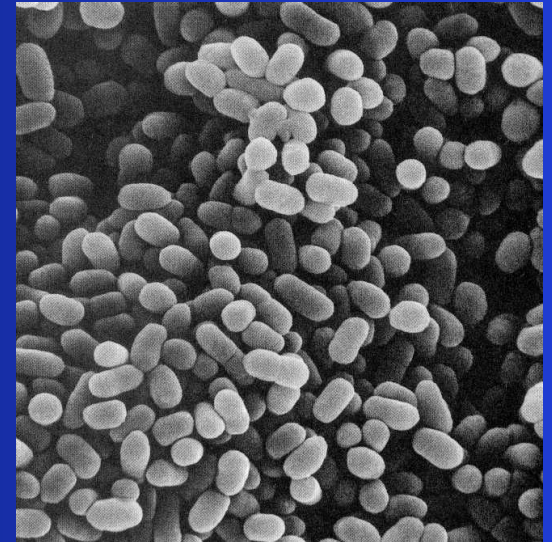




# LATTE

Microbiologia





# COMPLESSITÀ CHIMICO-FISICA

Il latte è estremamente eterogeneo da un punto di vista fisico.

I suoi componenti sono presenti sotto forma di:

- 1) **soluzione** (lattosio, sali minerali, vitamine idrosolubili, sostanze azotate non proteiche)
- 2) **emulsione** (lipidi e vitamine liposolubili)
- 3) **sospensione colloidale** (caseina, parte dei fosfati e citrati di calcio)

# Nella produzione di formaggi e altri prodotti lattiero-caseari le componenti del latte subiscono il seguente destino:

- **Lattosio:** parzialmente fermentato ad acido lattico
- **Caseine:** precipitano per coagulazione acida e/o presamica
- **Grasso:** rimane intrappolato nel reticolo di caseina
- **Sieroproteine:** vengono perdute nel siero
- **Sali minerali:** intrappolati nella cagliata (quelli legati alla fase colloidale) o perduti nel siero (gli altri)



# Il latte come substrato per i microrganismi

- Il latte è un ottimo substrato per la crescita microbica
  - pH 6.6-8,  $a_w > 0.98$
  - Abbondanza di carboidrati, sostanze azotate, vitamine
- Tuttavia
  - l'unico zucchero presente è il lattosio: non tutti i microrganismi sono in grado di utilizzarlo
  - La concentrazione di aminoacidi liberi è bassa e l'idrolisi della caseina richiede peptidasi specializzate
  - Fe, Cu e Zn sono legati fortemente
  - Sono presenti sistemi antimicrobici

# Interventi legislativi che regolano la produzione e la commercializzazione del latte e dei suoi derivati

- **Legge n. 169 del 1989**

“Disciplina del trattamento e della commercializzazione di latte alimentare vaccino”.

- **DPR 54 del 1997**

Recepimento delle Direttive 92/46 e 92/47/CEE.  
Regolamenta la produzione di latte e prodotti lattiero-caseari.

## REGOLAMENTO (CE) N. 2597/97:

Stabilisce le definizioni del **latte alimentare** (latte crudo, latte intero, intero normalizzato, parzialmente scremato, scremato, ecc.) ed i requisiti di composizione



**Latti  
Tradizionali**



**Latti  
Modificati**

- **Regolamento CE 853/2004 (Allegato III sez. IX)**

“Norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale”. Definisce i requisiti specifici per la produzione di latte crudo e prodotti lattiero caseari.

- **Regolamento 2073/2005 (cap. 2.2)**

Definisce i criteri di sicurezza alimentare e di processo nella produzione di latte e prodotti lattiero caseari.

- **Regolamento CE n.273/2008**

Metodi di analisi e valutazione qualitativa del latte e dei prodotti lattiero-caseari.

# Latte crudo

- **Non sottoposto a temperatura superiore ai 40 °C**
- **Il latte crudo prima della vendita può essere solo refrigerato ad una temperatura inferiore ai 4 °C**
- **Regolamento CE 853/2004**
- **Conferenza Stato Regioni del 25 gennaio 2007**

# Caratteristiche latte crudo

## Vantaggi

- Notevolmente ricco di enzimi, vitamine e altre componenti nutritive
- Caratteristiche organolettiche eccellenti
- E' considerato un alimento "genuino"

## Svantaggi

- Flora microbica non distrutta dal trattamento termico
- Possibile sopravvivenza di specie patogene
- Se non è consumato previa bollitura è inadatto all'alimentazione di soggetti sensibili

**Dalla qualità chimico-fisica e microbiologica del latte crudo dipende la qualità dei suoi derivati**

# Specifiche qualitative del latte crudo vaccino destinato al consumo diretto

Carica batterica standard	< 30.000 ufc/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 30 ufc/ml
<i>Escherichia coli</i>	< 100 ufc/ml
Microrganismi patogeni	assenti
Cellule somatiche	< 30.000 ufc/ml
Antibiotici, Aflatossina, Piombo	Non rilevabili

# La microflora del latte crudo è influenzata qualitativamente e quantitativamente da:

- **microrganismi** inizialmente presenti nel **latte**:
  - provenienti dall' interno o dalla superficie delle mammelle;
  - provenienti dall' ambiente di stalla;
- microrganismi provenienti dalle **attrezzature di mungitura**;
- microrganismi provenienti dai **serbatoi di stoccaggio**;
- microrganismi provenienti dalle **cisterne usate per il trasporto**;
- **temperatura** e durata della **conservazione** e del trasporto.



# Principali microrganismi del latte crudo e fonte di contaminazione

**Tabella 8.13** Principali microrganismi del latte crudo secondo la fonte di contaminazione.

Principali microrganismi del latte crudo		
Origine: uomo	Origine: animale	Origine: ambiente
<i>E.coli</i>	<i>E.coli</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>Salmonella</i> spp.	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Clostridium butyricum</i>
<i>Campylobacter jejuni</i>	<i>Campylobacter jejuni</i>	<i>Clostridium botulinum</i>
<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Shigella</i> spp.	<i>Yersinia enterocolitica</i>	<i>Yersinia enterocolitica</i>
Adenovirus ed enterovirus	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.
Virus epatite A	<i>Brucella</i>	<i>Moraxella</i>
Protozoi (giardia)	<i>Bacillus anthracis</i>	<i>Acinetobacter</i>
	<i>Streptococcus agalactiae</i>	Enterobatteri
	<i>Streptococcus piogenes</i>	<i>Microbacterium</i> spp.
	<i>Streptococcus zooepidermicus</i>	
	<i>Corynebacterium</i> spp.	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	
	<i>Mycobacterium bovis</i>	
	<i>Coxiella burnetii</i>	
	Cocchi coagulasi negativi ( <i>Micrococcaceae</i> )	

# Microflora iniziale del latte crudo

- La microflora del latte quando lascia la stalla dipende sia dalla contaminazione iniziale che dalla temperatura e la durata della conservazione;
- se la conservazione viene effettuata a 4°C e per durate non superiori a 24 h la microflora corrisponde sostanzialmente a quella iniziale.



# Microflora iniziale del latte crudo

## Latte di vacca

Tenore di germi a 30°C (per ml)	$\leq 100\ 000^{(*)}$
Tenore di cellule somatiche (per ml)	$\leq 400\ 000^{(**)}$

## Latte derivante da altre specie

Tenore di germi a 30°C (per ml)	$\leq 1\ 500\ 000^{(*)}$
---------------------------------	--------------------------

## Latte derivante da altre specie- trasformazione che non prevede trattamento termico

Tenore di germi a 30°C (per ml)	$\leq 500\ 000^{(*)}$
---------------------------------	-----------------------

# Microflora iniziale del latte crudo

- Latte proveniente da animali sani e munto asetticamente ha spesso cariche inferiori a 1000 ufc/ml.
  - ↳ La microflora risulta composta prevalentemente da **micrococci non termoresistenti**.
- All'aumentare della carica microbica **le proporzioni dei diversi gruppi cambiano**, generalmente con aumento dei batteri Gram-.

# I termodurici più comuni sono:

- *Micrococcus* e *Microbacterium* (che derivano soprattutto dalle attrezzature di mungitura);
- *Bacillus* (*B. licheniformis*, *B. subtilis*), soprattutto in inverno (raramente  $>100/\text{ml}$ );
- *Clostridium* (*C. tyrobutyricum* il più pericoloso: deve essere  $<1/\text{ml}$ ), in inverno, quando l'alimentazione è con insilati.

# I microrganismi psicrotrofici

- prevalentemente *Pseudomonas* (circa il 50%;  
*P. fluorescens*, *P. fragi*, *P. putida*),
- *Flavobacterium*, *Acinetobacter*,  
*Alcaligenes*, coliformi.

## Sporigeni psicrotrofici

Sono più rari e hanno crescita più lenta:

*B. circulans*, *B. coagulans*, *B. cereus*, *B. subtilis*: raramente  
>10/ml

# Coliformi

- Sono presenti quasi invariabilmente ma non sono indice di contaminazione fecale perchè sono in grado di moltiplicarsi sulle attrezzature e sulle superfici di contatto; secondo alcuni autori **>100 coliformi/ml** è indice di cattiva igiene nella produzione e conservazione del latte.
- I coliformi psicrotrofici possono rappresentare il 10-30% della microflora psicrotrofica.

# Microrganismi patogeni nel latte

- Tutti gli agenti di zoonosi, compresi gli agenti di mastiti possono essere presenti nel latte di animali infetti.
- L'origine dei microrganismi patogeni presenti nel latte è variabile:
  - possono provenire dall'animale, dall'ambiente (comprese le attrezzature) e dagli operatori.
- Il livello di rischio associato con i diversi tipi di patogeni dipende dal loro potenziale destino durante la trasformazione del latte.



# Microrganismi patogeni nel latte

Organismi	Tossinfezioni
Enterobacteriaceae <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Escherichia coli</i></li> <li>• <i>Salmonella</i></li> <li>• <i>Yersinia enterocolitica</i></li> </ul>	gastroenteriti, sindrome emolitica uremica gastroenteriti, febbre tifoide gastroenteriti
Altri batteri Gram negativi <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aeromonas hydrophila</i></li> <li>• <i>Brucella</i> spp.</li> <li>• <i>Campylobacter jejuni</i></li> <li>• <i>Pseudomonas aeruginosa</i></li> </ul>	gastroenteriti brucellosi gastroenteriti gastroenteriti
Gram positivi sporigeni <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bacillus cereus</i></li> <li>• <i>Bacillus anthracis</i></li> <li>• <i>Clostridium perfringens</i></li> <li>• <i>Clostridium botulinum</i></li> </ul>	gastroenteriti antrace gastroenteriti botulismo
Gram positivi cocci <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Staphylococcus aureus</i></li> <li>• <i>Streptococcus agalactiae</i></li> <li>• <i>Streptococcus pyogenes</i></li> <li>• <i>Streptococcus zooepidemicus</i></li> </ul>	intossicazione emetica scarlattina faringite /complicazioni nefrologiche
Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Corynebacterium</i> spp.</li> <li>• <i>Listeria monocytogenes</i></li> <li>• <i>Mycobacterium bovis</i></li> <li>• <i>Mycobacterium tuberculosis</i></li> <li>• <i>Mycobacterium paratuberculosis</i></li> <li>•</li> </ul>	difterite listeriosi tubercolosi tubercolosi tubercolosi nei ruminanti
Rickettsia <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Coxiella burnetii</i></li> </ul>	febbre Q
Virus <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enterovirus, rotavirus</li> <li>• Virus epatite</li> </ul>	infezione enterica epatite
Funghi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muffe tossigene</li> </ul>	micotossicosi
Protozoi <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Entamoeba histolytica</i></li> <li>• <i>Guardia lamblia</i></li> <li>• <i>Toxoplasma gondii</i></li> </ul>	amebiasi giardiasi toxoplasmosi

# Sistemi antimicrobici del latte

- Il latte crudo possiede un certo potere antimicrobico che causa, immediatamente dopo la mungitura, una lieve riduzione della microflora.
- Il potere antimicrobico dipende da:
  - **Immunoglobuline**
  - **Fagocitosi**
  - **Lattoferrina**
  - **Sistema lattoperossidasi/tiocianato/perossido d' idrogeno**

# Le Mastiti

**Le mastiti** possono peggiorare notevolmente la qualità microbiologica del latte.

Nelle **forme acute, cliniche** gli animali infetti sono facilmente individuabili perchè il latte ha notevoli alterazioni nell'aspetto e nella composizione:

- presenza di coaguli, sangue, pus;
- aumento di immunoglobuline, diminuzione della caseina
- aumento di BSA;
- aumento di sodio e cloruri;
- aumento di leucociti, prevalentemente PMN ( $>10.000.000/ml$ )

# Le Mastiti

- Alcuni agenti di mastite, come *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*, dipendono dalla mungitura per la loro diffusione, altri no (spec. i coliformi, che dipendono da altre fonti di contaminazione).

## L'incidenza delle mastiti si può ridurre con:

- l'igiene al momento della mungitura
  - il lavaggio della mammella con getti caldi di acqua contenente un disinfettante (come NaOCl 500-800 ppm o iodofori) seguiti da accurata asciugatura;
- un trattamento con antibiotici alla fine della lattazione

# Microflora della superficie esterna di mammelle e dei capezzoli

- L'epidermide delle mammelle e dei capezzoli può essere contaminata fra una mungitura e l'altra da sporco e microrganismi provenienti dalle feci, dalla lettiera etc.
- Se non vengono lavate la microflora può contribuire notevolmente a quella del latte.

# Microflora della superficie esterna di mammelle e dei capezzoli

- in inverno varia fra  $10^5$  e  $10^7$  ufc per capezzolo
- é composta prevalentemente da Gram+: micrococci e stafilococchi coagulasi- e enterococchi. I Gram- sono molto meno abbondanti, probabilmente perché non in grado di aderire alle superfici, ma possono essere numerosi specialmente in funzione del tipo di lettiera usata.
- Sporigeni, come *Bacillus* e *Clostridium* possono essere presenti anche in alto numero (100-10000 per capezzolo): i numeri variano molto con la stagione.

# E' importante:

- Il lavaggio con soluzioni disinfettanti, seguito da asciugatura riduce notevolmente la microflora, anche se si hanno spesso ancora cariche superiori a 1.000.000 cfu per capezzolo.
- La sostituzione frequente della lettiera, (soprattutto della paglia).
- Quando gli animali passano al pascolo si ha notevole diminuzione della contaminazione.

# Microflora delle attrezzature di mungitura

- Le attrezzature di mungitura sono la fonte principale di contaminazione fra la mungitura e la raccolta del latte.
- **Sono attrezzature complesse e talvolta difficili da pulire**, in cui si possono accumulare microrganismi fra una mungitura e l'altra (in angoli morti, in fessure difficili da pulire etc.)



# Microflora delle attrezzature di mungitura

- **Per dare una contaminazione sostanziale** le attrezzature devono essere molto sporche: una normale attrezzatura ha una superficie di contatto con il latte di circa 10 mq; per aumentare il contenuto di 1000 L di latte di 10000 cfu/ml sono necessari  $1 \times 10^{10}$  cfu, pari ad una contaminazione di  $1 \times 10^9$  cfu/mq:
- **la contaminazione é raramente uniforme** e i batteri e lo sporco si accumulano in parti mal progettate e difficili da pulire.

# Microflora delle attrezzature di mungitura

- Per garantire una buona igiene é necessario che le attrezzature siano lavate dopo ogni mungitura e completamente drenate;
- La pulizia e disinfezione degli impianti di mungitura può essere effettuata con **lavaggio con soluzioni acide o alcaline a caldo (70-85°C) o a freddo**;
- trattamenti particolarmente efficaci sono il lavaggio con detergenti-disinfettanti a caldo o con detergenti caustici, lasciati in contatto (con drenaggio ma senza risciacquo) fino alla mungitura successiva, cui viene fatto precedere un lavaggio e un drenaggio completo con soluzione di disinfettante (**100-200 ppm cloro libero**).

# I tipi di microrganismi associati con le attrezzature di mungitura

- Riflettono sostanzialmente quelli presenti nel latte crudo.
- **Gli agenti di mastiti sono raramente presenti.**
- I tipi e le proporzioni di microrganismi presenti sono influenzati dai tipi di trattamenti di pulizia e disinfezione: **trattamenti con soluzioni >40-50°C selezionano una microflora termodurica** (e viceversa).
- Generalmente la microflora ha una composizione abbastanza costante per ogni macchina con uno o max. 2 dei seguenti tipi predominanti:
  - **termodurici, bacilli Gram+ nonsporigeni, bacilli Gram- non sporigeni, psicrotrofici.**

# I serbatoi refrigerati alla stalla

- Sono in genere più facilmente pulibili e disinfettabili degli impianti di mungitura e **raramente le cariche microbiche superano  $1 \times 10^5$  cfu/mq** anche se la pulizia spesso non viene fatta con soluzioni a caldo.
- Qualche problema possono causare le **connessioni e i rubinetti di scarico**, che possono essere fortemente contaminati perché difficili da pulire.
- I microrganismi associati con i serbatoi refrigerati sono **principalmente psicrotrofici**.

# Serbatoi



# Influenza della conservazione e del trasporto sulla microflora del latte crudo

Il latte può essere raccolto in:

- **bidoni**
  - Il controllo della temperatura é molto difficile (i bidoni vengono raffreddati in bagni ad acqua o per immissione di serpentine) e spesso il latte permane a 20-25°C per lunghi periodi; inoltre, sono difficili da pulire.
- **autocisterne con serbatoi isolati termicamente**
  - le autocisterne prelevano il latte da diverse stalle e lo trasportano alla centrale o al caseificio: dal momento che il latte di diverse stalle viene mescolato é importante rifiutare latte che abbia caratteristiche anomale o che abbia una temperatura eccessiva (>7°C);

# Autocisterne





# Effetto della temperatura sulla microbiologia del latte

- Ruolo dominante nell'influenzare la moltiplicazione dei microrganismi:
  - il latte si considera deteriorato quando la microflora è  $>1 \times 10^7$  cfu/ml.
- Diversi gruppi predominano a diverse temperature:
  - 25-30°C: streptococchi e coliformi
  - 15-25°C: streptococchi, talvolta psicrotrofici
  - $<15^\circ\text{C}$ : psicrotrofici**producendo diversi tipi di alterazione.**



# Raccolta del latte avviene a giorni alterni

Determina diversi tipi di problemi:

- almeno un quarto del latte nei serbatoi é vecchio 2 gg;
- il serbatoio, se a parete fredda, subisce delle variazioni di temperatura;
- la temperatura del latte conferito é spesso più alta di 4°C (fra 6 e 9°C);
- in genere la microflora aumenta col trasporto:
- contaminazione con le attrezzature di pompaggio e trasporto
- distruzione di aggregati
- i serbatoi di stoccaggio in centrale non sono refrigerati, ma solo isolati: il latte deve essere a bassa temperatura quando vi viene immesso.

## Altri tipi di contaminazione: aerea

- La contaminazione aerea non dà un contributo sostanziale (<5 cfu/ml; <1 spora/ml) alla microflora del latte;
- la contaminazione é più alta nelle stalle, specialmente quando si maneggiano insilati e foraggi che nelle sale di mungitura, dove raramente supera **200000 cfu/mc**.
- Le leggi attuali prevedono che la mungitura debba essere svolta in locali appositi proprio per limitare queste forme di contaminazione.

# Altri tipi di contaminazione: il personale

- Il personale ha un contatto limitato con il latte nelle moderne pratiche di mungitura.
- Può essere importante per la contaminazione con microrganismi patogeni.

# Altri tipi di contaminazione: l'acqua

- L'acqua utilizzata in stalla **deve essere potabile o trattata con appropriati disinfettanti.**
  - ↳ particolarmente importante per l'acqua calda (37°C) utilizzata per il lavaggio delle mammelle o per l'acqua contenuta in serbatoi, nella quale in caso contrario si possono accumulare microrganismi.

# Il latte crudo per il consumo diretto

- La normativa vigente permette la commercializzazione di latte crudo per il consumo umano diretto.
- Viene commercializzato latte crudo confezionato e latte microfiltrato.
- Il latte crudo presenta numerosi problemi:
  - non è possibile garantire l'assenza di microrganismi patogeni.  
alcuni episodi di gastroenterite da *Campylobacter jejuni* sono stati causati proprio dal consumo di latte crudo certificato.
  - il latte crudo è comunque un prodotto poco conservabile (max 48 h anche a 4°C).

# Legislazione per il latte alimentare

- La produzione di latte alimentare è regolamentata dalla legge 3/5/89 n. 169 e dal DPR 54/97.
- Le categorie di latte trattato termicamente sono attualmente:
  - latte pastorizzato,
  - latte fresco pastorizzato,
  - latte fresco pastorizzato di alta qualità,
  - latte sterilizzato a lunga conservazione,
  - latte UHT a lunga conservazione.

# Microbiologia del latte pastorizzato

I microrganismi presenti nel latte pastorizzato possono essere:

- **microrganismi termodurici**, sopravvissuti al trattamento di pastorizzazione
- **contaminanti**, derivanti dalle attrezzature poste a valle del pastoreizzatore e in particolare dalla confezionatrice (il confezionamento del latte pastorizzato non è asettico).



# La produzione del latte pastorizzato prevede le seguenti fasi:

1. ricevimento del latte
2. conservazione refrigerata
3. centrifugazione/standardizzazione/pulitura
4. preriscaldamento
5. omogeneizzazione
6. pastorizzazione
7. conservazione
8. confezionamento



# 1. Ricevimento del latte

- **Controllo della genuinità** (grasso, indice crioscopico, densità) e **della presenza di residui di antibiotici**. E' possibile effettuare:
  - una **filtrazione** (per allontanare le impurezze più grossolane)
  - un trattamento di **refrigerazione**.
  - trattamenti di **vacceazione**, sotto vuoto, per eliminare odori anomali.

# 2. Conservazione refrigerata

- in serbatoi isolati, muniti di agitazione lenta, a temperature  $<6^{\circ}\text{C}$

### 3. Centrifugazione/standardizzazione/pulitura

- Con centrifughe pulitrici e standardizzatrici, a piatti, in genere autopulenti (i residui si accumulano alle estremità dei piatti e vengono allontanati con determinati intervalli di tempo per apertura automatica della centrifuga).

### 4. Preriscaldamento

Il latte crudo passa in controcorrente con il latte pastorizzato in uscita dalla sezione di sosta nella sezione di recupero del pastorizzatore a piastre

# 5. Omogeneizzazione

- il latte preriscaldato viene trattato in omogeneizzatori di vario tipo per ridurre la dimensione dei globuli di grasso
- Dopo l' omogeneizzazione il latte deve essere pastorizzato immediatamente, per evitare l'azione della lipasi naturale del latte sui globuli di grasso, resi vulnerabile dall' omogeneizzazione, che li priva della loro membrana naturale.

# 6. Pastorizzazione

- La pastorizzazione lenta (**LTLT, Low temperature long time, 63°C per 30 min.** o equivalenti) non è più praticata se non in piccolissimi impianti. Essa deve essere effettuata in specifici pastorizzatori a doppio fondo.
- Quasi esclusivamente condotta in impianti in continuo (**HTST: high temperature short time; 72°C per 15 sec.** o combinazioni tempo/temperatura equivalenti) costituiti da scambiatori di calore a piastre.

# Pastorizzazione bassa L.T.L.T (Low Temperature Long Time)

- **Trattamento del latte a 63°C per 30 minuti**



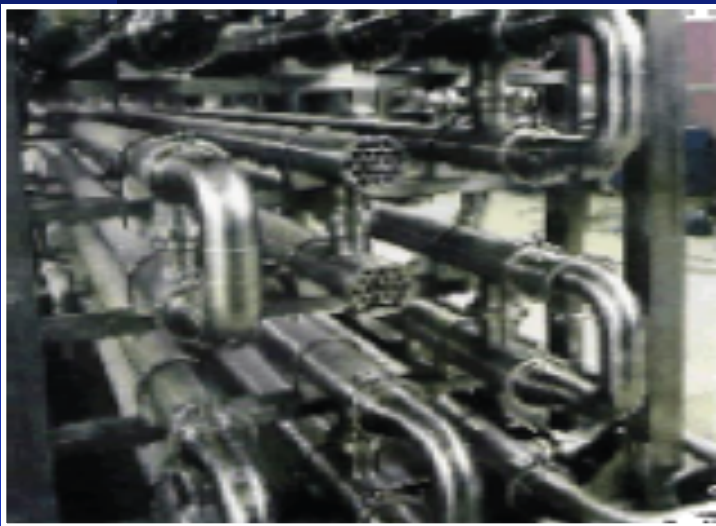
**HTST:  
high temperature  
short time**





# Esistono due principali tipologie di pastorizzatori

**Scambiatori  
tubulari**



**Scambiatori  
a piastre**



# 7. Conservazione

Avviene in serbatoi isolati; è importante la pulizia per evitare contaminazioni del latte pastorizzato.

# 8. Confezionamento

- **non è asettico** e costituisce una delle principali fonti di contaminazione.
- La pulizia, la posizione e in funzionamento della confezionatrice devono essere controllati accuratamente.
- Il confezionamento può avvenire in
  - **bottiglie di vetro** (difficili da recuperare e pulire, ma più “ecologiche”),
  - in contenitori di **cartoncino politenato** (da 125 ml a 2 L)
  - in **bottiglie termoformate** (poco diffuse).

# Confezionamento in bottiglia del latte pastorizzato



Formatura  
delle bottiglie



Riempimento  
delle bottiglie



Chiusura ed  
etichettatura

## 9. Conservazione e distribuzione

- è importante che sia mantenuta la **linea del freddo** e che la temperatura sia monitorata in tutte le fasi, compresa la distribuzione, per evitare la crescita di microrganismi psicrotrofici.

# Microflora del latte pastorizzato

Microrganismi sopravvissuti ai trattamenti di pastorizzazione (termodurici) e eventuali contaminanti.

- I **termodurici** solo raramente causano problemi, perchè non sono in grado di moltiplicarsi a temperature di conservazione ( $<6^{\circ}\text{C}$ )
- Gli **psicrotrofici** possono contaminare il latte a basso livello, provenendo dalle attrezzature e dall'ambiente della confezionatrice. Il loro numero dovrebbe essere possibilmente inferiore a 100/ml per garantire una conservazione ottimale.

# Microbiologia del latte UHT e sterile

Per permettere la conservazione del latte per periodi più prolungati a temperatura ambiente è necessario un trattamento di sterilizzazione in:

- contenitori ermeticamente chiusi (**latte sterile**)
- trattamento in continuo con **confezionamento aseptico** (per il **latte UHT**).

# Latte sterile

- Prodotto per **sterilizzazione** del latte già confezionato in bottiglie in autoclavi in continuo o in batch (**118-120°C per 15-20 minuti**).
- Il trattamento termico è molto intenso e determina una sostanziale alterazione delle proprietà organolettiche del latte (imbrunimento, sapore di cotto).



# Latte UHT (Ultra High Temperature)

- Latte sottoposto a trattamento termico intenso (**130-140°C da frazioni di secondo ad alcuni minuti**, per scambio indiretto o per iniezione diretta di vapore)
- La sequenza delle operazioni per la produzione di latte UHT con scambio indiretto di calore non è diversa dalla produzione di latte pastorizzato
- Il **confezionamento asettico** avviene in contenitori di cartoncino con laminato di alluminio (è necessaria la protezione dalla luce per evitare l'irrancidimento ossidativo, dal momento che il latte ha una shelf-life di 3 mesi).





# Microbiologia del latte UHT

- La microflora superstite al trattamento termico non è in genere in grado di moltiplicarsi alle temperature ordinarie di conservazione (non superiori a 30-35°C nei nostri climi).
- Possono sopravvivere al trattamento termico, se presenti in alto numero, *spore di Bacillus* e di *Clostridium*.
- In ordine di resistenza termica decrescente troviamo:
  - *B. stearothermophilus* e *C. thermosaccharolyticum*
  - *B. cereus*, *B. coagulans*, *B. subtilis*
  - *B. brevis*, *B. megatherium*, *B. licheniformis*, *B. firmus*
  - *B. laterosporus*, *B. macerans*, *B. lentus*.

# Microbiologia del latte UHT

- Microflore più varie possono derivare da ricontaminazioni successive al trattamento termico:
  - acqua di condensa
  - guarnizioni difettose
  - cattiva sterilizzazione del foglio di confezionamento.

# Alterazioni del latte UHT

Possono essere dovute a:

- **crescita di microrganismi** (termoresistenti o contaminanti), con coagulazione dolce, sapori amari, odori anomali
- presenza di **enzimi termoresistenti** (proteasi, lipasi) prodotti specialmente dalla microflora psicrotrofica prima del trattamento del latte.

In genere è necessario che la microflora psicrotrofica del latte crudo superi di molto  $1 \times 10^6$  ufc/ml perchè i livelli di enzimi siano sufficienti a causare alterazioni.

# Latti a ridotto contenuto di umidità

I prodotti condensati o in polvere vengono preparati per:

- ridurre il volume di alimento da conservare
- migliorarne la conservabilità mediante riduzione dell'aw.

Sono generalmente usati come

- **ingredienti** in altri processi dell'industria lattiero-casearia o alimentare
- per il **consumo diretto**, previa ricostituzione.



# Latti condensati ed evaporati



# Latte evaporato

- Detto anche latte condensato non zuccherato è un latte concentrato circa 3 volte per evaporazione sotto vuoto e sterilizzato
- La microflora iniziale dipende, come dalle condizioni di produzione e conservazione del latte crudo.
- Il trattamento termico (116-118°C per 15-20 min.) che viene dato prima dell'evaporazione è abbastanza intenso da permettere la sopravvivenza dei soli sporigeni.

# Alterazioni del latte evaporato

Può essere dovuta a:

- **sporigeni termoresistenti**, con coagulazione dolce o acida, sapori amari o di formaggio,
- a **contaminanti banali** penetrati in contenitori non sigillati durante il raffreddamento, con difetti estremamente variabili con il tipo di contaminanti.
- Un certo ruolo è giocato anche dagli **enzimi termoresistenti**.

# Latte condensato

- Viene utilizzato soprattutto come ingrediente nell'industria dolciaria.
- E' latte evaporato con l'aggiunta di saccarosio per ridurre l' $a_w$  a circa 0,86.
- La riduzione della  $a_w$  e il trattamento termico rendono il prodotto commercialmente sterile.
- I prodotti di massa, confezionati in grandi confezioni, hanno una  $a_w$  maggiore e sono più soggetti a deterioramento.



# Microbiologia del latte condensato

- Lo **zucchero** può essere una fonte importante di **sporigeni termoresistenti, lieviti e muffe osmofile**, e deve avere specifiche molto stringenti.
- Sono possibili, come nel latte evaporato, alterazioni chimiche (bombaggio, coagulazione, etc.)

## I difetti potenziali sono:

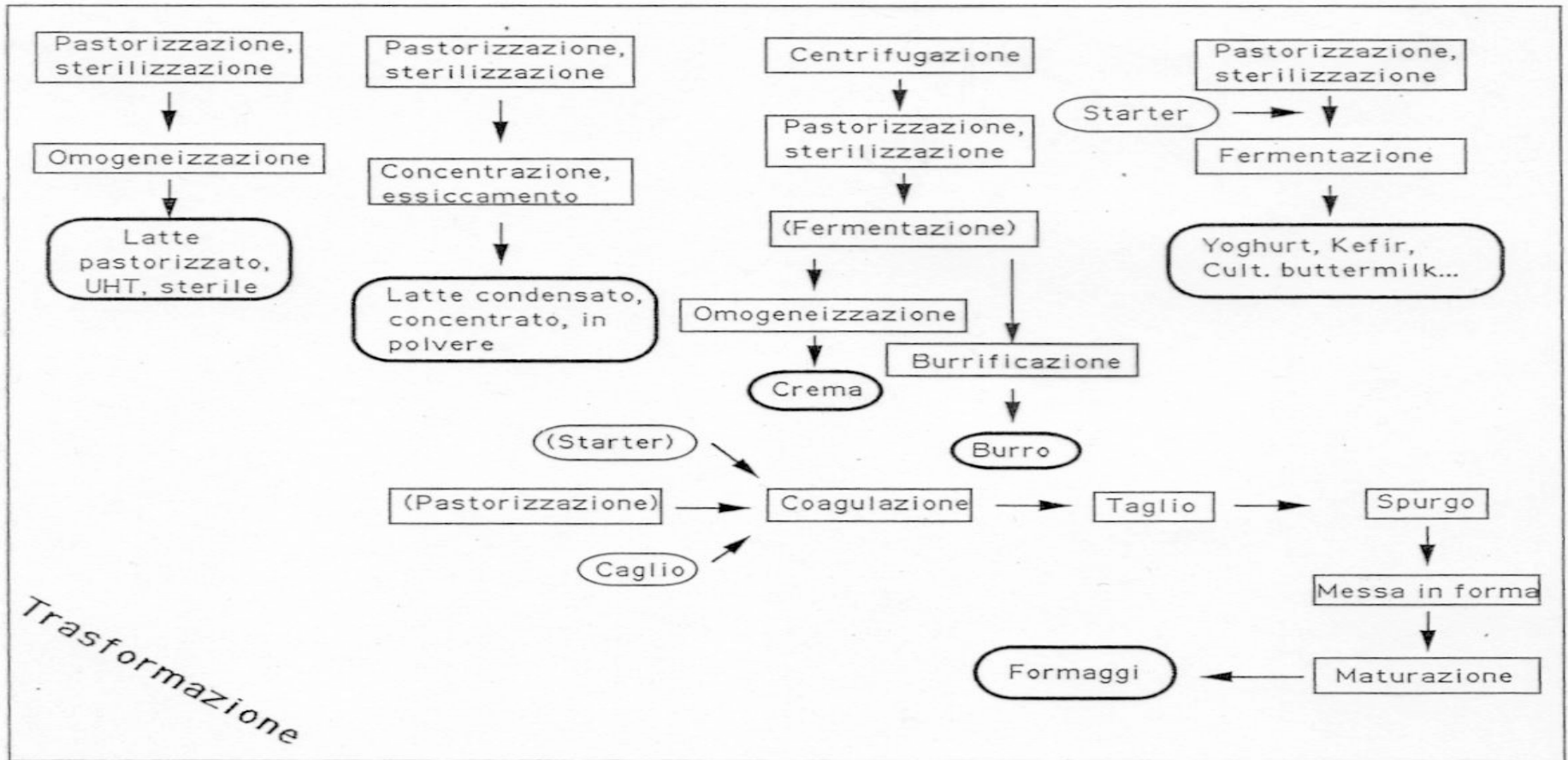
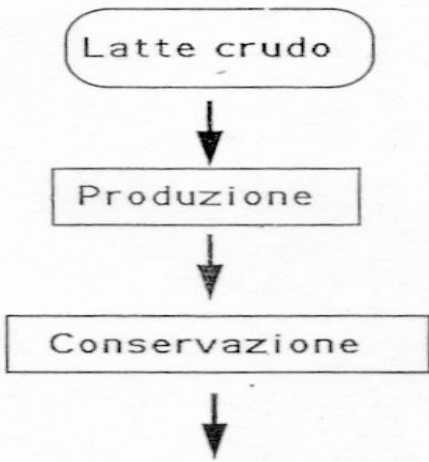
- **ispessimenti**, causati da proteasi di micrococchi osmofili (generalmente contaminanti),
- crescita di **sporigeni** (durante la fase di evaporazione),
- crescita di **lieviti osmofili**, come *Torulopsis* e di **muffe osmofile**, che formano “bottoni”, soprattutto in contenitori con spazio di testa eccessivo.

# Latte in polvere

- L'essiccazione sino ad un'umidità inferiore al 5% è un efficace modo di conservare il latte.
- Oltre al latte (generalmente magro) vengono essiccati anche siero e latticello.
- L'essiccazione è uno dei modi utilizzati dalla UE per conservare il latte ritirato dal mercato.

# Microbiologia del latte in polvere

- L'essiccazione non permette una distruzione totale dei microrganismi, anche i più termosensibili, e la perdita successiva di vitalità è molto lenta.
- Particolare attenzione va osservata nella **pulizia delle camere di essiccazione e di reumidificazione** (difficili da pulire) e nel confezionamento.
- Problemi di deterioramento sono dovuti soprattutto alla crescita locale di microrganismi in caso di riumidificazione (**muffe, lieviti, batteri osmofili**). Le analisi vengono sempre eseguite sui prodotti ricostituiti.



Trasformazione