

# Gli alimenti come ecosistemi

- Gli alimenti sono ecosistemi, composti da un **habitat** e da una comunità di organismi viventi
- Per la crescita e sopravvivenza dei microrganismi possono essere importanti le caratteristiche di **microhabitat**, spesso di pochi mm di diametro, che possono essere diverse da quelle presenti nella massa dell' alimento

# Gli alimenti come ecosistemi dinamici

- Gli alimenti sono ecosistemi dinamici ed eterogenei da un punto di vista
  - **Spaziale:** possono esistere condizioni molto eterogenee nei diversi microhabitat presenti in un alimento
  - **Temporale:** è possibile osservare **successioni** nelle **comunità** microbiche che colonizzano un alimento, con radicali cambiamenti qualitativi e quantitativi

# I microrganismi e gli alimenti

## Utili

Agenti di fermentazioni

- Fermenti lattici
- Fermenti propionici
- Corineformi
- Stafilococchi coag. -
- Lieviti
- Muffe

## Dannosi

Agenti di deterioramento

- Fermenti lattici
- Fermenti propionici
- Sporigeni
- Psicrotrofici
- Enterobatteri
- Muffe e lieviti

Patogeni

- *S. aureus*
- Patogeni enterici
- *L. monocytogenes*
- ...

# Fonti di contaminazione

- L' interno di tessuti animali o vegetali sani è sterile
- La contaminazione delle superfici, in termini qualitativi e quantitativi, è molto variabile
- Prima e dopo la raccolta o la macellazione le superfici e l' interno dei tessuti possono essere contaminati da una varietà di fonti, ciascuna delle quali può apportare una contaminazione specifica
  - Aria
  - Acqua
  - Suolo
  - Feci, liquami, acque reflue
  - Altri ingredienti
  - Superfici di macchine, attrezzi, etc.
  - Animali
  - Operatori

# Materiale vegetale

- La contaminazione superficiale dipende
  - dal tipo di vegetale
  - dal tipo di organo
  - dal fatto che cresca a contatto col suolo oppure no
  - dalle pratiche agronomiche
- Ferite e danni durante la raccolta possono permettere la crescita di diversi tipi di microrganismi

# Materiale vegetale: microrganismi contaminanti

- **Gram-negativi, aerobi stretti, psicrotrofici** (*Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*)
- **Enterobatteri** (Gram negativi, aerobi.anaerobi facoltativi: *Erwinia*, *Enterobacter*, *Proteus*, etc.)
- **Fermenti lattici** (*Lactobacillus brevis*, *Lb. plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus*, etc.)
- **Gram-positivi asporigeni** (*Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter*, etc.) e sporigeni (*Bacillus*, *Clostridium*)
- **Lieviti** (specialmente su frutti)
- **Muffe**

# Animali

- La carne e i tessuti degli animali possono essere contaminati da diverse fonti
  - Microrganismi presenti sulla superficie (flora autoctona o contaminanti)
  - Microrganismi presenti nel tratto respiratorio
  - Microrganismi presenti nel tratto gastrointestinale
- L' interno dei tessuti in animali sani è generalmente sterile, ma può essere contaminato post-mortem
- Sulla superficie, nei tessuti e nel tratto gastrointestinale di animali possono essere presenti microrganismi patogeni

# Animali: microrganismi contaminanti

- Patogeni: enterici (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Yersinia*, etc.) o altri patogeni (*Listeria*, *Brucella*, etc.)
- Microflora autoctona dell' epidermide (microstafilococchi, corinebatteri)
- Microrganismi che contaminano le superfici (peli, pelle, piume, etc.) da altre fonti
- Microflora del tratto gastrointestinale (patogeni enterici, enterobatteri, *Clostridium*, enterococchi)



# Feci, liquami, acque reflue

- L'uso di feci e liquami non trattati per la concimazione del suolo può causare la contaminazione di vegetali con patogeni o altri microrganismi di origine enterica ed è stato abbandonato quasi dappertutto
- Acque reflue parzialmente depurate possono ancora apportare quantità limitate di patogeni se vengono usate per l'irrigazione o la fertirrigazione
- Materiale fecale può contaminare gli animali e i loro tessuti prima e dopo la macellazione

# Suolo

- Il suolo è la fonte più abbondante (1 g può contenere  $10^9$ - $10^{10}$  cfu) e più varia di microrganismi (Enterobatteri, Gram-negativi aerobi stretti o anaerobi facoltativi, Gram positivi asporigeni, Gram positivi sporigeni, muffe, lieviti)
- Il suolo è spesso la fonte principale di microrganismi psicrotrofici e di spore termoresistenti di *Bacillus* e *Clostridium*

# Acque

- La microflora delle acque varia molto con la fonte delle acque stesse e il loro livello di contaminazione con sostanza organica
  - Acque dolci superficiali (fiumi, laghi, bacini): numeri e tipi variabili con il livello di inquinamento e eventi metereologici. Da migliaia di ufc/ml dopo piogge a poche ufc/ml in laghi oligotrofici
  - Acque profonde (pozzi, sorgenti) sono state depurate per filtrazione attraverso suolo e strati di roccia. Se non sono contaminate da altre fonti, 1-1000 ufc/ml
  - Acque marine hanno una contaminazione specifica che varia molto con il grado di inquinamento e la stagione

# Acque: tipi di microrganismi

- **Patogeni:** le acque possono essere veicolo di microrganismi patogeni in genere provenienti da acque reflue, spesso associati a coliformi ed enterococchi, che fungono da indicatori
- **Agenti di deterioramento:** tipicamente Gram-negativi, psicrotrofici, spesso diversi nelle acque dolci (*Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter/Moraxella*) e salate (*Vibrio*, *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Pseudoalteromonas*)

# Aria

- L'aria può essere un veicolo di microrganismi patogeni o agenti di deterioramento
- A differenza di suolo e acqua l'aria non ha una propria microflora: tutti i microrganismi che si trovano nell'aria provengono da altre fonti e non si moltiplicano
- I microrganismi presenti dipendono dalle fonti di contaminazione. Quelli che persistono più a lungo sono quelli pigmentati, gli sporigeni, quelli con superfici più idrofobiche (conidi e spore di muffe)

# Superfici di attrezzi, macchine, impianti

- Il livello di contaminazione varia con il materiale che è venuto a contatto con le superfici e con le pratiche usate per la pulizia e la sanificazione
- I pericoli maggiori sono legati alla contaminazione incrociata di alimenti trattati con alimenti crudi, potenzialmente contaminati con patogeni

# Tipi di interazione fra microrganismi

Interazione	Microrganismo A	Microrganismo B
Neutralismo	Nessun effetto	Nessun effetto
Commensalismo	+	Nessun effetto
Amensalismo	Nessun effetto	-
Mutualismo	+	+
Competizione	-	-
Parassitismo	+	-
Predazione	+	-

**I cibi sono invariabilmente contaminati dai microorganismi.**

**I microorganismi possono:**

- essere **responsabili del deterioramento** dei cibi, rendendoli esteticamente inaccettabili
- **rendere i cibi pericolosi** da un punto di vista igienico-sanitario:
  - per la presenza dei microorganismi stessi (patogeni)
  - per la presenza di tossine prodotte dai microorganismi
- **alterare in un modo desiderabile le proprietà** degli alimenti



# Alimenti fermentati

- Alimenti ottenuti mediante un processo per cui una materia prima subisce cambiamenti ad opera di attività enzimatiche dei microrganismi ed acquista caratteristiche fisiche ed organolettiche desiderabili

# Prodotti fermentati

Materia prima

```
graph TD; MP([Materia prima]) --> TP[Tecnologie di produzione]; MP --> M[Microrganismi]; TP <--> M; TP --> PF([Prodotto finito]); M --> PF;
```

Tecnologie di produzione

Microrganismi

Prodotto finito

# **Nelle fermentazioni i microorganismi possono essere usati per:**

- **modificare tessitura, sapore/odore, aspetto dei cibi**
- **convertire materiali di rifiuto o prodotti non edibili in fonti utilizzabili di proteine, carboidrati, lipidi**
- **alcuni processi microbici possono servire per aumentare la conservabilità di prodotti altamente deperibili**

# Ruolo dei microrganismi nei prodotti fermentati

- **Rendere l'ambiente inospitale per i microrganismi indesiderati** per abbassamento del pH (produzione di acidi organici per fermentazione), abbassamento dell'Eh, produzione di altri composti inibitori a basso peso molecolare, produzione di batteriocine)
- **Produrre acidi per fermentazione dei carboidrati**, con alterazione del sapore e della struttura dell'alimento
- **Produrre altri composti volatili** o meno (etanolo, acetaldeide, CO<sub>2</sub>, diacetile, etc.) per fermentazione dei carboidrati con alterazione del sapore, dell'aroma o della struttura dell'alimento
- **Produrre sostanze sapide o aromatiche** o loro precursori attraverso il metabolismo delle proteine e dei grassi
- **Influenzare il colore dell'alimento** per produzione di pigmenti o favorendo la produzione di sostanze colorate stabili
- **Migliorare le caratteristiche nutrizionali** di un alimento, distruggendo glucosidi tossici, oligosaccaridi, inibitori delle proteasi, o producendo vitamine o migliorando la digeribilità di proteine

# Esempi di alimenti fermentati utilizzati nel mondo occidentale:

- pane



- vino



- salumi



- latticini fermentati e formaggi

**Le colture starter**

# LE COLTURE STARTER

- Colture di microrganismi in grado di controllare l'andamento del processo fermentativo
- Possono essere selezionate in laboratorio in funzione di specifiche proprietà metaboliche e fisiologiche, in grado di avviare e pilotare il processo fermentativo prendendo il sopravvento su microflora indesiderate che potrebbero avere un impatto negativo sulla qualità del prodotto finito

# Funzioni delle colture starter

- **Produzione di acido lattico** da lattosio per fermentazione
- **Produzione di composti volatili** (diacetile e acetaldeide)
- **Attività proteolitica e lipolitica**
- **Formazione di altri composti aromatici** (etanolo, anidride carbonica)
- **Creazione di ambiente ostile** per la crescita di microrganismi agenti di deterioramento e patogeni



# Classificazione delle colture starter

Le colture starter possono essere classificate sulla base di:

- **complessità della composizione** (**colture miste**, composte da molte specie o ceppi in miscele indefinite; **colture a composizione definita**, composte da un numero limitato di specie o ceppi in rapporti noti e definiti)
- **substrato utilizzato per la riproduzione** (**latte, siero, scotta**, etc.)
- **tipologia di riproduzione** (in condizioni artigianali o presso istituzioni specializzate)
- **temperatura ottimale di crescita** (mesofile, termofile)
- **presenza di ceppi aromatizzanti**
- **funzioni** (starter primari, colture aggiuntive o secondarie, probiotici)
- **modo in cui vengono conservate e distribuite** (liquide, congelate, liofilizzate, concentrate)

## In base alla funzione:

**Colture primarie:** colture di fermenti lattici responsabili dell'acidificazione, della produzione di aromi e, in qualche caso, di una limitata produzione di gas, nella quasi totalità dei formaggi; molte colture che appartengono a questa categoria svolgono altri ruoli importanti durante la maturazione dei formaggi a media-lunga stagionatura, anche se, generalmente, la loro azione è completata da altri gruppi microbici

**Colture secondarie:** colture di altri batteri, lieviti o muffe, aggiunte ad alcuni tipi di formaggi per svolgere funzioni specifiche durante la maturazione (propionibatteri per la formazione di occhiatura in formaggi di tipo svizzero, muffe in formaggi a crosta fiorita o erborinati, batteri e lieviti in formaggi a maturazione superficiale)

**Colture aggiuntive:** colture di batteri lattici (frequentemente lattobacilli) aggiunte per svolgere altre funzioni, come l'attività proteolitica e peptidolitica e la produzione di aromi durante la maturazione, o per svolgere funzioni probiotiche (funzioni legate al miglioramento della salute del consumatore).

# Classificazione in base alla composizione

Colture miste a  
composizione indefinita  
(MSS)

naturali o artigianali

selezionate

Colture a composizione  
definita (DSS)

mesofile

termofile

**Colture miste naturali o artigianali:** riprodotte giornalmente e artigianalmente presso i caseifici e propagate in condizioni non asettiche. Derivano essenzialmente dalla pratica del **reinocolo**, cioè dall'uso di un batch di prodotto ben riuscito per reinoculare un nuovo batch di prodotto

- **colture naturali in siero, sieroinnesti:** risultanti dall'incubazione del siero di caseificazione in condizioni più o meno selettive (alta temperatura, basso pH); usate per la produzione di **Grana** e **Provolone** (composte esclusivamente da microrganismi termofili), **Mozzarella** (microrganismi termofili e mesofili)
- **scottafermenti:** prodotti per incubazione della scotta risultante dalla produzione di ricotta da siero di Pecorino e utilizzati per la produzione di formaggio di tipo **Pecorino**, composti quasi esclusivamente da specie termofile
- **colture naturali in latte, latte-innesto:** risultanti dall'incubazione a temperature elevate (45°C) di latte termizzato, composte esclusivamente o prevalentemente da specie termofile
- **sieroinnesti con caglio:** prodotti macerando abomasi di vitello in siero caldo; composti esclusivamente da specie termofile ed utilizzati per la produzione di **formaggi di tipo svizzero** (Emmenthal, Gruyere, Sbrinz, etc.) in Svizzera o in Francia

# Colture naturali per formaggi DOP

Formaggio	Coltura	Preparazione	Composizione	Riferimenti
Parmigiano Reggiano e Grana Padano	Coltura naturale in siero ( <i>siero innesto</i> , <i>siero fermento</i> )	Siero al termine della cottura (48-52°C) incubato per una notte a temp. costante (45°C) o senza controllo della temperatura (la temperatura diminuisce da 52 a 35-45°C)	<i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. fermentum</i>	Cocconcelli <i>et al.</i> 1997; Gatti <i>et al.</i> 2003; Andrighetto <i>et al.</i> 2004; Lazzi <i>et al.</i> 2004
Provolone Valpadana	Coltura naturale in siero ( <i>siero innesto</i> , <i>siero fermento</i> )	Come sopra, ma incubazione a temperature più basse (45-48°C)	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. helveticus</i>	Giraffa <i>et al.</i> 2000, 2001, 2004
Caciocavallo Silano	Coltura naturale in siero ( <i>siero innesto</i> , <i>siero fermento</i> , <i>cizza</i> )	Come sopra, ma incubazione a temperature più basse (39-42°C)	<i>Lb. helveticus</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>Lc. lactis</i> , enterococchi	Parente <i>et al.</i> 1997
Mozzarella di Bufala Campana	Coltura naturale in siero ( <i>siero innesto</i> , <i>cizza</i> )	Come sopra, ma incubazione a temperature più basse (39-42°C)	<i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Lb. crispatus</i> <i>Lc. lactis</i>	Ercolini <i>et al.</i> 2001
Pecorino Sardo	Coltura naturale in siero ( <i>scotta innesto</i> )	Siero deproteinizzato (80-90°C, 20-30 min.) raffreddato a 42-45°C e incubato una notte (spesso con reinocolo)	<i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>S. thermophilus</i>	Mannu <i>et al.</i> 2002
Mozzarella STG	Coltura naturale in latte ( <i>lattoinnesto naturale</i> )	Trattamento termico del latte crudo o di latte inoculato a 63°C per 15 min; raffreddamento a 45°C e incubazione fino ad un'acidità titolabile di 0,3-0,7% acido lattico	<i>S. thermophilus</i> <i>S. thermophilus</i> , <i>Lc. lactis</i> , Enterococchi	Bruttin <i>et al.</i> 1997 Parente <i>et al.</i> 1997

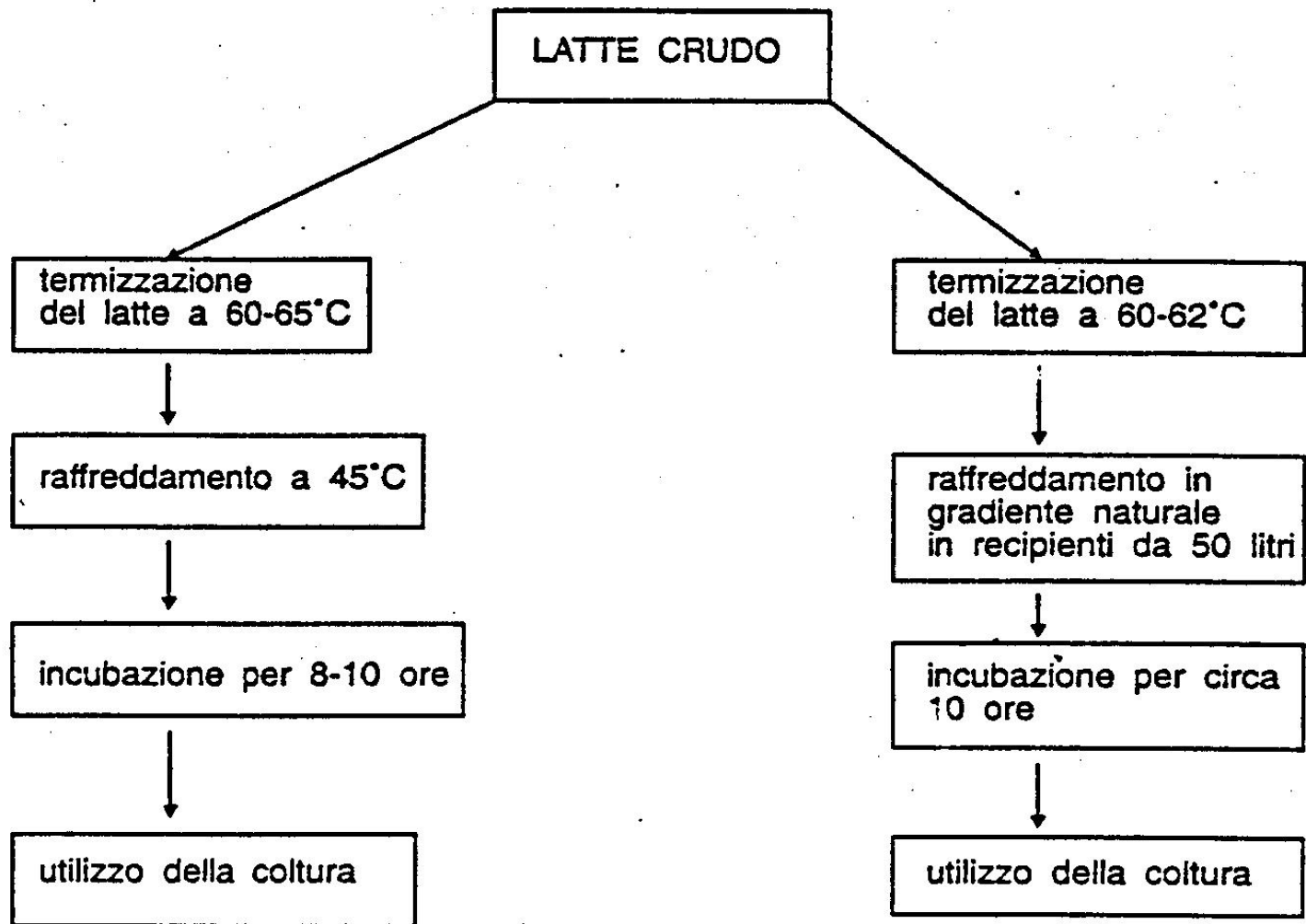


Fig. 6 – Schema tecnologico per la preparazione della coltura naturale in latte.

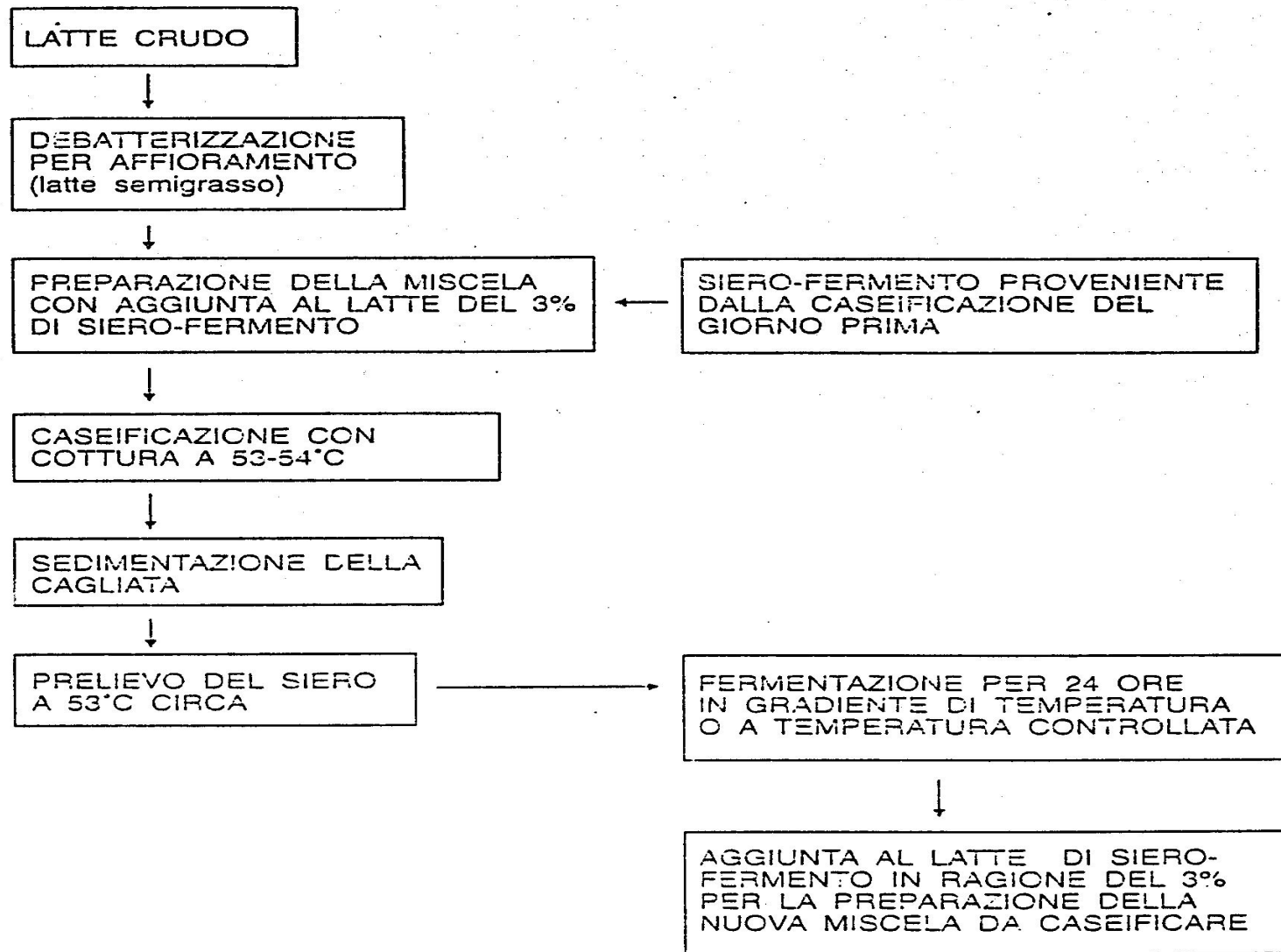
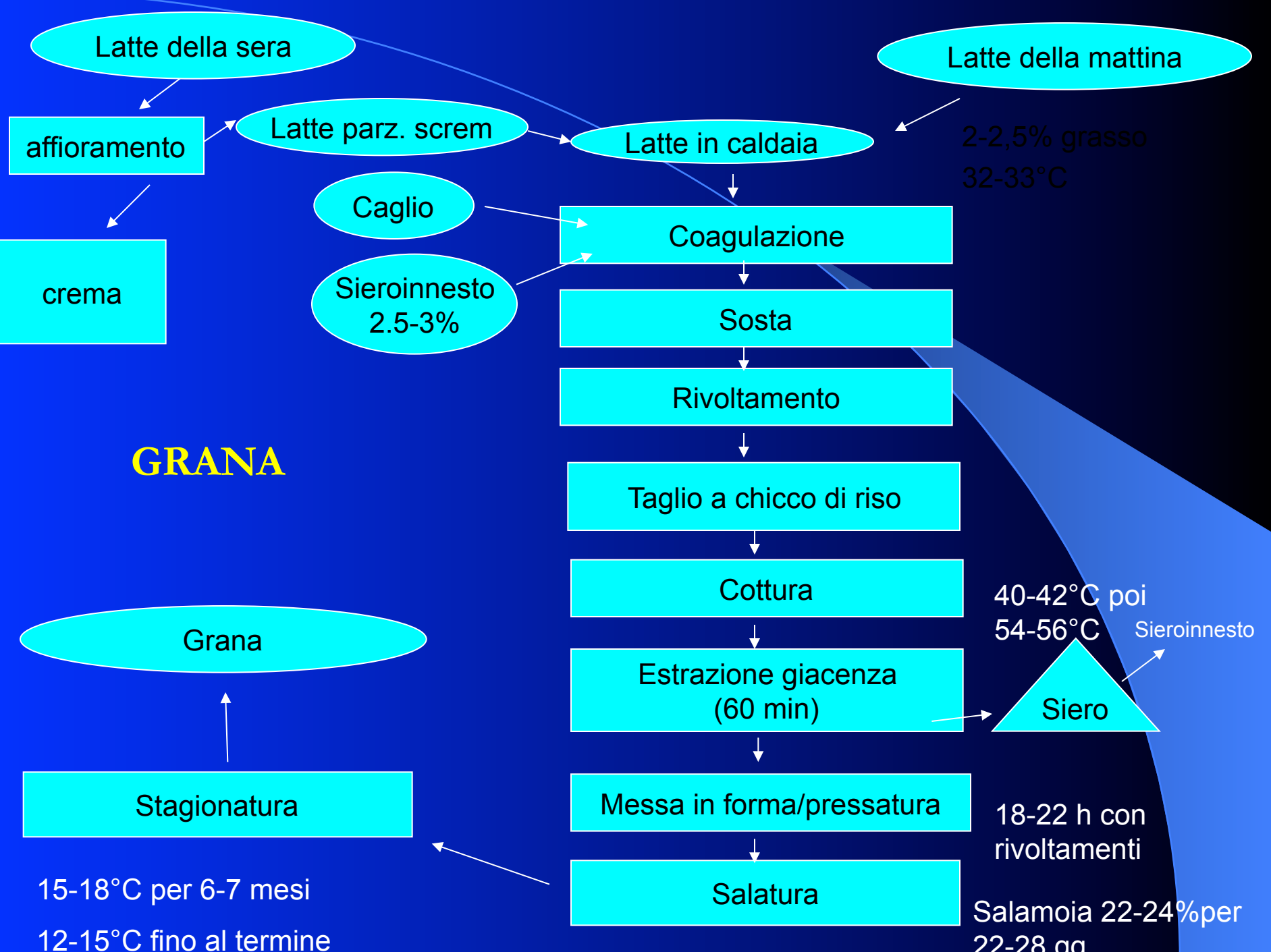


Fig. 3 - Schema tecnologico per la preparazione ed uso del siero-fermento.





# Caratteristiche chimico-fisiche del siero cotto e del siero-innesto

Valori medi	Siero cotto	Siero-innesto
Acidità titolabile (°SH/50 mL)	2.67	30.45
pH	6.31	3.30
Lattosio (g/100 g)	4.60	3.23
Acido lattico (g/10 g)	0.10	1.29
Galattosio (g/100 g)	0.03	1.24

# MOZZARELLA



**Colture miste selezionate:** sono riprodotte, controllate e conservate come colture stock presso industrie specializzate e distribuite sotto varie forme ai caseifici, presso i quali subiscono le ultime fasi della riproduzione, generalmente in condizioni asettiche, utilizzando substrati a base di latte o siero.

- **colture termofile:** colture miste per la produzione di formaggi di tipo svizzero, composte da *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* e/o *Lb. delbrueckii* **subsp.** *bulgaricus*. Colture miste per la produzione di formaggi di tipo italiano.

- **colture mesofile:** contengono ceppi di *Lactococcus lactis* (subsp. *lactis* e/o *cremoris*) come acidificanti e possono contenere ceppi aromatizzanti (solo *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, colture di tipo D, solo *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, colture di tipo L, o entrambi, colture di tipo DL) o no (colture di tipo O)

# **Culture miste selezionate**

Commercializzate come colture:

- **essiccate**
- **liofilizzate**
- **congelate**

Riprodotte presso il caseificio soltanto nelle ultime fasi.

Prestazioni incostanti, ma hanno il vantaggio di garantire sinergismi fra i ceppi e di essere relativamente resistenti ai batteriofagi.

# Colture a composizione definita

Composte da uno o più ceppi (fino ad un massimo di 6) appartenenti ad una o più specie, presenti in rapporti definiti

Sono conservate, controllate e riprodotte come colture stock presso industrie specializzate e distribuite sotto varie forme ai caseifici, presso i quali subiscono le ultime fasi della riproduzione, in condizioni asettiche, utilizzando substrati a base di latte o siero.

Disponibili sia **colture mesofile** che **termofile**, che sono caratterizzate da:

- ❑ maggiore stabilità di performance rispetto alle colture miste (con notevoli vantaggi per la costanza della qualità dei prodotti)
- ❑ maggiore potenziale sensibilità alle infezioni fagiche

# Colture a composizione definita

Vengono **commercializzate** sotto forma di:

- **colture liofilizzate**
- **concentrate congelate**
  - per l' incolo della coltura di massa (che a sua volta viene usata per inoculare il latte di caseificazione)
  - per l' incolo diretto del latte in caldaia

# La coltura stock può essere conservata sotto diverse forme



**liquida**



**essiccata:**

spray dried

liofilizzata

concentrata liofilizzata

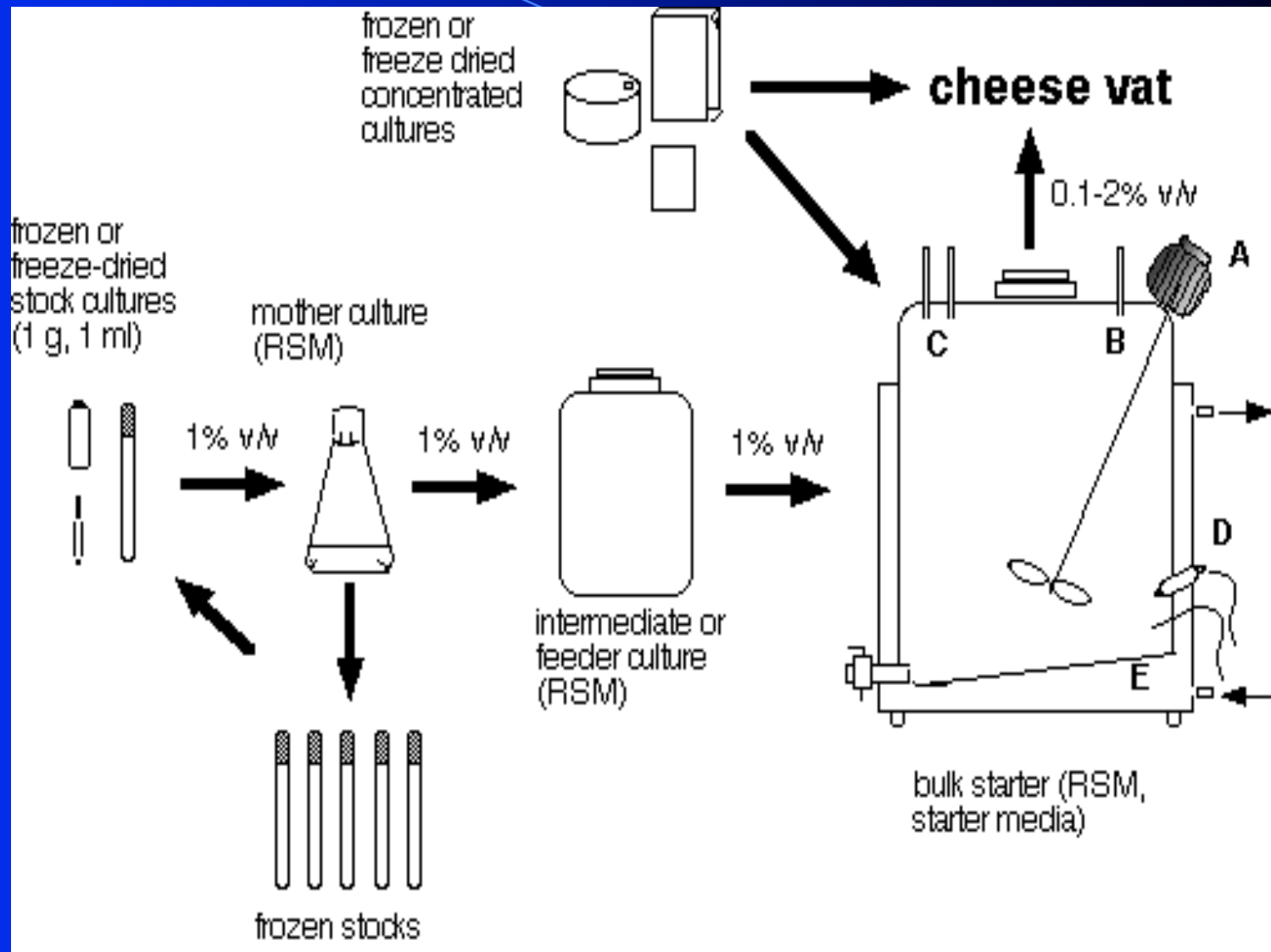


**congelata (concentrata o meno)**

a  $-40^{\circ}\text{C}$

a  $-196^{\circ}\text{C}$ .





# Tipologie di confezioni di colture starter



# Tipologie di confezioni di colture starter



# Principali aziende produttrici e distributrici di colture starter

- Sacco srl
- Mofin Alce
- Centro Sperimentale del Latte
- Marino
- Veneto Agricoltura
- ChrHansen
- DuPont-Danisco
- DSM

# Vantaggi e svantaggi delle colture miste e delle colture a composizione definita (da Parente, 2006)

Tipo di coltura	Vantaggi	Svantaggi
<b>Colture miste naturali o artigianali</b> (in siero, in scotta, in latte)	Semplicità ed economicità di preparazione. Stretto legame con la tipicità del prodotto. Insensibilità ai fagi.	Scarsa riproducibilità delle performance tecnologiche. Difficoltà di controllo e miglioramento.
<b>Colture miste selezionate</b>	Maggiore riproducibilità delle performance tecnologiche rispetto alle colture miste naturali. Scarsa sensibilità ai fagi se riprodotte in condizioni non asettiche. I controlli sulle performance sono svolti da istituzioni esterne.	Possibilità di fluttuazioni nelle performance tecnologiche in seguito a variazioni nella composizione. Difficoltà di controllo dei problemi legati all'infezione fagica. Dipendenza da fornitori esterni (industrie e istituzioni specializzate)
<b>Colture a composizione definita</b>	Estrema riproducibilità delle performance tecnologiche. Semplicità di controllo delle performance tecnologiche e dei problemi relativi alle infezioni fagiche.	Costo più elevato rispetto alle colture miste. Dipendenza da fornitori esterni (industrie e istituzioni specializzate). Maggiore sensibilità alle infezioni fagiche e necessità di maggiori controlli in fase di riproduzione.

# I batteriofagi

- I processi tecnologici che accompagnano la preparazione di gran parte dei prodotti lattiero-caseari includono fermentazioni a opera di batteri lattici, che possono essere soggetti a infezione da parte di specifici virus, detti batteriofagi (o fagi), la cui presenza è pressoché costante sia nella materia prima che in azienda. L'infezione da batteriofagi è una delle principali cause di fallimento del processo di acidificazione svolto dai batteri lattici durante la produzione di yogurt e formaggi e rappresenta un grave problema per l'industria lattiero-casearia
- **La lisi dei ceppi di batteri lattici di una coltura starter durante le prime fasi della trasformazione determina un rallentamento o un blocco della fermentazione lattica e quindi dell'acidificazione del latte**

# Colture starter per diversi tipi di formaggi

Formaggio	Funzione	Tipo di starter	Microrganismi								Altri		
			Primari										
			Ln	Lc	Lc Cit <sup>+</sup>	Ec	St	Lb	LI	Lh			
Cottage, Quarg, Cream	LA, D	DSS, MSS	+	++	++								
Camembert, Brie	LA, P, L	MSS, DSS	++		++								<i>Geotrichum candidum</i> , <i>Penicillium camemberti</i>
Mozzarella	LA, AR	NS MSS DSS	+	++		+	++ ++ ++		++	++			
Pizza cheese	LA, P	DSS					++	++			+		
Roquefort, Stilton	LA, C, P, L	DSS, MSS	+	++	+								<i>P. roqueforti</i> staphylococchi, yeasts
Gorgonzola	LA, P, L						++	++					<i>P. roqueforti</i>
Tilsit	LA, P, SM	NS DSS				+	++ ++	++					<i>Brevibacterium linens</i> , other coryneforms, staphylococchi, yeasts
Cheddar	LA, P	DSS		++									
Gouda, Edam	LA, C, D, P	MSS	+	++	++								
Emmentaler, Sbrinz, Gruyere	LA, C, PA, P	MSS DSS					++ ++		++ ++	+			<i>Propionibacterium shermanii</i>
Parmigiano-Reggiano	LA, P	AS					+		+	++			

# Formaggi e latticini fermentati: starter e relative funzioni

Table 4.1 Cheese and Fermented Milks: Starters Used and Main Functions

Product	Desired Functions	Typical Microflora									
		St	Lh	Ll	Lb	La	Lca	Lc(Cit <sup>-</sup> )	Lc(Cit <sup>+</sup> )	Ln	Other
<b>Cheese</b>											
Soft, unripened											
Cottage, Quarg, Cream	Lactic acid, diacetyl							+	+	±	
Soft, ripened											
Camembert, Brie	Lactic acid, lipolysis, proteolysis							+		+	<i>Geotrichum candidum</i> , <i>Penicillium camemberti</i>
Semihard											
St Paulin	Lactic acid, proteolysis							+	+		
Semihard, mold-ripened											
Roquefort, Stilton	Lactic acid, CO <sub>2</sub> , lipolysis, proteolysis							+			<i>Penicillium roqueforti</i>
Hard											
Low scald: Gouda	Lactic acid, CO <sub>2</sub> , diacetyl, proteolysis							+	+	+	
Medium scald: Cheddar	Lactic acid, proteolysis							+			
High scald: Emmental	Lactic acid, propionic acid, CO <sub>2</sub> , proteolysis	+	+	+							<i>Propionibacterium shermanii</i>
Plastic curd											
Mozzarella	Lactic acid, acetone, diacetyl	+	+								
<b>Fermented milk</b>											
Yogurt	Lactic acid, acetaldehyde, acetone, diacetyl	+			+						
Kefir	Lactic acid, ethanol, acetaldehyde					+		+			Yeasts, other lactobacilli
Others	Lactic acid							±			
	Lactic acid, acetaldehyde, acetone, diacetyl	+			+	+					<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>B. longum</i>

Abbreviations: St: *Streptococcus thermophilus*; Lh: *Lactobacillus helveticus*; Ll: *Lb. delbrueckii* ssp. *lactis* (*Lb. lactis*); Lb: *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*; La: *Lb. acidophilus*; Lca: *Lb. casei*; Lc: lactococci; Ln: *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*.



# Caratteristiche di colture starter usate per la produzione di prodotti lattiero-caseari

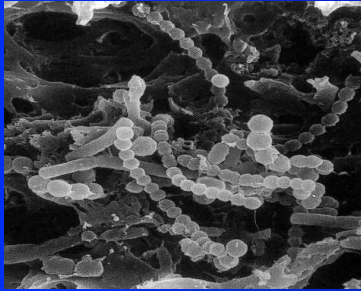
**Table 4.2** Characteristics of Some Natural Starter Cultures Used in Cheese Manufacture

Cheese	Local Name <sup>a</sup>	Preparation	Microflora <sup>b</sup>							Reference	
			St	Lh	Ll	Lb	Lf	Lc	Ec		
<b>Natural milk cultures</b>											
Crescenza, Italicco, Mozzarella, others	<i>Latto-innesto</i> <i>Latto-fermento</i>	Thermization (63–65°C, 15 min) of raw milk; cooling to 45°C and incubation until a final acidity of 0.4–0.5% lactic acid is obtained (4.5–6 hr)	++							++	Ottogalli and Galli, 1967
<b>Whey cultures</b>											
Water buffalo Mezzarella	<i>Siero-innesto</i> <i>Cizza</i>	Incubation of whey at the end of cheese-making at room temperature (cooling from 37 to 20–22°C) until a final acidity of 0.9–1.1% lactic acid is obtained (16–18 hr)	++	++	++	+	+		++	++	Coppola et al., 1988
Provolone	<i>Siero-innesto</i> <i>Cizza</i>	Incubation of whey at the end of cheese-making at 39–45°C. Final acidity 1.0–1.3% lactic acid	+	++		++	+				Neviani et al., 1992
Pecorino Romano	<i>Scotta-fermento</i>	Heat treatment of whey at 80–90°C for 20–30 min to deproteinize; incubation for 24 hr; inoculation of Ricotta whey; incubation at 45°C for 24 hr; final acidity 0.7–0.8% lactic acid	+		++	++					Bottazzi and Ledda, 1967
Grana	<i>Siero-innesto</i> <i>Siero-fermento</i>	Incubation of whey at the end of cheese-making at 47–52°C. Final acidity 1.2–1.3% lactic acid	+	++	+	+	+				Bottazzi, 1981
<b>Whey cultures+rennet</b>											
Emmental Gruyère Sbrinz	<i>Fettsirtenmagenlab</i> <i>Présure à la "recuite"</i>	Maceration of dried calf stomachs in whey at 39–45°C, with or without deproteinization (by boiling at pH 5.0) Final acidity 0.9–1.3% lactic acid.	++	++	++	+	+			+	Accolas and Auclair, 1964 Valles and Mocquot, 1972

<sup>a</sup>*Latto-innesto*, *latto-fermento* = milk starter; *siero-innesto*, *siero-fermento*, *cizza* = whey starter; *scotta-fermento* = deproteinized whey starter; *Fettsirtenmagenlab*, *Présure à la "recuite"* = deproteinized whey starter with rennet.

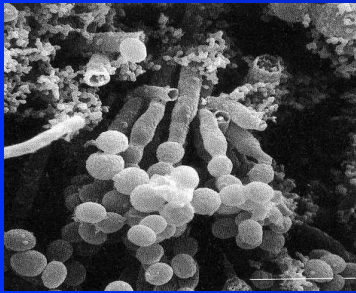
<sup>b</sup>Abbreviations: St: *Streptococcus thermophilus*; Lh: *Lactobacillus helveticus*; Ll: *Lb. delbrueckii* ssp. *lactis* (*Lb. lactis*); Lb: *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*; Lf: *Lb. fermentum*; Lc: lactococci; Ec: enterocci. ++ indicates dominating species; + indicates species present in lower numbers or occasionally.

# Gorgonzola



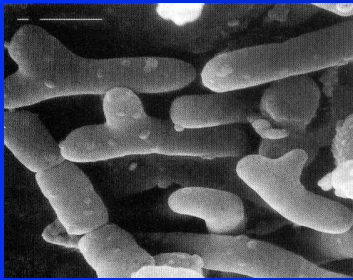
+

Fermenti lattici mesofili e/o termofili acidificano la pasta, *P. roqueforti* è il principale



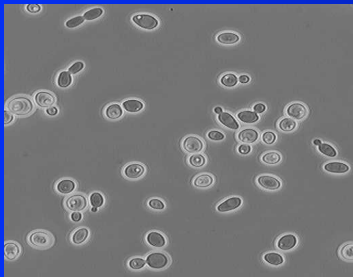
+

responsabile di proteolisi e lipolisi e condiziona l'aspetto della pasta; corineformi, microstafilococchi, muffe e



+

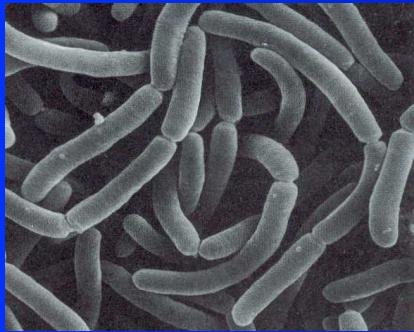
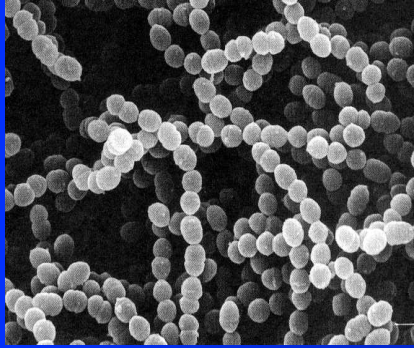
lieviti condizionano l'aspetto della superficie



=



# Mozzarella per Pizza



+

Un formaggio “funzionale”, con poche proprietà importanti, destinato ad essere utilizzato come ingrediente in preparazioni alimentari, può essere ottenuto per acidificazione artificiale o con **starter a composizione definita**.

*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus helveticus* acidificano la cagliata e degradano la caseina per fornire la filabilità, l'attitudine alla fusione e il colore desiderati.

=

