

市乳의 製造工程과 그 種類



調 査 部

1. 市乳의 定義

牛乳를 직접 飲用으로 提供하기 위하여 加工處理 한 것을 市乳(market milk, city milk)라 하며, 市販되고 있는 瓶入包裝, 비닐包裝 및 카톤包裝되어 있는 牛乳를 市乳라 한다.

牛乳는 細菌의 繁殖이 容易하고, 營養이 豊富한 食品이므로 특히 위생상의 안전을 기해야 되고, 주로 일반적인 飲用은 물론 乳幼兒 및 病弱者를 대상으로 供給되는 경우가 많다.

酪農業이 비교적 잘 育成되어 있는 日本에서는 厚生省令으로 우유 및 乳製品의 成分, 規格, 製造方法 및 보존방법이 정해져 있고, 우리나라에서도 1977年 2月 14日 保健社會部 告示 제 7호로 牛乳 및 乳製品의 規格, 保存基準 및 試驗方法 등이 정해져 있다.

이와 같이 牛乳 및 乳製品에 대한 규격이 정해져 있으나 우리나라는 酪農與件이 적합치 못해 酪農業의 年輪이 길지 못하고 제도적으로도 酪農業의 保護育成을 위해 研究하여 解決하지 않으면 안될 潛在要因이 山積해 있는

것 같다.

酪農業의 營爲에는 快適한 자연조건에 따라 飼料確保가 용이하고 酪農品の 安定供給과 대중화의 가능성이 있어야 하며 또 酪農品을 原料로 한 加工食의 開發促進 및 多元化的의 추구에 따라 酪農業이 土着化 될 수 있다고 생각된다. 牛乳는 乳幼兒를 위시해서 病弱者 및 일반국민의 體位向上에 으뜸가는 食品일진대 食糧需給 問題와도 깊은 연관성이 있고 國民生活 營爲에 必須不可缺한 資源이다.

그러나 오늘날 酪農現實은 飼料 需給上的 隘路, 乳製品 需給의 불안정 乳製品과의 관련된 稅制 등 酪農與件이 외국에 비해 경쟁에서 뒤지고 있으며 이런 不合理한 요인을 조속히 시정하지 않으면 안될 시점에 처해 있는 것 같다.

20餘年前으로 거슬러 '60年代 日本의 牛乳 消費 構造를 分析해 보면 市乳로 加工處理된 것은 牛乳 總生産量의 1/2을 占有했고 牛乳 生産량도 2次大戰 이후 年次的으로 증가되어 '60년대에는 약 5倍量으로 급증되었다는 보고가 있다. 그 예로 2次大戰前 최고 乳生産年

표 1. 日本의 年度別 牛乳 生産量(%)

牛乳生産年度	牛乳生産量	増減比率(%)	牛乳生産年度	牛乳生産量	増減比率(%)	비 고
1941	389,923	100	1953	711,819	183	資料; '62食料 工業p.353 基準年度;1941 年
1945	187,500	48	1954	928,577	234	
1946	149,366	38	1955	999,975	257	
1947	160,769	41	1956	1,153,631	296	
1948	204,339	52	1957	1,361,640	349	
1949	304,625	78	1958	1,548,334	397	
1950	367,319	94	1959	01,714,90	440	
1951	437,699	112	1960	1,887,600	484	
1952	584,161	150				

度인 1941년을 시발점으로 하여 戰後의 牛乳 生産 統計를 보면 표 1과 같이 集計되어 있으며 生産된 牛乳중 그 半량이 乳飲料(醱酵乳包含)로 消費되었고 殘餘分은 각종 乳製品의 製造原料로 사용되었다.

1960년도 牛乳의 용도별 분류는 總生産量의 52%인 983,440%이 乳飲料用으로 사용되었고 39%인 741,827%이 乳製品의 製造原料로 쓰였으며 그 殘餘分은 9%인 162,333%이 농가 스스로의 自家用과 기타의 용도로 供給되어 需給이 圓滑하였던 것 같다.

2. 牛乳의 成分

牛乳(cow's milk, milk)는 白色의 不透明한 액체로 약간의 특유한 風味와 향기를 가지고 있으며, 牛乳의 성분은 水分, 蛋白質, 脂肪, 炭水化物(乳糖), 無機質以外的 類脂質(lipoid), 維生素, 色素, 酵素, 가스 및 기타 微量成分으로 構成되어 있다.

牛乳중의 脂肪含量은 牛乳加工에 있어 가장

중요한 것으로 牛乳의 全固形分을 乳脂肪(milk fat)과 無脂乳固形分(solid-not-fat 略하여 SNF)으로 分類한다. 牛乳加工에 있어 脂肪이 풍부한 部分을 分離시킨 것을 크림(cream)이라고 그 나머지 部分을 脫脂乳(skim milk 또는 nonfat milk)라 하며, 脫脂乳에 대하여 脂肪을 전혀 제거하지 아니한 牛乳를 全乳(whole milk)라 한다.

乳脂肪은 牛乳에 있어 微細한 球狀의 脂肪球로서 乳濁質(emulsion)의 形狀으로 含有되어 있고 牛乳를 放置해 두면 脂肪球는 점차적으로 浮上하여 크림層(cream line)을 형성하게 된다.

牛乳의 지방은 다른 動植物性 脂肪과 달라 不飽和 脂肪酸의 含量이 적은 반면 分子量이 적은 低級脂肪酸이 비교적 많으며 특히 酪酸을 함유한 것이 그 특징이다.

新鮮한 우유는 리트머스에 兩性反應을 나타내 pH가 6.4~6.6으로 弱酸性을 띠나 放置해 두면 乳酸菌이 번식되어 乳酸을 生成하고 酸度가 증가되어 끝내는 凝固하게 된다. 脫脂乳에 酸 또는 凝乳酵素劑(rennet)를 가하여 생

우유의 중요 성분

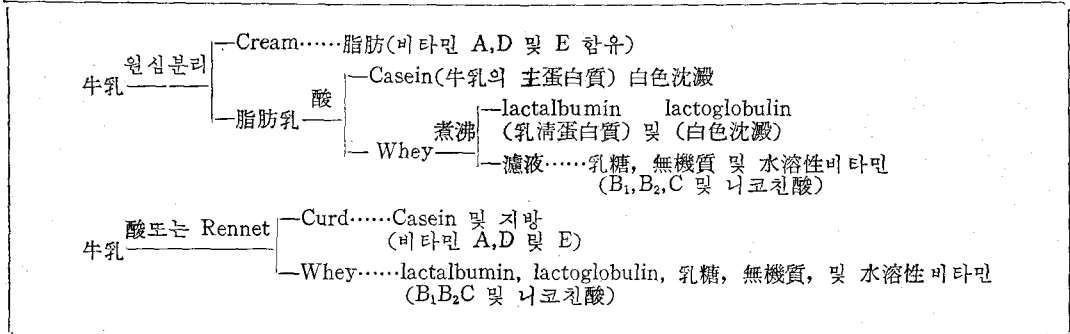


표 2. 牛乳의 組成表(%)

水分	固形分	蛋白質	脂肪	乳糖	灰分	備 考
88.60	11.40	3.0	3.20	4.50	0.70	日本 食品標準成分表
89.00	11.00	2.90	3.11	4.32	0.67	'53年 6月~'54年 5月中 東北地方 7個地 區의 原料乳 平均値
88.85	11.15	2.84	3.25	4.38	0.68	'54年 4月~'55年 3月中 關東地方의 原料 乳平均値
88.59	11.41	2.78	3.44	4.51	0.68	'56年 8月~'57年 3月中 全國 10個工場의 原料乳 平均値

표 3. 품종별 牛乳의 組成(%)

품 種	젖소수	시료수	고형분	단백질	지 방	유 당	회 분
홀슈타인(Holstein)	19	268	12.51	3.42	3.55	4.86	0.68
브라운스위스(Brawn swiss)	17	428	13.39	3.61	4.01	5.04	0.73
에어샤(Ayrshire)	14	208	13.09	3.58	4.14	4.69	0.68
저지(Jersey)	15	199	14.68	3.86	5.18	4.94	0.70
건지(Guernsey)	16	321	14.86	4.02	5.19	4.91	0.74

긴 凝固物을 curd라 하고 이것은 牛乳의 主蛋白質인 casein을 주성분으로 한다.

casein을 제거하고 남은 투명한 黃綠色의 水溶液을 乳漿(whey) 또는 乳清(milk serum)이라 하는데 이것은 乳糖(lactose)을 主成分으로 하며 乳清蛋白質 및 無機質을 함유하고 있다.

casein은 乳 특유의 단백질로 우유에 있어 全蛋白質의 약 80%를 차지 한다. 乳清蛋白質은 주로 lactalbumin과 lactoglobulin으로 可溶

性蛋白質이라고도 하며 乳漿을 加熱하면 凝固되므로 熱凝固性蛋白質이라고도 한다.

이들 牛乳의 단백질은 어느 것이나 단일품이 아니고 電氣泳動法에 의하여 2種 이상의 단백질의 혼합물로 되어 있음이 밝혀 졌다.

이들의 名稱을 各區分에 대한 함량이 많은 것으로부터 含量이 적은 것의 순서로 記述하면 아래와 같다.

- casein {
 - α -casein
 - β -casein
 - γ -casein

- lactalbumin {
 - β -lactoglobulin
 - α -lactalbumin
 - serumalbumin

- lactoglobulin {
 - euglobulin
 - pseudoglobulin

乳糖은 乳 특유의 炭水化合物로 牛乳의 甘味는 乳糖에 基因되고 二糖類에 屬해 加水分解되면 glucose와 galactose로 分離되고 젖산발효에 의하여 젖산을 生成하며 全乳에 酸 또는 rennet를 작용시켰을 때 생기는 凝固物이 curd이고 이 때 curd는 casein 및 脂肪을 主成分으로 하는 것이다.

3. 牛乳의 組成

牛乳의 化學的 組成은 飼料, 個體등 제한조건에 따라 좌우되나 牛乳에 대한 平均치는 대략 上記의 表 2와 같다.

1957年 이후 日本에서의 原料乳의 全固形分과 脂肪率에 대한 調査統計는 아래와 같다.

調 査 期 間	全固形分(%)	脂肪(%)
'57年 6月~'58年 5月	11.45	3.35
'58年 6月~'59年 5月	11.44	3.37
'59年 6月~'60年 5月	11.56	3.30

이 수치는 戰後 일시적으로 脂肪率과 固形分(특히 蛋白質)에 있어 戰前 工場原料乳의 平均値(脂肪 3.3%, 固形分 11.6%程度)에 비해 어느 정도 낮은 편이었으나 飼料事情 및

기타 조건의 回復과 함께 서서히 戰前의 平均치에 가깝게 되었다.

여기에서 주목되는 것은 脂肪율의 회복은 비교적으로 빨리 왔으나 固形分의 회복은 매우 늦은 편이었고 최근 점차적으로 戰前의 수준에 이르렀다.

우유의 조성은 乳牛의 품종에 따라 큰 차이가 있고 表 3에 의하면 Jersey 및 Guernsey種의 牛乳는 濃厚하고 Holstein種의 우유는 수분이 많은 편이다. 表 2에서와 같이 우유의 농도가 낮은 것은 대개 Holstein種에 基因되나 表 3을 보면 같은 Holstein種의 우유에서도 固形分이 높은 것이 있다.

우유의 조성은 品種以外에 乳牛의 個體, 搾乳法, 泌乳期, 季節, 飼料, 乳牛의 年齡 및 疾病 등의 조건에 따라 변화된다. 分娩후 몇 일 동안의 出乳는 그 후의 것과 큰 차이가 있으므로 이것을 初乳(colostrum)라 한다.

初乳는 濃厚해서 황색을 띠고 그 조직도 고형분이 많고 乳糖은 적으며 단백질과 灰分이 많다. 또한 蛋白質중 특히 globulin이 많고 비타민A 효력이 높은 것이 특징이며 初乳에 열을 가하면 응고되므로 市乳라든가 기타 乳製品製造의 原料乳에는 쓰이지 않는 것이 보통이다.

4. 原料乳의 檢査

原料乳의 성질이 乳製品의 품질에 미치는 영향이 크므로 공장에 도착된 原料乳는 곧바로 乳質檢査를 하여야 한다.

(1) 風味 및 알코올 試驗

受入牛乳는 먼저 風味와 乳溫을 檢査한 후 70%(vol) 알코올 1~2ml을 취하고 이와 같은 량의 牛乳를 가하여 혼합한 후 凝固의 유무를 시험한다.

(2) 脂肪試驗

受入된 우유는 매일 試料 일정량을 취하고, 防腐劑(昇汞 또는 重크롬酸칼륨)을 가하여 貯藏해 둔 混合試料(composite sample)와 같이 10일마다 1회씩 脂肪을 定量하되 그 定量方法으로는 Gerber's와 method, Babcock's method를 쓰는 것이 일반적이다.

공장에서는 제품의 품질을 통일시키기 위해 1회 제조용 原料乳의 전체를 대표하는 混合試料를 취해 脂肪을 定量하고 제품의 종류에 따라 필요한 Cream 또는 脫脂乳를 가하여 原料乳의 성분을 조절하는데 이런 것을 成分의 標準化(Standardization)라 하며 이와 같이 원래의 市乳는 標準化되어 있지 않으므로 標準化는 주로 練乳, 粉乳 및 치즈와 같은 乳製品의 제조에 필수적인 操作이라 할 수 있다.

5. 市乳의 處理法

牛乳를 市乳로 할 때는 우유성분을 되도록이면 損傷하지 않고 食品 衛生上의 안전을 기해야 하고 가스保存을 충분히 할 필요가 있다.

市乳處理場(milk plant)에서 실시하는 處理

法중 市乳로서 하지 않으면 아니 될 製造工程은 아래와 같다.

原料乳의 受入 및 檢査→貯乳→濾過 또는 清淨→殺菌→冷却→瓶入包裝(비닐 및 카톤包裝)
 ↑
 洗瓶→滅菌→乾燥

(1) 原料乳의 受入

생산자 또는 지방에 산재해 있는 集乳所로부터 搬入된 牛乳는 곧 乳質檢査를 실시한 다음 原料乳의 등급을 정한다.

市乳의 原料는 이른바 一等乳를 사용하는 것이 원칙이고 檢査된 牛乳는 秤量한 다음 貯乳탱크에 貯藏하나 여름에는 필요에 따라 冷却機를 통하여 冷却한 것을 貯藏탱크로 移送함이 좋다. 冷却機로는 表面冷却機를 쓰는 수가 많으나 프레이트식의 熱交換에 의한 冷却機도 쓰인다.

貯乳탱크는 크기가 충분하고 攪拌機 및 冷却用 자켓(Jacket)을 갖춘 것이 사용되나 최근에는 冷却設備를 갖춘 大型貯乳탱크가 개발되어 쓰이고 있다. 이 때 탱크는 密閉式으로 斷熱裝置가 충분하고 프레이트式 冷却機를 통하여 冷却된 牛乳를 들어 가게 하며 牛乳가 일정량으로 되어 다음 操作을 할 때까지 약 4°C에서 저장해야 한다.

(2) 牛乳의 濾過 및 清淨

탱크에 貯藏된 牛乳는 豫熱機(Preheater)를 통해 약 32°C로 하고 濾過機 및 遠心式精製器(Centrifugal Clarifier) 또는 清淨(Clarification)으로 塵埃 등을 제거한다. 그렇지만 극히 소규모의 제조공장에서는 豫熱機를 사용해

簡單히 布로 濾過한 후 바로 殺菌工程으로 옮기는 수도 있다.

그러나 근래 대규모의 牛乳 製造工場에서는 遠心式精製器를 사용하는 것이 보통이고 豫熱機에는 여러 가지의 형이 있다. 종래부터 사용된 것으로는 덴마크식 또는 釜型히터(Danish or kettle heater)가 많이 쓰였고 이것은 Jacket 式으로 자켓 안에 蒸氣를 넣어 가열하고 牛乳는 heater의 下部로 가서 내부에 있는 回轉棒의 遠心力에 의해 薄層으로 되어 加熱內面に 조용히 들어 가 上部의 파이프를 통하여 연속적으로 가열되어 나온다. 最近에 많이 쓰이는 殺菌機의 경우는 Plate heater와 管式인 tubular heater가 널리 쓰이게 되었다.

濾過機에는 木綿布를 쓰는 것이 많고 牛乳는 加溫하여 濾過하는 것이 효과적이며 送乳 파이프 途中에 牛乳濾過機를 설치하여 塵埃를 捕集하나 이 방법에서는 牛乳의 微細한 挾雜物을 제거할 수는 있으나 細菌 및 白血球는 제거되지 않는다.

遠心式Clarifier는 遠心力을 응용하여 牛乳에서 塵埃 및 기타의 異物質을 제거하는데 쓰이며 濾過機에 비하여 매우 효과가 있다. 이 원리는 Cream分離機와 마찬가지로 그 구조도 비슷하나 Cream의 出口가 없다.

이것은 Cream分離機의 경우 보다 大型이어서 塵埃와 기타의 異物質은 같은 형의 bowl의 內壁에 부착되어 제거된다. 이때 細菌, 白血球 및 기타 細胞의 일부도 제거되므로 牛乳 중의 細菌을 제거하기 위해 강력한 Clarifier處理로 試驗되고 있다.

(3) 殺菌法

殺菌은 市乳의 處理에서 가장 중요한 工程이고 종래의 방법은 低溫殺菌으로 62°C~63°C에서 30분간 가열하는 방법을 써 왔으나 최근 대규모 工場에서는 高溫短時間 殺菌法이 많이 쓰이게 되었다.

(4) 冷却法

殺菌한 市乳는 10°C 이하로 급속히 冷却하여 通常溫度 4°C까지 冷却하여야 한다. 冷却法에는 低溫殺菌의 경우 加熱蒸氣를 대신하여 冷却水 또는 brine(鹽化칼슘을 溶解시킨 冷却劑)를 循環시켜 冷却시키는 방법과 별도로 冷却機를 쓰는 경우가 있다.

冷却機를 별도로 쓸 때에는 表面冷却機(Surface Cooler)가 많이 쓰이고 이것은 牛乳가 薄層을 이루어 관의 표면을 흐르게 하고 管内에는 반대방향으로 冷却水 또는 brine이 흘러 加熱牛乳는 頂부분에서 부터 아래부분으로 흐르는 동안 冷却된다.

이 冷却機의 利點은 冷却과 동시에 加熱乳가 空氣와 接觸되어 脫臭되는 점이 그 장점이 라 할 수 있겠으나 牛乳가 公기에 접촉되므로 이 때 公기는 清潔하여야 한다. 그러므로 近年에 와서는 表面冷却機에 Cover를 씌워 牛乳가 外氣와 접촉되는 것을 방지하고 있다.

高溫短時間 殺菌法에 있어서의 加熱乳의 冷却은 주로 Plate를 이용한 熱交換에 의한 殺菌方法이다.

(5) 瓶裝法

冷却된 牛乳는 깨끗이 洗滌되어 蒸氣 또는 약품(鹽素水 또는 次亞鹽素酸칼슘)으로 滅菌乾燥시킨 甁에 넣어 滯滯없이 瓶裝되어야 한다.

이 操作은 자동병장기에 의하여 실시되며 甁 각온도는 4°C가 좋으나 온도가 너무 낮으면 거품이 일기 쉬우므로 5~8°C가 적당한 온도이고 병장에서 注意할 점은 우유에 거품을 이르지 않고 세균의 混入이 없이 청결해야 한다.

우리 나라에서는 無色の 유리甁으로 大部分 180ml 또는 360ml의 것이 쓰이고 있으나 歐美에서는 500ml, 1l의 것이 보통이고 一部에서는 우유의 風味와 비타민 B₂의 보호를 위하여 갈색甁을 쓰는 경우도 있다.

근래에 와서 우리 나라에서도 牛乳容器的 보급이 어려워 짐에 따라 유리甁 이외에 비닐裝 및 카튼裝 등의 방법을 이용 180ml, 360ml 및 1l로 包裝하고 있어 市乳製造의 原價安定에 기여함은 물론 수송 및 유통도 간편하다.

(6) 冷裝

殺菌法에 따라 病原菌을 滅菌處理한 牛乳라 할지라도 적당한 온도에 이르면 바로 細菌이 繁殖하게 되므로 반드시 冷藏하여야 하고 瓶裝乳는 處理當日 하룻밤은 약 4°C에서 냉장한 후 다음 날 아침에 배달하는 것이 이상적이다.

6. 牛乳의 菌殺法

牛乳는 細菌이 번식하기 쉬워 腐敗 특히 酸

敗가 빠르고 때로는 病原菌이 混入될 憂慮가 있어 食品 衛生上 안전을 기하기 위해 殺菌(Pasteurization)을 한다.

牛乳의 殺菌은 보통 加熱에 의하나 그 방법에는 低溫殺菌法(holder pasteurization)과 高溫短時間殺菌法(high-temperature short time pasteurization) 및 瓶裝殺菌法(pasteurization in bottle)등이 있으며 瓶裝殺菌法은 牛乳를 罐 또는 王冠을 打栓한 甁에 密封하고 110~120°C의 고온에서 10~15분간 가열하여 殺菌하는 방법이다.

(1) 低溫殺菌法(holder pasteurization)

低溫殺菌法은 牛乳를 62~63°C에서 30분간 가열하는 방법으로 牛乳殺菌法으로서는 비교적 오래 전부터 실시되어 온 방법의 하나이며 風味와 乳質을 될 수 있는대로 손상시키지 않고 病原菌을 완전히 滅殺시키는 방법이였으나 高溫 短時間 殺菌法이 실용화 됨에 따라 활용이 적어졌고 소규모의 殺菌에서 만이 쓰이고 있다.

다시 말하면 이 방법은 低溫殺菌機(holder pasteurizer)라고 하는 Vat의 周圍를 자켓트도 없이 蒸氣 또는 끓는 물을 통하여 攪拌機로 攪拌하면서 所定の 온도를 유지시켜 殺菌하는 在來式 방법을 말하며 살균기로는 Burell pasteurizer와 pfaudler pasteurizer가 있고 回轉式의 코일을 설비하여 그 안에 蒸氣를 통하여 攪拌 가열하는 裝置도 갖추고 있다.

<다음 호에 계속>