indiretta* dovuta alla presenza di micotossine nel foraggio con cui si alimentano gli animali e ai loro metaboliti, per trasformazione interanimale (aflatossina B1, M, ocratossina, zearalenone)
- *diretta* per produzione dovuta a crescita fungina (flora spontanea o addizionata in fase di caseificazione). Sono per la maggior parte dovute a specie di *Penicillium*, anche se solo pochi ceppi isolati da formaggio sono produttori di tossine, principalmente patulina, PRtossina, acido micofenolico, acido penicillico, e roquefortina.



Aflatossina M1

