

I lattici fermentati

Microbiologia

- La fermentazione del latte é uno dei metodi più antichi per la conservazione di questo prodotto, altrimenti facilmente deperibile.
- Esempi di latti fermentati:
 - Yoghurt
 - Kefir
 - Koumiss
 - Latti fermentati con microrganismi probiotici (Actimel, Lc1, etc.)

Latti fermentati probiotici



Microrganismi probiotici

- Sono probiotici quei microrganismi vitali che influenzano la salute dell'ospite in modo benefico:
 - *Lactobacillus* GG: gastroenteriti acute, morbo di Crohn, allergie alimentari, artrite reumatoide, cancro al colon
 - *Lb. acidophilus* NCFB1748: radioterapia pelvica, cancro al colon
 - *Lb. acidophilus* LA1: immunostimolante

Studi recenti ben documentati e accuratamente controllati hanno dimostrato che alcuni ceppi di LAB:

- hanno un'azione anticarcinogenica
- stimolano il sistema immunitario
- hanno un'attività antibiotica dovuta ad es. alla produzione di batteriocine,
- sono in grado di deconiugare gli acidi biliari,
- hanno attività anticolesterolemica,
- riducono l'emissione di idrogeno e la maldigestione del lattosio,
- sono in grado di inattivare composti tossici nell'intestino e sono in grado di aderire alla mucosa epiteliale.

Molti degli effetti sono correlati al miglioramento delle condizioni della mucosa intestinale:

- la mucosa intestinale intatta fornisce una barriera efficace al movimento di batteri patogeni, antigeni e altre sostanze dannose.
- In soggetti con la mucosa intestinale danneggiata (per la presenza di antigeni portati con la dieta, patogeni, sostanze chimiche o radiazioni) la microflora intestinale risulta disturbata e la mucosa non è più una barriera efficace.



L'alterazione della microflora intestinale di per sé può portare ad ulteriori conseguenze negative (diarrea, infiammazione della mucosa, con aumento di permeabilità) e attivazione di sostanze dannose o carcinogeniche.

L'attività anticarcinogenica

- Non tutti i ceppi delle specie ritenute probiotiche sono efficaci negli esseri umani; ciò dipende in larga misura dalla loro capacità di sopravvivere e crescere nell'intestino. Alcuni ceppi hanno effetti clinicamente documentati su diversi tipi di patologie.
- L'attività anticarcinogenica dei LAB probiotici è complessa ed è legata soprattutto ad una stabilizzazione della mucosa intestinale e alla distruzione di sostanze tossiche.

Attività probiotiche dei LAB

- LAB probiotici possono essere usati con successo nel trattamento di diversi tipi di infiammazioni intestinali.
- L'attività preventiva nei confronti di diversi tipi di gastroenteriti dipende dalla capacità dei LAB di aderire alla mucosa intestinale formando una barriera all'adesione di batteri patogeni e alla loro capacità di regolare e stabilizzare la microflora intestinale, anche tramite la produzione di batteriocine.

Actimel

“Actimel è il probiotico da bere di Danone che aiuta a rinforzare le difese immunitarie. Ogni bottiglietta di Actimel contiene più di 1 miliardo di esclusivi fermenti *L. casei imunitass* che, arrivando vivi e attivi nell'intestino, favoriscono l'equilibrio della flora intestinale e contribuiscono così al rinforzo delle difese naturali e al benessere del tuo organismo”



Lc1

“Il **Lactobacillus LC1 VITAL** (*Lactobacillus johnsonii*) è batterio lattico selezionato tra oltre 4.000 ceppi batterici nel centro di ricerche Nestlé di Losanna, che resiste ai succhi gastrici ed è in grado di arrivare vivo ed attivo nell'intestino dove svolge la sua attività probiotica:

- * Proteggere dai batteri indesiderati
- * Rafforzare le naturali difese dell'organismo
- * Regularizzare la funzione dell'intestino”



Tecnologia della produzione dello yoghurt.

I diversi tipi di yoghurt si differenziano in base a:

- standard legali esistenti o proposti;
- metodo di produzione;
- aggiunta di aromi;
- trattamenti subiti dopo l' incubazione.



Standard legali:

- Riguardano il contenuto in grasso e RSM, in base al quale lo yoghurt può essere definito:
 - intero
 - magro
- In alcuni casi il contenuto in solidi o in grasso viene aumentato in fase di standardizzazione (aggiunta di crema, aggiunta di latte in polvere) o con una concentrazione del prodotto (a caldo o per ultrafiltrazione).

Metodo di produzione

- 2 tipi principali di yoghurt:
 - **a coagulo intero** (la fermentazione avviene nei contenitori finali, il prodotto é compatto)
 - **a coagulo rotto** (il coagulo viene rotto prima del confezionamento; il prodotto é viscoso ma non compatto).
- **Tipi fluidi a bassa viscosità**, preparati con latte a basso contenuto in solidi

Aggiunta di aromi

Sono in commercio:

- yoghurt **naturali**
- yoghurt **alla frutta**
 - del tipo **Swiss-style**, con la frutta uniformemente diffusa nello yoghurt;
 - del tipo **Sundae-style**, con la frutta sul fondo del contenitore),
- yoghurt **aromatizzati**.

Negli ultimi due tipi si ha in genere anche aggiunta di saccarosio

Trattamenti successivi all'incubazione

- **pastorizzazione** per aumentare la shelf-life → **dessert**
- **congelamento** per la produzione di prodotti simili a gelati → **frozen-yoghurt**)
- l'aggiunta di vitamine, etc.

Tecnica di produzione per i diversi tipi di yoghurt

- **Trattamenti preliminari del latte**
- **Omogeneizzazione**
- **Trattamento termico**
- **Incubazione**
- **Raffreddamento**
- **Confezionamento**

La tecnica di produzione per i diversi tipi di yoghurt é simile fino all'aggiunta dello starter.

Trattamenti preliminari del latte

- Fortificazione e/o standardizzazione con aumento dei solidi.
- Si possono aggiungere:
 - latte in polvere
 - siero in polvere
 - latte magro o intero concentrato
 - latte magro o intero ultrafiltrato
 - latte concentrato per osmosi inversa.

Trattamenti preliminari

- La **concentrazione di solidi** nello yoghurt varia molto:
 - in genere ci si attesta intorno al 15%.
- L'obiettivo é migliorare le caratteristiche reologiche del prodotto (viscosità, sineresi, etc.);
- Possono essere anche aggiunti stabilizzanti e addensanti.

Omogeneizzazione

- l'**omogeneizzazione** ha lo scopo di rendere il prodotto uniforme e migliorarne la struttura.

Trattamento termico

- quello ottimale é **85°C per 30 min.** ma ci sono forti variazioni in funzione delle attrezzature disponibili (con HTST: 90-95°C per 5-10 min.).
- Il trattamento può essere effettuato in:
 - in scambiatori a piastre
 - caldaie polivalenti (relativamente inefficiente, ingombrante, costoso da un punto di vista del lavoro ma adatto a piccoli impianti).

Trattamento termico

- Gli **scopi** di un trattamento termico così intenso sono:
 - 1. denaturazione delle sieroproteine e aggregazione delle micelle di caseina; serve a rendere il coagulo che si forma più viscoso;
 - 2. riduzione della carica batterica del latte;
 - 3. riduzione della concentrazione di ossigeno;
 - 4. limitata degradazione delle proteine del latte, con liberazione di aminoacidi stimolatori e liberazione di gruppi -SH.

Incubazione

- Può avvenire in diversi tipi di incubatori a seconda del processo di produzione (coagulo intero o rotto):
 - **coagulo intero:**
 - bagni termostatici;
 - incubatori termostatici;
 - tunnel (con sezioni di incubazione e raffreddamento);
 - serbatoi di fermentazione (isolati)
 - caldaie polivalenti (con doppio fondo).

Raffreddamento

- Fase delicata che viene iniziata in genere prima che il pH finale venga raggiunto
- **non deve essere troppo rapido perché può causare sineresi.**

Raffreddamento

- **yoghurt a coagulo intero**

- ↳ raffreddamento ad aria

- **yoghurt a coagulo rotto**

- ↳ raffreddamento miscelazione con la frutta

- in caldaie polivalenti (fino a 4 h per portare la temperatura a $<10^{\circ}\text{C}$)

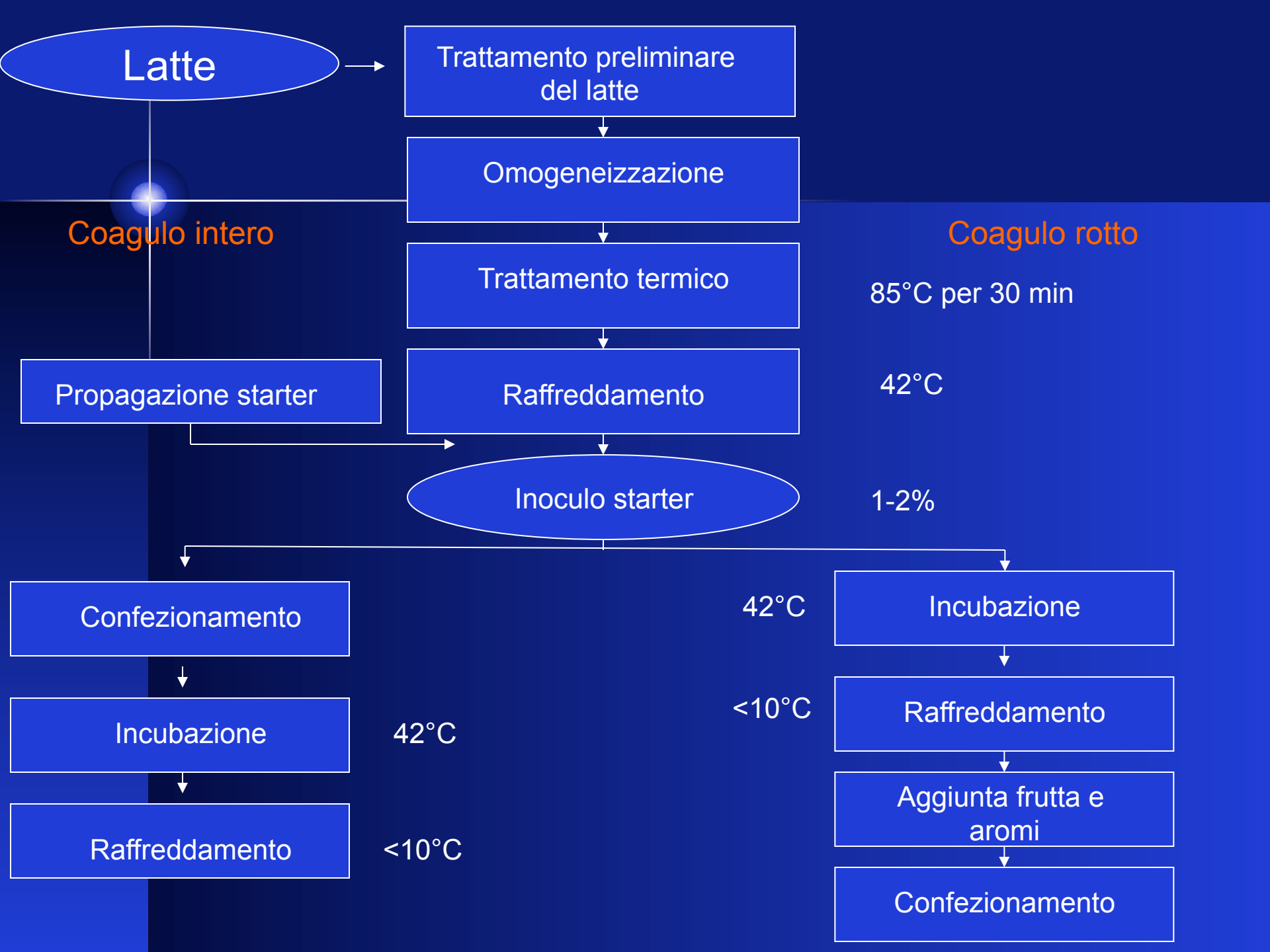
- con **scambiatori di calore**, preferibilmente tubolari per evitare danni alla struttura.

La procedura migliore é fare un **primo raffreddamento** a $20\text{-}25^{\circ}\text{C}$, aggiungere gli altri ingredienti, confezionare e poi **raffreddare a $7\text{-}10^{\circ}\text{C}$ in 6 h** con aria; e concludere con **aria a $1\text{-}2^{\circ}\text{C}$** .

Confezionamento

- in contenitori di plastica termoformati,
- in contenitori di vetro (yoghurt a coagulo intero)
- cartoncino politenato (per lo yoghurt fluido).

- **Per limitare i danni alla struttura** le macchine confezionatrici devono avere un orificio largo e una velocità di riempimento lenta.
- **E' importantissima l'igiene in questa fase per evitare contaminazioni con muffe e lieviti.**



Latte

Trattamento preliminare del latte

Omogeneizzazione

Trattamento termico

Raffreddamento

Inoculo starter

Confezionamento

Incubazione

Raffreddamento

Incubazione

Raffreddamento

Aggiunta frutta e aromi

Confezionamento

Coagulo intero

Coagulo rotto

85°C per 30 min

42°C

1-2%

42°C

<10°C

42°C

<10°C

Detergenza e sanificazione degli impianti

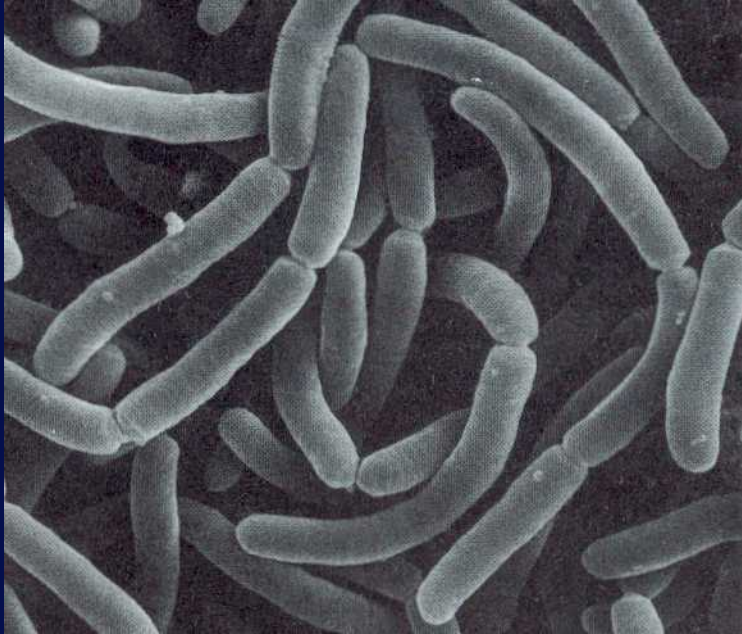
Le procedure comportano:

- **lavaggio preliminare** con acqua a 40-50°C;
- **lavaggio con detergente**: soluzione fortemente alcalina (idrossido di sodio, sodio silicato, sodio trifosfato) a caldo, seguita o meno da un lavaggio con detergente acido per rimuovere i residui di sali soprattutto dalle superfici di scambio termico;
- **lavaggio con acqua**;
- **sanificazione**: con acido nitrico, cloramine o acqua a 95°C (per gli impianti HTST);
- **lavaggio finale** con acqua per rimuovere i residui di sanificante.

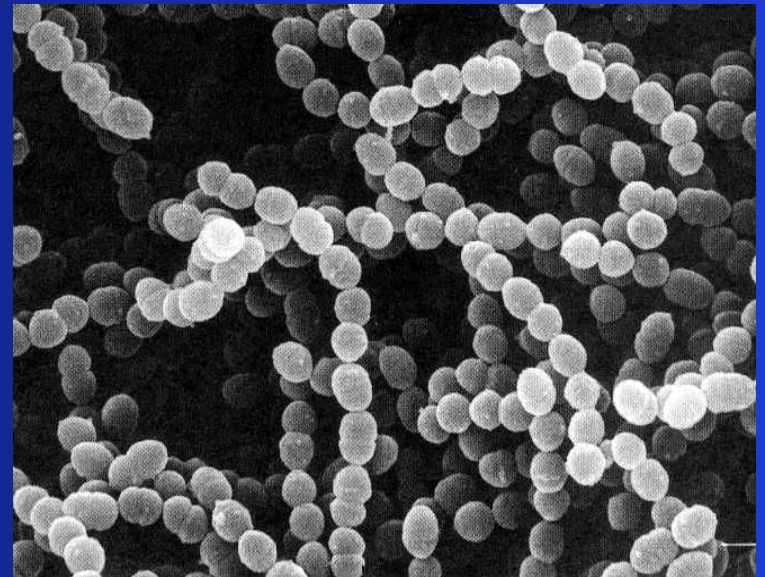
Microbiologia dello yoghurt

- La microflora degli yoghurt industriali é composta da:
 - *Streptococcus thermophilus*
 - *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.
- I due microrganismi agiscono in simbiosi:
 - ↳ la crescita in coltura mista é maggiore che in coltura pura.

Microbiologia dello yoghurt



Lb. delbrueckii spp. *bulgaricus*



Str. thermophilus

Microbiologia dello yoghurt

- Entrambi producono sostanze stimolanti per l'altro partner della simbiosi:
 - *Str. thermophilus* libera **acido formico**, stimolante per *Lb. bulgaricus*.
 - *Lb. bulgaricus* è più proteolitico e libera alcuni aminoacidi stimolatori per *Str. thermophilus*: **valina, glicina e istidina**.

Microbiologia dello yoghurt

- L'**acetaldeide**, che costituisce l'aroma caratteristico dello yoghurt é prodotta principalmente dai **lattobacilli** soprattutto mediante una **treonina aldolasi**.
- Benché gli streptococchi possano produrre acetaldeide mediante il metabolismo dei carboidrati, il loro contributo é modesto alla temperatura d'incubazione dello yoghurt.

Microbiologia dello yoghurt

- Nella fase iniziale gli streptococchi si sviluppano più rapidamente ma quando il pH cala al di sotto di 5-4,5 il loro sviluppo rallenta molto e i lattobacilli crescono più rapidamente.
- Le popolazioni si bilanciano quando l'acidità raggiunge **0,90-0,95% acido lattico**.

Microbiologia dello yoghurt

- La **temperatura d'incubazione 42°C** (compromesso fra quelle ottimali per i due microrganismi)
- In genere si adotta un **inoculo del 2%** (con lo scopo di concludere la fermentazione in 4 h) con una coltura contenente egual numero di aggregati di cellule (conta microscopica, **rappporto 1:1**) o si adotta una conta delle cellule (diretta o indiretta); **in questo caso si opta per un rapporto S:L = 3:1.**

Microbiologia dello yoghurt

- Oltre alla produzione di **acido lattico** (con conseguente abbassamento del pH) i due ceppi producono altri metaboliti inibitori per i microrganismi patogeni e agenti di deterioramento:
 - **perossido d'idrogeno**: i lattobacilli possono produrre normalmente fino a 15 ppm;
 - **batteriocine**.

Microbiologia dello yoghurt

- La consistenza dello yoghurt é notevolmente influenzata da **polisaccaridi** prodotti dai cocchi o dai bacilli:
 - in genere hanno come unità base il **galattosio**, ma possono contenere altri zuccheri, come glucosio e ramnosio, spesso sostituiti;

Microbiologia dello yoghurt

- Particolarmente importante é l'aroma dello yoghurt:
 - **Acetaldeide, acetone e acetoino dovrebbero essere in un rapporto ideale 5:2:1.**
- Diversi ceppi hanno capacità aromatizzanti diverse

Microbiologia dello yoghurt

- **Risultati migliori** si ottengono con **associazioni di ceppi** (3 ceppi di streptococchi e 2 di lattobacilli) che vanno propagati separatamente, almeno fino alla fase di bulk starter per mantenere i rapporti ottimali.
- Dopo l'inoculo con 1-2% di starter l'incubazione deve continuare fino a pH 4 ed essere seguita immediatamente dal raffreddamento (9-10°C).

Qualità microbiologica dello yoghurt

- Lo yoghurt é un prodotto **sicuro da un punto di vista igienico.**
- **I rischi di deterioramento** sono sicuramente più intensi, soprattutto per la crescita di **muffe e lieviti** (*Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces fragilis*, *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Geotrichum candidum*), che provengono soprattutto dalla **frutta e dall' ambiente.**



Qualità microbiologica dello yoghurt

Normativa italiana:

- Alla produzione: *S. aureus* e coliformi assenti in 1 g; lieviti ≤ 10 ufc/g (100 per prodotti alla frutta); muffe ≤ 1 ufc/g
- alla vendita: microrganismi vitali $\geq 10^7$; probiotici $\geq 10^6$; lieviti $\geq 10^4$ ufc/g.

Nella frutta sono ammessi come conservanti i sorbati, ma é comunque necessario un trattamento di pastorizzazione.

- E' inoltre importantissima l'igiene e la pulizia nella fase di confezionamento.

Kefir

- E' un prodotto **acido-alcoolico**, **lievemente effervescente**, con **0,9-1,1% acido lattico** e **0,5-1,0% etanolo**.
- Il materiale di partenza é generalmente latte intero, trattato a **95°C per 5 min.** per denaturare le sieroproteine e migliorare la consistenza del prodotto.

Kefir

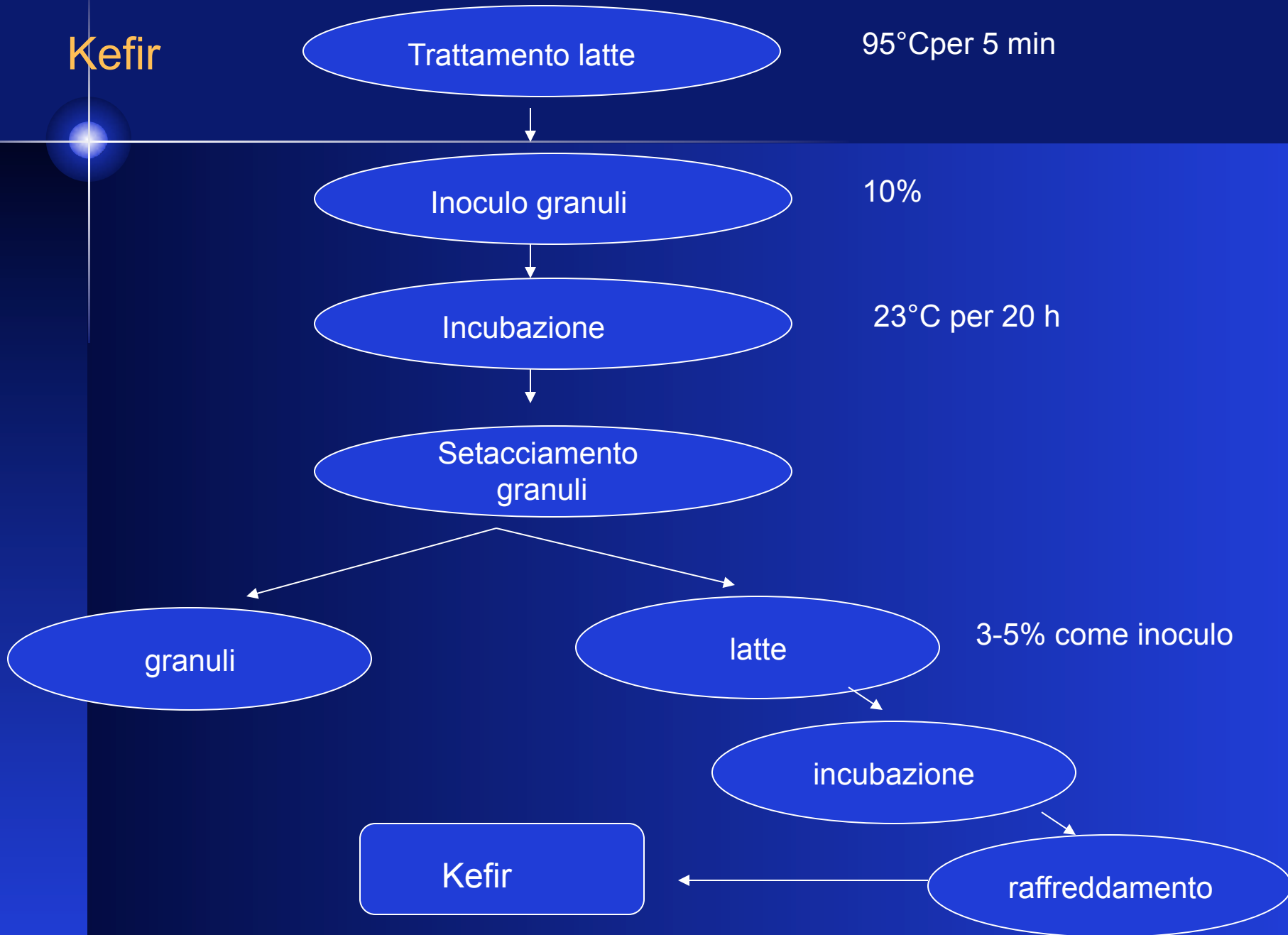


Kefir

I **granuli di Kefir** contengono una complessa associazione di **lattobacilli, streptococchi e lieviti** che sono aggregati sotto forma di granuli in una matrice polisaccaridica prodotta da un membro dell'associazione stessa (*Lb. kefir*).



Kefir



Cultured buttermilk.

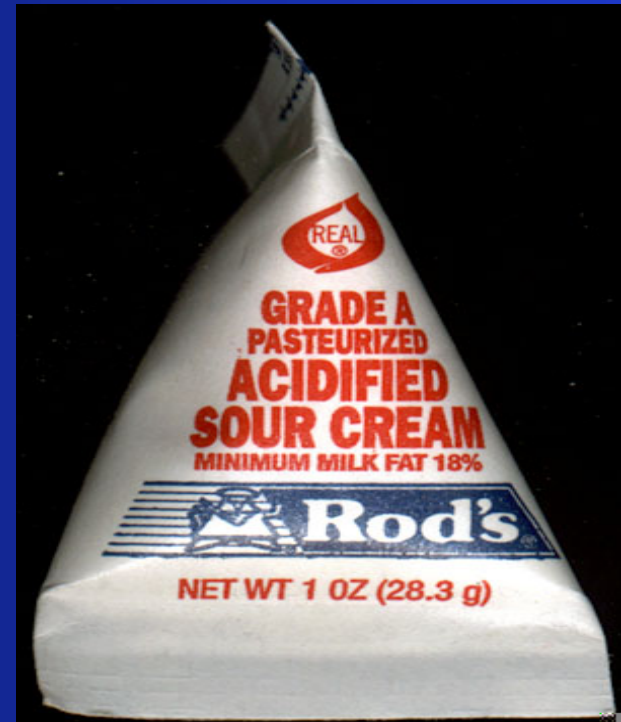
- Dovrebbe essere ottenuto per fermentazione del latticello ottenuto dalla burrificazione; in genere si usa latte magro.
- La coltura é composta da microrganismi acidificanti e aromatizzanti mesofili: *Lc. lactis* subsp *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *lactis biovar diacetylactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Leuc. mesenteroides* subsp. *cremoris*. In alcuni paesi si usa latte intero; in Scandinavia si usano ceppi filanti di *Lc. cremoris*, per la produzione del Filmjolk.

Cultured buttermilk

- Il latte viene trattato a 82-88°C
- Dopo il raffreddamento a 21°C il latte viene **inoculato con 1-2% di coltura**. L'**equilibrio fra i ceppi** é importante; colture miste con acidità di 0,8-0,85% dovrebbero avere l'equilibrio corretto.
- L'**incubazione** é a 20°C per 16-20h, fino ad ottenere un'**acidità di 0,8-0,9%**. Il prodotto viene poi raffreddato e imbottigliato. Dovrebbe essere viscoso, senza separazione, con un aroma piacevole.

Sour Cream

Prodotta da crema con 12-30% di grasso, con un'aroma simile a quello del cultured buttermilk.



Sour cream

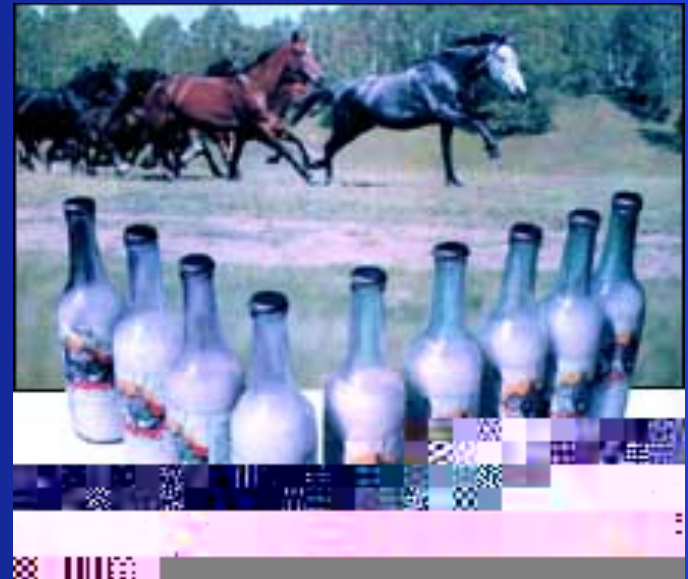
- Le procedure di produzione e le colture sono simili al cultured buttermilk
- **l'acidità finale** dovrebbe essere intorno a **0,6%**.
- Il confezionamento deve limitare il più possibile i danni alla struttura del prodotto; talvolta l'incubazione avviene direttamente nei cartoni.

Koumiss

E' un prodotto **acido-alcoolico**

Originariamente prodotto da latte di cavalla, ora prodotto anche da latte di vacca.

Diffuso soprattutto in Asia e Europa orientale



Koumiss

- La microflora é composta da fermenti lattici e lieviti.
- Il latte viene trattato a **92-98°C per 5 min.**
- raffreddato a **26-28°C**
- **inoculato con il 10-30% di starter**, con un'acidità iniziale dello **0,45%**.
L'**incubazione** procede fino a raggiungere:
 - 0,6% acido lattico e 0,7% alcool
 - 0,8% acido lattico e 1,1-1,7% alcool
 - 1% acido lattico e 1,7-2,5% alcool

Koumiss

- Il prodotto viene poi **raffreddato a 15-16°C** e agitato vigorosamente per **aerarlo**, in modo da stimolare la successiva attività dei lieviti.
- Dopo imbottigliamento, il prodotto viene tenuto per **qualche ora a temperatura ambiente** per accumulare anidride carbonica.

Acidophilus milk

- Popolare soprattutto in Europa orientale;
- Consumato soprattutto per le sue virtù terapeutiche
- Ha un sapore acido molto intenso.
- La materia prima é generalmente **latte magro**. Lo starter, composto da ***Lb. acidophilus***, deve essere molto attivo e la coltura deve essere protetta da inquinamenti perché la specie é poco competitiva. Le colture intermedie, in latte sterile, vengono inoculate all' 1% e incubate a 37°C fino ad ottenere 0,6-0,7% di acido lattico, per poter conservare la massima vitalità.

Acidophilus milk

- Il prodotto finale viene ottenuto inoculando **latte magro sterile o tindalizzato** (due trattamenti a 95°C per 1 h con incubazione intermedia a 37°C) con **2-5%** di coltura e incubando fino ad una acidità di **0.6-0.7%**.
- Lo scopo é ottenere una popolazione finale vitale di 2×10^9 cfu/ml. La vitalità non si conserva per oltre 5-10 gg a 4°C.

Sweet acidophilus milk

Un prodotto alternativo all' acidophilus milk, prodotto con latte pastorizzato addizionato di una coltura concentrata di *Lb. acidophilus*:

- lo scopo é mantenere l' effetto terapeutico senza il sapore acido.