

صنایع لبنی 2

دکتر علی نصیرپور

LACTIC ACID BACTERIA

Common characteristics of LAB:

- Gram-positive, nonmotile, and non-sporeforming
- unable to produce iron-containing porphyrin compounds, such as catalase and cytochrome
- they grow anaerobically but are aerotolerant
- obligatorily ferment sugars with lactic acid as the major end product
- often requiring specific amino acids and B vitamins as growth factors

➤ Different types of LAB starter

1. *Single-strain. Every starter consists of a pure culture of one strain.*
2. *Multiple-strain. These consist of a defined mixture of pure cultures of a few (say, six) strains of different species of bacteria or of different strains of one species.*
3. *Mixed-strain. These are natural starters, consisting of an undefined mixture of strains of different species of bacteria.*

Classification Characteristics of Some Lactic Acid Bacteria Involved in Fermentation of Milk and Dairy Products

Genus	Species	Morphology	Growth at 10°C	Growth at 45°C	Temperature Dependence	Fermentation Lactose ^a	Lactic Acid isomer ^b	Citrate Metabolism	Diacetyl Production	EPS ^c Formation	Tolerance Against 6.5% Salt
<i>Lactococcus</i>	<i>L. lactis</i>	Coccus	+	–	Mesophilic	Homof	L	–	–	+/-	–
	<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i>	Coccus	+	–	Mesophilic	Homof	L	+	+	–	–
	<i>L. lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i>	Coccus	+	–	Mesophilic	Homof	L	–	–	+/-	–
<i>Leuconostoc</i>	<i>Leu. mesenteroides</i>	Coccus	+	–	Mesophilic	Heterof	D	+	+	+/-	–
	<i>Leu. lactis</i>	Coccus	+	–	Mesophilic	Heterof	D	+	+	+/-	–
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecalis</i>	Coccus	+	–	Mesophilic	Homof	L	+/-	–		+
	<i>E. faecium</i>	Coccus	+	–	Mesophilic	Homof	L	+/-	–		+
<i>Streptococcus</i>	<i>S. thermophilus</i>	Coccus	–	+	Thermophilic	Homof	L	–	–	+	–
<i>Lactobacillus</i>	<i>Lb. helveticus</i>	Rod	–	+	Thermophilic	Homof	D L	–	–		–
	<i>Lb. delbrueckii</i>	Rod	–	+	Thermophilic	Homof	D	–	–	+	–
	<i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>lactis</i>	Rod	–	+	Thermophilic	Homof	D	–	–		–
	<i>Lb. acidophilus</i>	Rod	–	+	Thermophilic	Homof	D L	–	–		–
	<i>Lb. casei</i>	Rod	+	–	Mesophilic	Homof ^d	L	–	–		+/-
	<i>Lb. plantarum</i>	Rod	+	–	Mesophilic	Homof ^d	D L	–	–		+/-
	<i>Lb. fermentum</i>	Rod	–	+	Thermophilic	Heterof ^e	D L	–	–		

^a Homof: homofermentative; heterof: heterofermentative; ^dsome strains are facultatively heterofermentative; ^eobligatively heterofermentative (see [Subsection 13.1.2.1](#)).

^b L: dextrorotatory lactic acid; D: levorotatory lactic acid (see [Subsection 13.1.2.2](#)).

^c EPS: exocellular polysaccharide.

+/-: some strains do, others do not.

New and old names of various starters and their uses

Type	Old Name	New name	Product
Mesophillic			
O	<i>Streptococcus cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	Cheddar cheese
	<i>Streptococcus lactis</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	Feta cheese Cottage cheese Quarg
L*	<i>Streptococcus cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	Continental cheese (with eyes)
	<i>Streptococcus lactis</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	
	<i>Leuconostoc citrovorum</i> <i>Leuconostoc lactis</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i> <i>Leuconostoc lactis</i>	Lactic butter Feta cheese
D**	<i>Streptococcus cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	Lactic butter
	<i>Streptococcus lactis</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	
	<i>Streptococcus diacetylactis</i>	<i>Cit+ Lactococci***</i>	
LD	<i>Streptococcus cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	Continental cheese (with eyes)
	<i>Streptococcus lactis</i>	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	Mould ripened cheese
	<i>Streptococcus diacetylactis</i>	<i>Cit+ Lactococci***</i>	Cultured buttermilk
	<i>Leuconostoc citrovorum</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i>	Lactic butter
	<i>Leuconostoc lactis</i>	<i>Leuconostoc lactis</i>	
Thermophillic			
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcus salivarius ssp. thermophilus</i>	Yoghurt
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	Mozzarella cheese
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcus salivarius ssp. thermophilus</i>	Emmental cheese
	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>	Grana cheese
	<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis</i>	

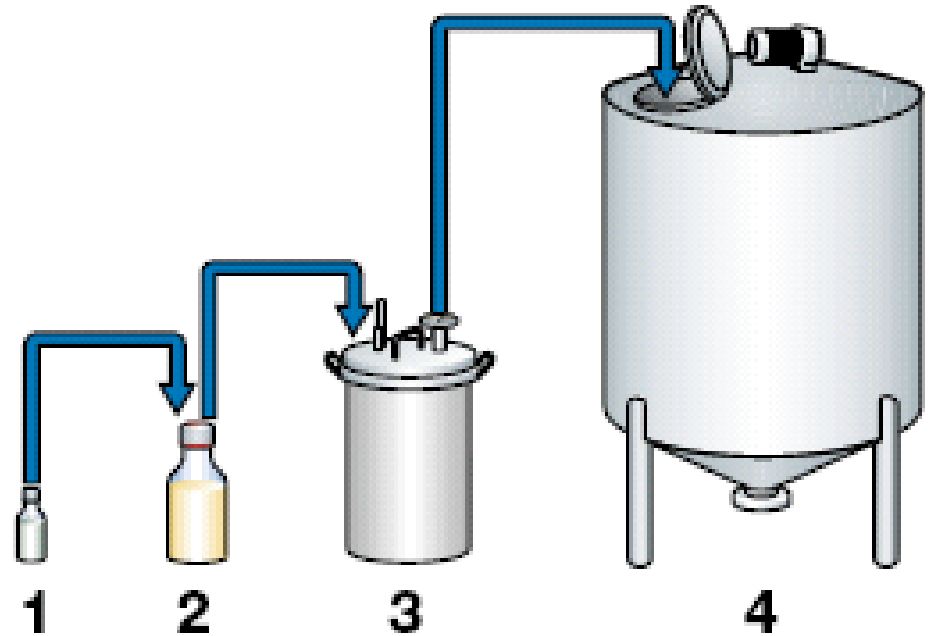
* L = *Leuconostoc*

** D = *diacetylactis*

*** *Cit+* = Abbreviation for citrate which is metabolised to flavour and aroma compounds

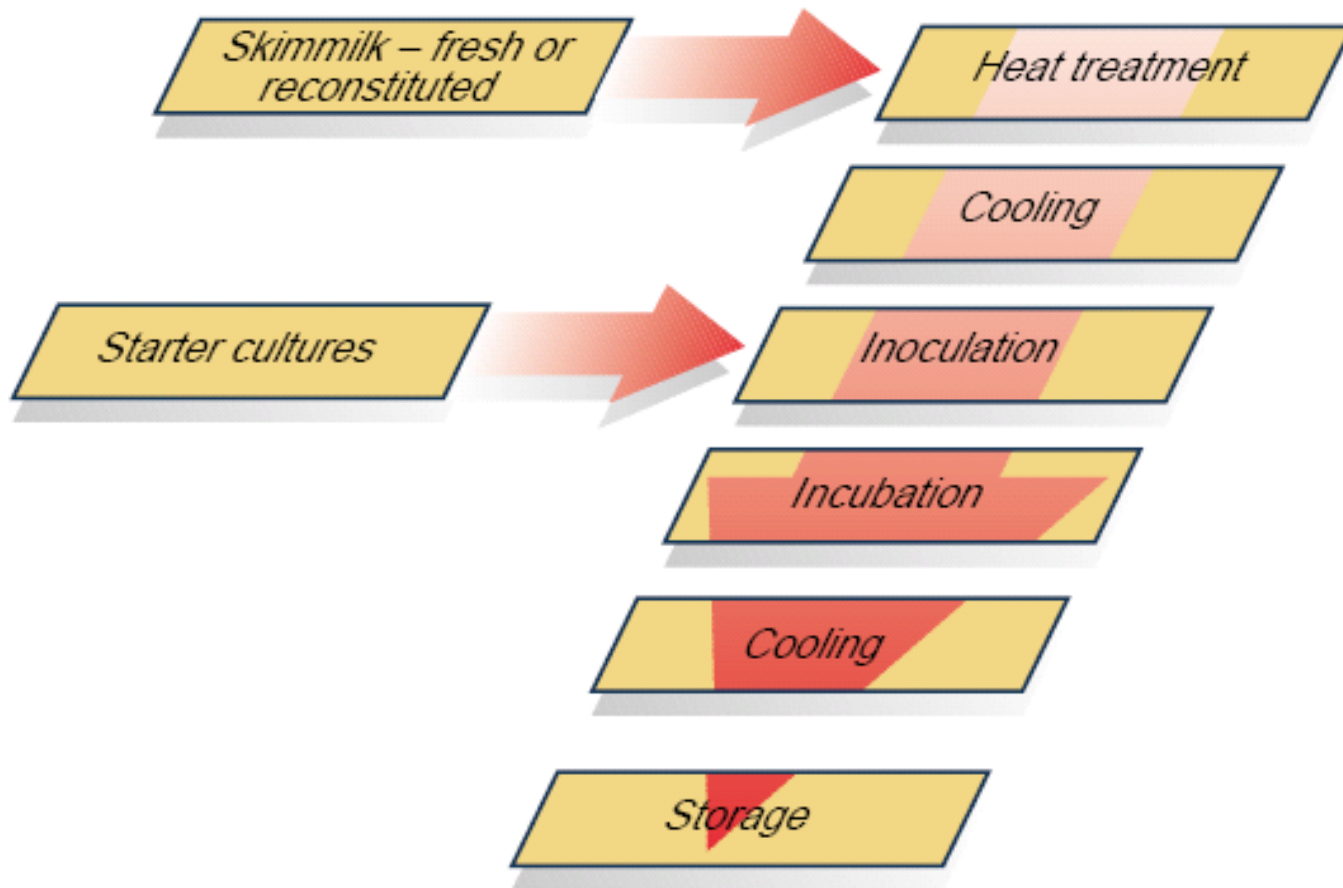


Bulk starter manufactured from freeze-dried or frozen commercial cultures



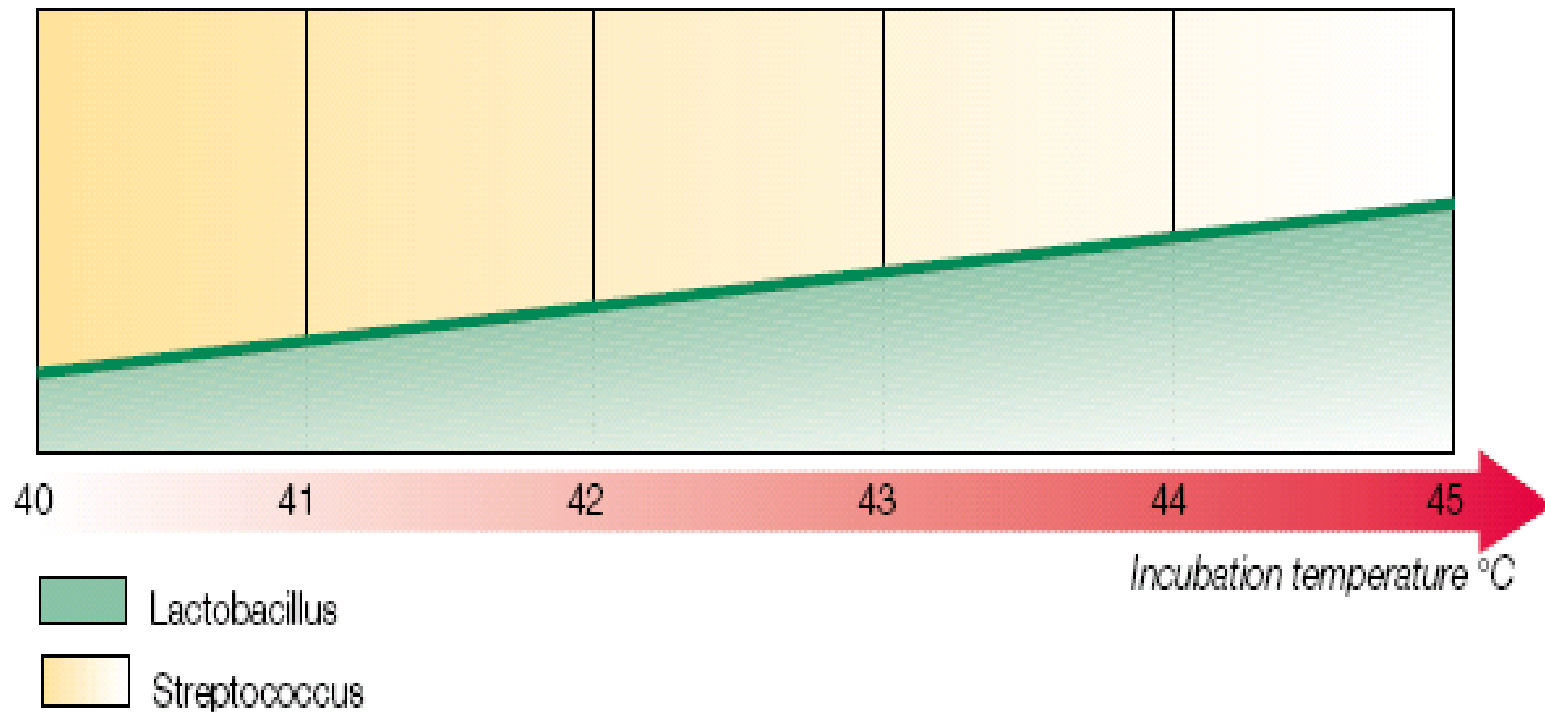
Steps in the manufacture of starters.

- 1 Commercial culture**
- 2 Mother culture**
- 3 Intermediate culture**
- 4 Bulk starter**

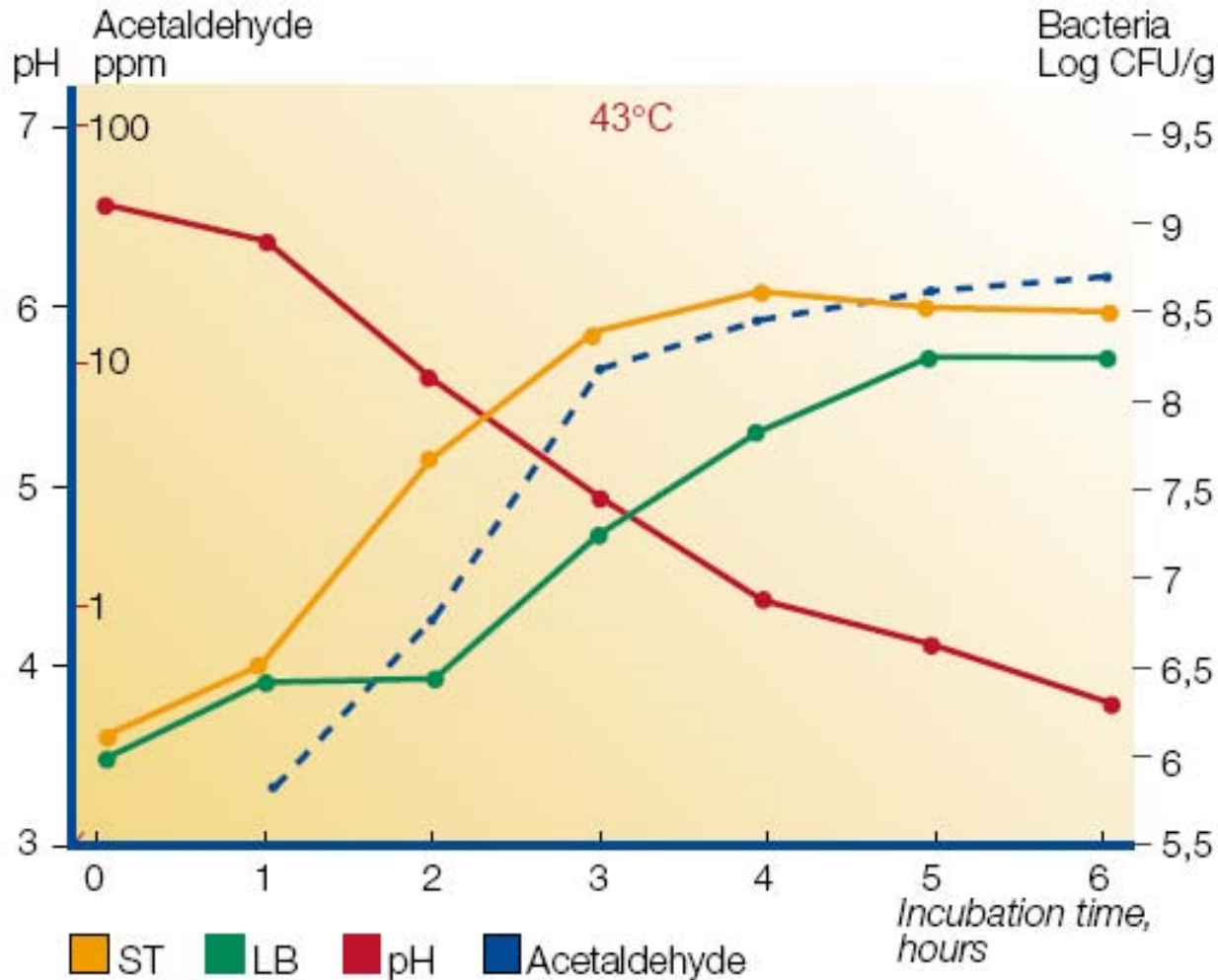


Block diagram of starter manufacture

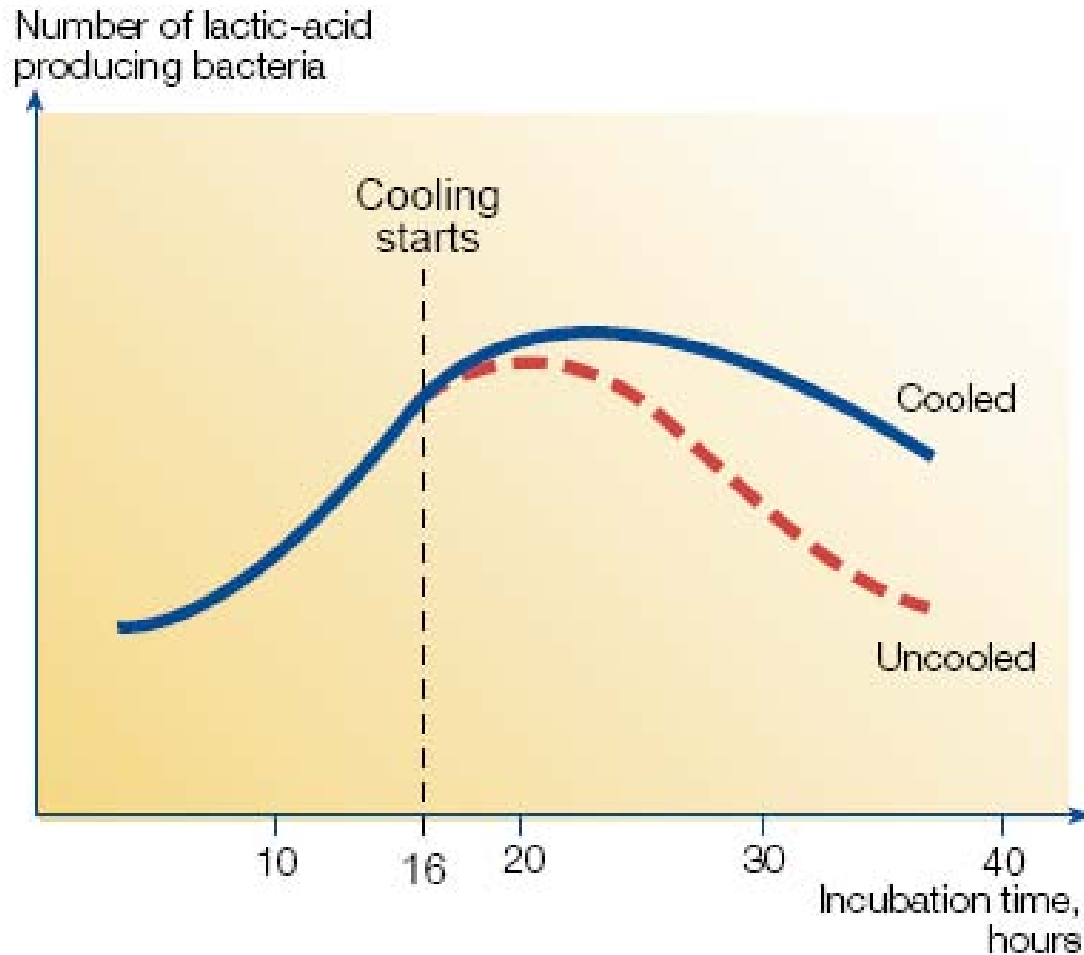
Effect of incubation temperature on relative counts of cocci and bacilli at constant dosage and incubation *time*

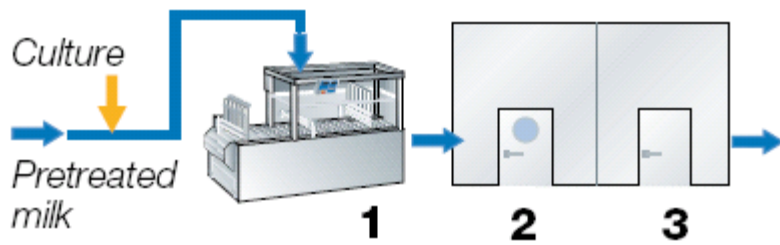


Growth of *Str. Thermophilus* and *Lb. bulgaricus* with resulting aroma development, at 2.5% inoculation



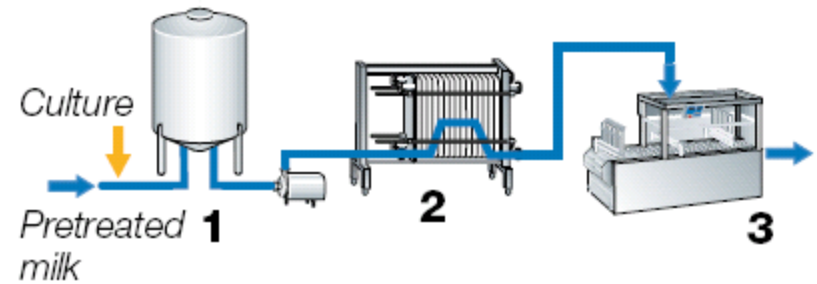
Growth of lactic-acid producing bacteria with and without cooling at the end of incubation.





Set yoghurt.

- 1 Cup filler
- 2 Incubation room
- 3 Rapid cooling room

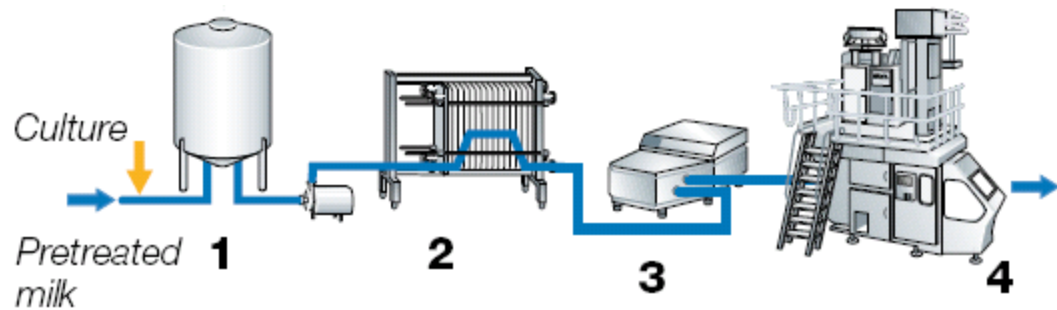


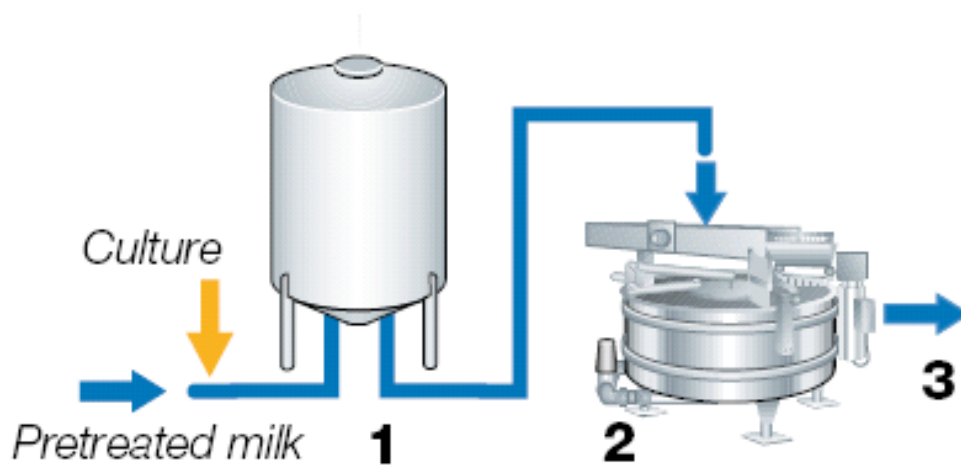
Stirred yoghurt.

- 1 Incubation tank
- 2 Cooler
- 3 Cup filler

Drinking yoghurt.

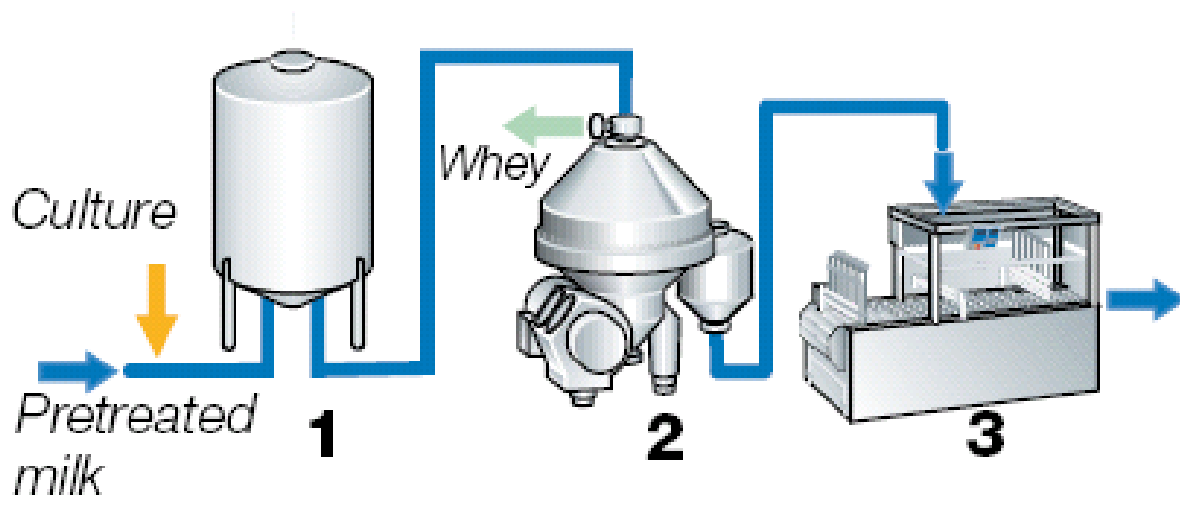
- 1 Incubation tank
- 2 Cooler
- 3 Homogeniser
- 4 Filling machine





Frozen yoghurt

- 1 Incubation tank
- 2 Ice cream bar freezer
- 3 To hardening tunnel



Concentrated yoghurt

- 1 Incubation tank
- 2 Separator
- 3 Cup filler

۲-۷ ویژگی های شیمیایی

۲-۷-۱ pH ماست نباید از ۴٫۶ بیشتر باشد.

۲-۲-۲ بر اساس مقدار چربی (حجمی/وزنی*)، بر پایه مرطوب)، ویژگی های انواع ماست به شرح زیر است:

۲-۲-۲-۱ - ماست بدون چربی: $< 0.5\%$

۲-۲-۲-۲ - ماست کم چرب: $0.5\% \leq$ تا $< 1.5\%$

۲-۲-۲-۳ - ماست نیم چرب: $1.5\% \leq$ تا $< 3.0\%$

۲-۲-۲-۴ - ماست پر چرب: $3.0\% \leq$ تا $< 6.0\%$

۲-۲-۲-۵ - ماست خامه ای: $\geq 6.0\%$

۲-۳-۲-۶ - ماست چکیده بدون چربی: $< 0.5\%$

۲-۲-۲-۷ - ماست چکیده کم چرب: $0.5\% \leq$ تا $< 1.5\%$

۲-۲-۲-۸ - ماست چکیده نیم چرب: $1.5\% \leq$ تا $< 3.5\%$

۲-۲-۲-۹ - ماست چکیده پر چرب: $3.5\% \leq$ تا $< 7.0\%$

۲-۲-۲-۱۰ - ماست چکیده خامه ای: $\geq 7.0\%$

۳-۲-۷ بر اساس مواد جامد بدون چربی شیری (MSNF)^۱ (وزنی/وزنی، بر پایه مرطوب)، ویژگی‌های انواع ماست به شرح زیر است:

۱-۳-۲-۷ - ماست بدون چربی: $\geq 10.5\%$

۲-۳-۳-۷ - ماست کم چرب: $\geq 9.5\%$

۳-۳-۲-۷ - ماست نیم چرب: $\geq 9.0\%$

۴-۳-۲-۷ - ماست پر چرب: $\geq 8.5\%$

۵-۳-۲-۷ - ماست خامه‌ای: $\geq 8.5\%$

۶-۳-۲-۷ - ماست چکیده بدون چربی: $\geq 15\%$

۷-۳-۲-۷ - ماست چکیده کم چرب: $\geq 14.0\%$

۸-۳-۲-۷ - ماست چکیده نیم چرب: $\geq 13.0\%$

۹-۳-۲-۷ - ماست چکیده پر چرب: $\geq 12.0\%$

۱۰-۳-۲-۷ - ماست چکیده خامه‌ای: $\geq 12.0\%$

اجزای تشکیل دهنده اصلی ماست به شرح زیر هستند:

۱-۵ شیر خام، بدون هیچ نوع افزودنی، که می‌تواند از دید مقدار چربی، "کامل"، "کم چرب" یا "بدون چربی" (طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۴) و از دیدگاه مقدار ماده خشک، "معمولی" یا "چکیده" باشد. همچنین، شکر، استفاده می‌تواند تا؛ ه^۱ یا با؛ ساخته^۲ باشد.

یادآوری ۱- شیر ماست‌سازی باید مورد فرآیند گرمایی مناسب و کافی (برای مثال: ۱۵-۱۰ min / ۹۵ °C، ۲۰-۱۵ min / ۹۰ °C یا ۳۰ min / ۸۵ °C؛ بسته به ویژگی‌های شیر و خواص موردانتظار از محصول نهایی) قرار گیرد.

یادآوری ۲- جایگزین کردن پاره‌ای یا کامل چربی شیر با انواع دیگر چربی با منشا غیرشیری در ماست ساده ممنوع است.

۲-۵ آب آشامیدنی (طبق استانداردهای ملی ایران شماره‌های ۱۰۱۱ و ۱۰۵۳)، در صورت استفاده از شیر بازساخته.

۳-۵ انواع پودر شیر شامل "کامل"^۳، "کم‌چرب"^۴ و "بدون چربی"^۵ (طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۱۲) در صورت استاندارد کردن ماده خشک شیر ماست‌سازی با روش افزودن پودر شیر یا در صورت استفاده از شیر بازساخته.

۴-۵ خامه پاستوریزه یا فرادما (طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۱) در صورت استفاده برای استاندارد کردن چربی شیر ماست‌سازی.

۵-۵ باکتری‌های آغازگر سنتی ماست شامل / استرپتوکوکوس ترموفیلوس^۶ و لاکتوباسیلوس دلبروئه‌کی‌یی زیرگونه بولگاریکوس^۷.

۶ اجزای تشکیل دهنده اختیاری

اجزای تشکیل دهنده اختیاری ماست به شرح زیر هستند:

۱-۶ پس آب کره/دوغ کره^۸ یا پودر آن

۲-۶ آب پنیر تخمیر شده یا تخمیر نشده و انواع مشتقات آن مانند پودر آب پنیر^۹، تغلیظ شده پروتئین آب پنیر^{۱۰} یا پودر آن و تفکیک شده پروتئین آب پنیر^{۱۱} یا پودر آن

۳-۶ انواع مشتقات کازئینی (طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۴۸)

۴-۶ ترکیب اجزای اشاره شده در بندهای ۲-۶ و ۳-۶

۵-۶ روغن کره^۱ و چربی شیر بدون آب^۲

۶-۶ مواد افزودنی غیرشیری از جمله شامل ترکیبات قوام دهنده بافت^۳ یا ناروان ساز^۴ و ترکیبات ضدسرمدهی/ضدآب اندازی (مطابق با یادآوری های ۱ و ۲ در بند ۶ و بند ۷-۳-۵ این استاندارد)

یادآوری ۱- کاربرد هر نوع ماده افزودنی غیرشیری باید به تائید مراجع قانونی و ذی صلاح کشور برسد.

یادآوری ۲- استفاده از مواد قوام دهنده بافت/ ناروان ساز و ترکیبات ضدسرمدهی فقط در ماست های همزده غیرچکیده بدون چربی و ماست های گرمادیده پس از تخمیر مجاز است.

THE YOGURT BACTERIA

Streptococcus thermophilus and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, grow in milk better when present together than each alone (protocooperation)

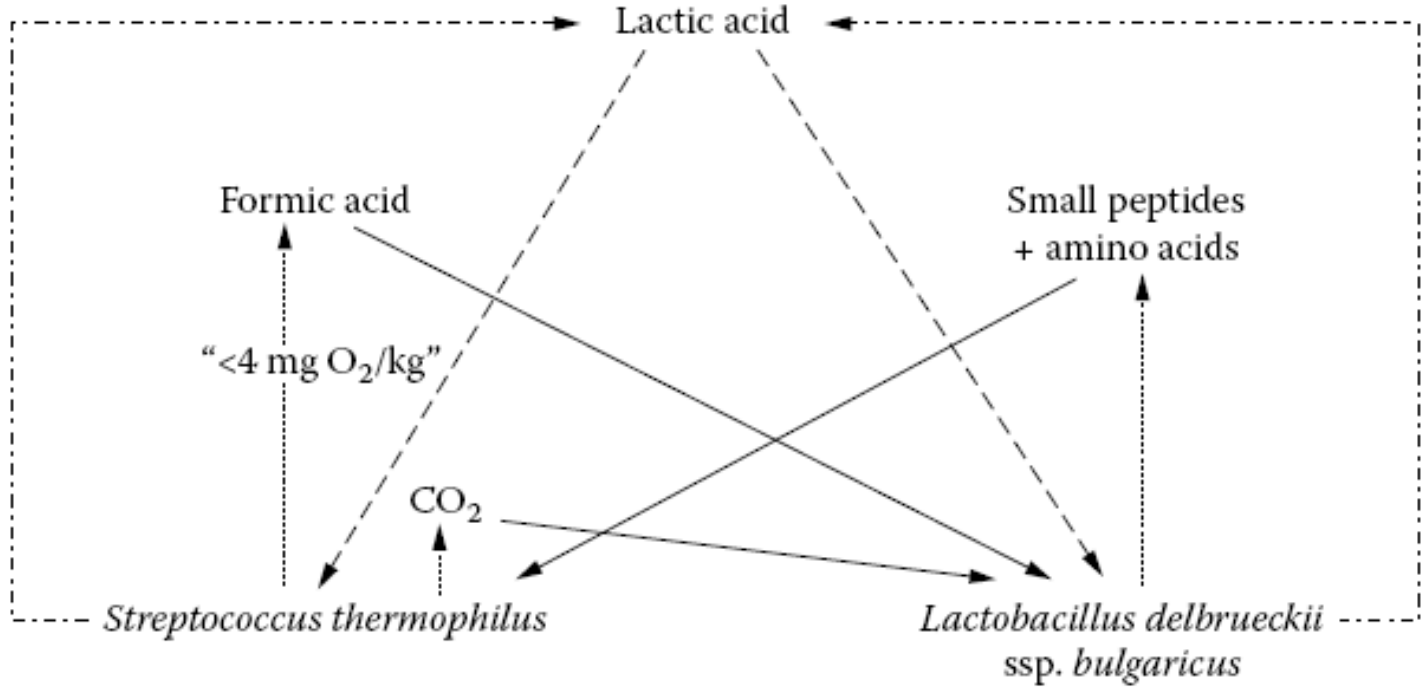
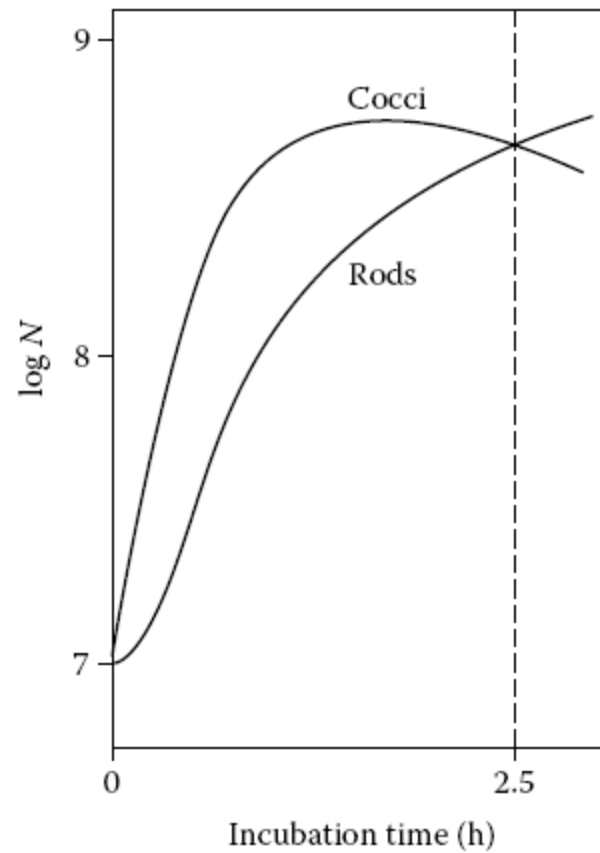


FIGURE 22.1 Outline of the stimulation and the inhibition of the growth of yogurt bacteria in milk. -----, formation of lactic acid; , formation of growth factors; ——— stimulation; - - - - - , inhibition. (Adapted from F.M. Driessen, International Dairy Federation, Bulletin No. 179, 107–115, 1984.)

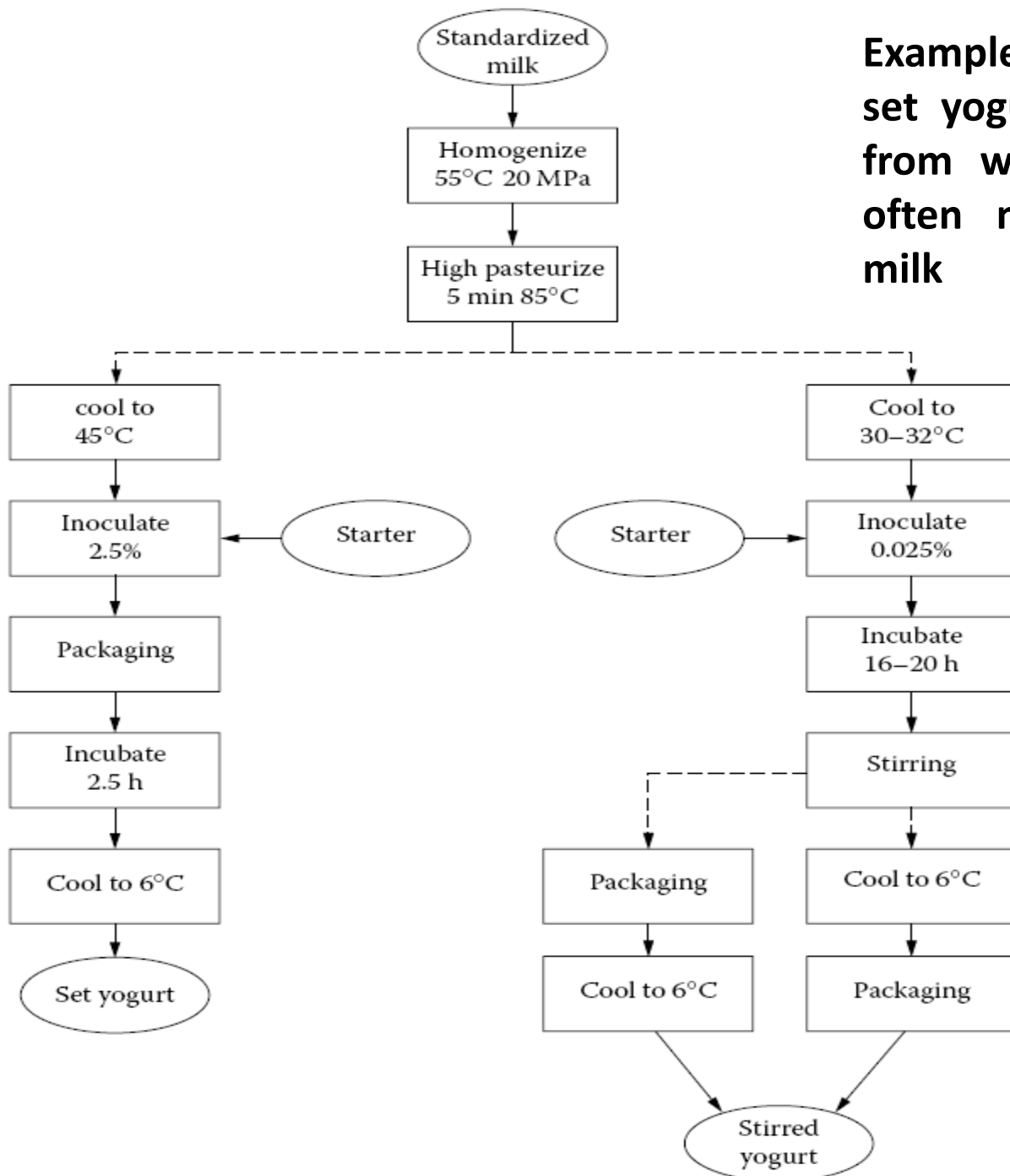


Growth of cocci and rods in yogurt (starter) cultured at 45°C in intensely heated milk. Inoculum percentage equals 2.5. $N = \text{count in ml}^{-1}$. *Approximate results.*

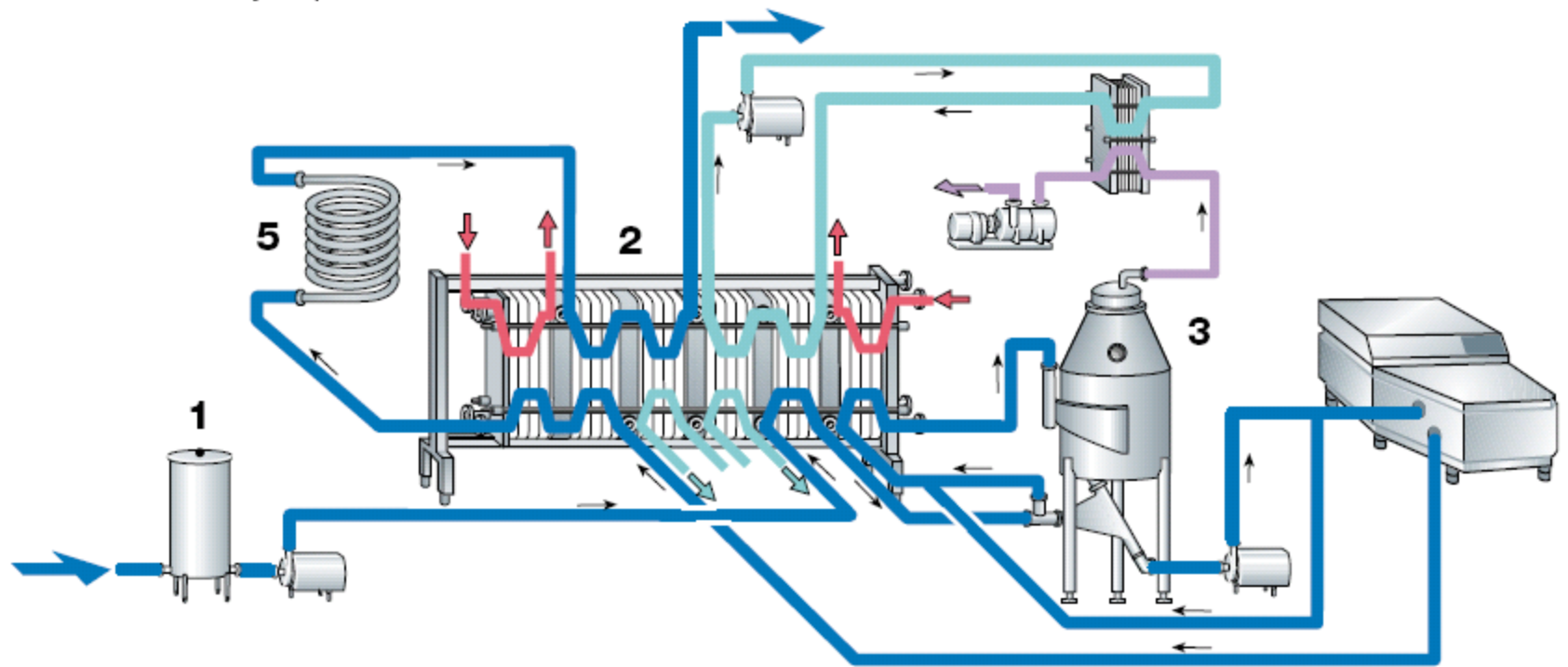
Varying the aforementioned conditions during incubation changes the ratio between the rods and the cocci as follows:

- 1. Incubation time:* A shorter incubation time, which means a lower acidity, will cause too high a proportion of cocci. Transferring a yogurt starter repeatedly after short incubation times during the production of the starter may cause also the rods to disappear from the culture. Conversely, long incubation times will cause an increasing preponderance of the rods.
- 2. Inoculum percentage:* Increasing the inoculum percentage will enhance the rate of acid production. The acidity at which the cocci are slowed down will thereby be reached earlier, resulting in an increased number of rods (incubation time being the same). At a smaller inoculum percentage, the ratio between the bacteria will shift in favor of the cocci.
- 3. Incubation temperature:* The rods have a higher optimum temperature than the cocci. Incubation at a slightly higher temperature than 45°C will shift the ratio in favor of the rods; incubation at a lower temperature will enhance the cocci.

Examples of the manufacture of set yogurt and of stirred yogurt from whole milk. Set yogurt is often made from concentrated milk



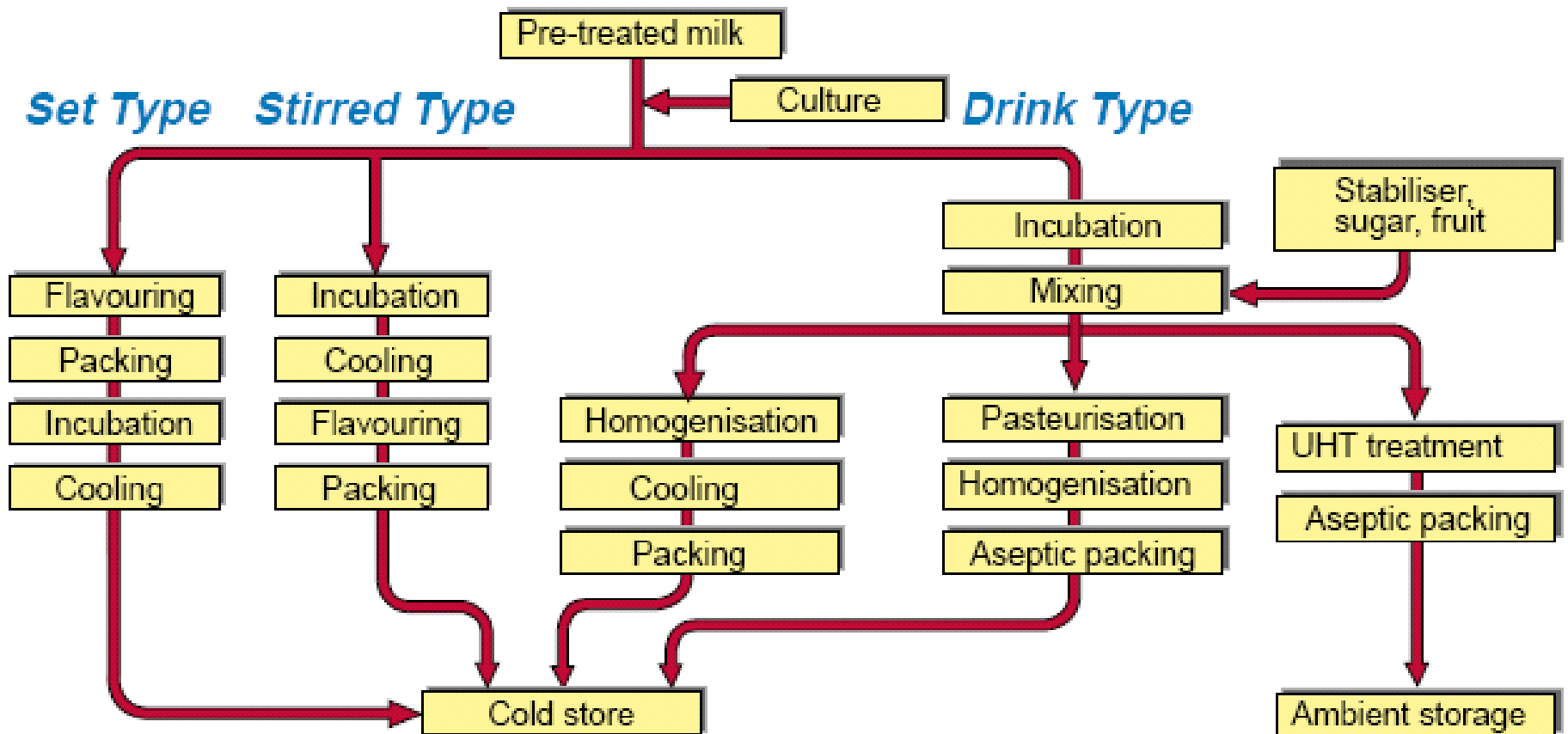
General pre-treatment for cultured milk products



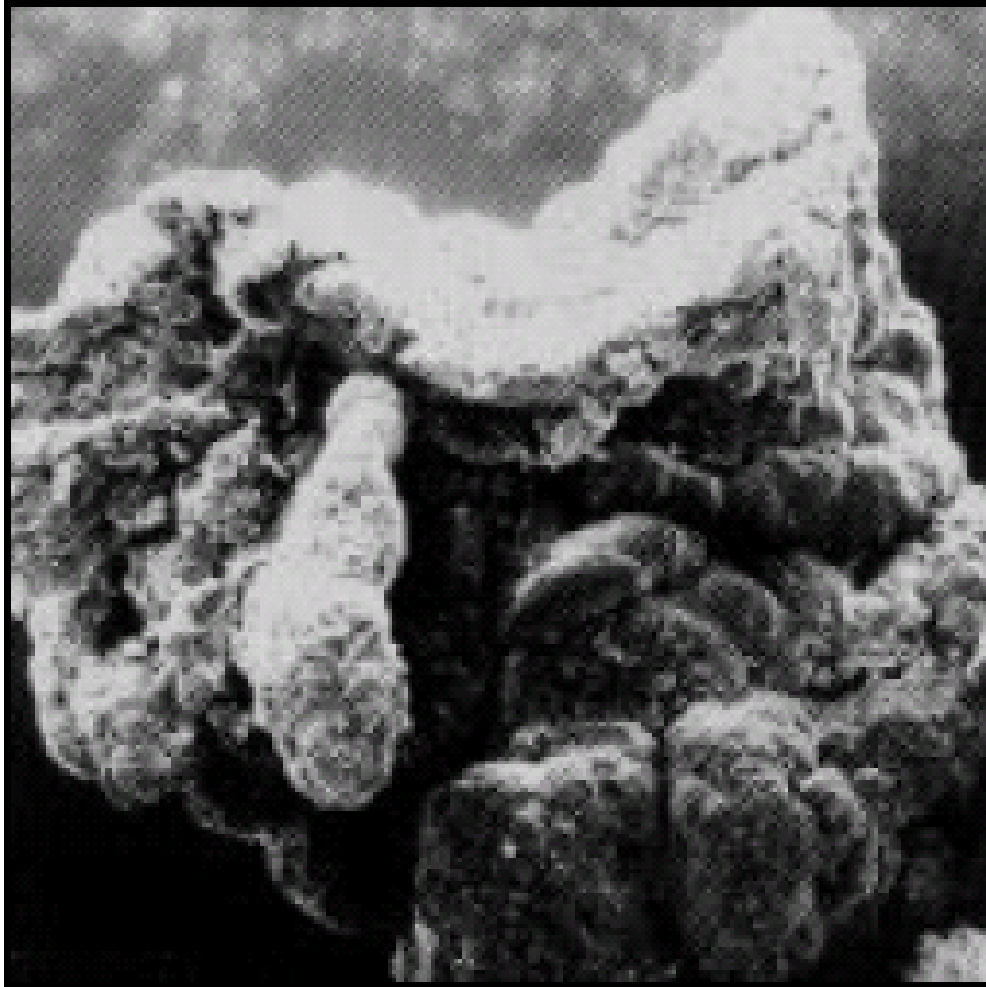
- 1 Balance tank
- 2 Plate heat exchanger
- 3 Evaporator
- 4 Homogeniser
- 5 Holding tube



Block diagram showing production steps for set, stirred and drinking yoghurt



Kefir grain



Production of kefir

- Fat standardisation (not always practiced).
- Homogenisation.
- Pasteurisation and cooling to incubation temperature.
- Inoculation with starter culture (here also called filtrate).
- Incubation in two stages (this, together with the specific culture, is characteristic of kefir).
- Cooling.
- Packing.