

市乳의 製造工程과 그 種類

金 永 漢
〈韓國食品工業協會 課長〉

(2) 高溫短時間殺菌法 (high-temperature short time Pasteurization)

HTST殺菌法이라고도 하는데 牛乳層을 열게 하여 그 전체를 71°C로 균등히 加溫하고 15초 동안 가열하면 病原菌의 전체가 滅菌됨이 명확해 짐에 따라 온도 및 流量을 정확히 조절할 수 있는 장치가 개발되어 HTST殺菌法이 대규모의 牛乳工場에서 널리 쓰이게 되었다.

일반적인 加熱條件은 71.1°C~73.9°C에서 12~13초가 所要됨이 표준이나 나라에 따라 약간의 차이가 있고 原料乳의 細菌數에 따라 가열온도가 높아 75°C 또는 그 이상에서 15초 정도가 所要되는 경우도 있으나 현재는 특수 加熱條件인 超高溫加熱法 (ultra-high temperature heating 略하여 UHT heating)이 개발되어 130~140°C에서 數秒 동안 가열하는 방법이 實用化되고 있다.

HTST살균법에서는 加熱溫도와 시간을 주어진 조건에 정확히 맞추는 것이 절대 필요하므로 먼저 精密한 自動溫度調節機를 갖추지 않

으면 안된다.

HTST殺菌裝置의 重要 부분은 정밀한 溫度調節機, 保持機(holder tube) 및 3組의 熱交換裝置로 되어 있고 熱交換裝置는 plate heater로서 加熱機, 熱交換機 및 冷却機의 역할을 하는 것으로 볼 수 있다. 熱交換에 있어서는 生乳에 緣由한 殺菌乳의 豫冷과 함께 豫熱을 行하며 熱交換에 따른 再生(regeneration)에 충분히 이용되어 열의 節約이 가능하므로 이때 plate heater는 再生機(regenerator)로서의 작용을 한다.

HTST殺菌裝置의 加熱方法에는 電氣가 흐르는 電極室을 牛乳가 통과하는 동안 電氣抵抗에 의하여 가열되는 전기가열식과 熱水를 통하여 가열하는 熱水加熱式이 있는데 여기에는 plate heater와 tublar heater의 二種의 장치가 있다.

plate heater는 液體가 흐르는 홈(溝)을 가진 스테인레스鋼製 plate를 數枚 組合하여 plate의 한 면을 가열하게 되면 液體가 흐르고, 다른 면에는 熱水가 반대방향으로 통하게 되어 열을 교환하므로 가열된다.

tubler heater는 管狀의 液體加熱機로서 여러가지 방식이 있는데 첫째는 가늘고 긴 二重管으로 內管은 牛乳가 통하고 外管은 반대방향으로 熱水가 통해 가열되는 것이고 둘째는 가늘고 긴 內管이 많은 多管式이며 셋째는 三重管의 heater를 사용하는 Stassano式 殺菌法(stassanization) 등이 있다.

이 장치는 Stassanizer라는 特殊密閉 三重管 heater로 牛乳는 층이 얇게 되고 압력을 가하여 75°C에서 가열할 때 加熱面을 15~16초 동안 接하여 통과하는 사이에 殺菌된다.

HTST 殺菌法을 低溫殺菌法과 비교해 볼 때 그 특징은 裝置가 차지하는 면적이 적은데 비해 連續殺菌이 되므로 능률적이고, 모든 工程이 거의 자동적이고 牛乳는 密閉된 裝置를 통하여 露出되는 경우가 없으므로 細菌汚染의 機會가 적어 위생적이며 乳質에 미치는 영향이 적다.

(3) 瓶裝殺菌法(Pasteurization in bottle)

牛乳를 瓶裝해서 瓶裝殺菌機 또는 加熱水탱크 중에서 일정한 온도로 일정시간 가열한 후 冷却하는 방법으로 이 방법은 殺菌 후 細菌汚染의 위험이 없는 것이 특징이기는 하나 대규모로 실시함에는 작업상 불편한 점이 있어 주로 소규모의 殺菌處理를 할 때에 이용된다.

이 방법은 熱水탱크 이외에 Pack라 부르는 耐壓鐵製箱內에 선반을 설치하고 蒸氣로 96~98°C에서 15분간 가열하는 방법이나 高熱處理 때문에 加熱臭가 強하여 일종의 焦臭(burnt flavour)를 발생하고 어느 정도는 갈색으로 변하는 경우가 많다.

細菌數는 殺菌 직후에는 극히 적어 0°C 가까이까지 冷却하지 않더라도 어느 정도 보존

성이 있으나 酸生成菌이 적지 않고 耐熱性 胞子形成菌, peptone化成菌이 남게 되어 殺菌후의 보존이 나쁘게 되고, 일단 細菌의 번식이 進行되면 酸敗하게 되는 경향이 있으므로 주의할 필요가 있다.

(4) 加熱이외의 特殊處理法

牛乳를 殺菌하는데는 일반적으로 加熱法에 의하나 기타 몇 개의 특수한 방법도 시험되고 있다.

가. 超音波 殺菌法

牛乳에 100~200만 사이클의 超音波(Super Sonic)를 작용시키면 殺菌에 효과가 있다고 인정되어 한동안 실용화 될 수 있다는 주장도 있었으나 널리 活用되지는 못했다. 超音波의 殺菌作用은 그 振動作用에 의해 菌體가 機械적으로 破壞된다고 생각되었다.

나. 放射線 殺菌法

최근 電離性的 放射線에 의한 滅菌法을 食品의 보존에 應用키 위한 연구가 진행되고 있다.

이 방법은 放射滅菌 또는 冷滅菌(radiation sterilization or cold sterilization)으로 획기적인 食品의 보존법으로 주목되고 있으며 여기에 쓰이는 放射線에는 透過力이 큰 γ -線이 적용되고 그 線源으로서 Co-60이 적당하다.

牛乳處理에 필요한 γ -線量은 殺菌에는 50,000rep(렌트겐 單位)정도, 滅菌에는 200~300만rep가 필요한데 牛乳의 경우 放射線에 대한 반응이 다른 食品에 비해 銳敏하고 不快한 맛과 냄새를 발생하기 쉬워 실용화까지에는 아직도 어느 정도의 연구가 필요하다.

다. 化學的 殺菌과 滅菌法

牛乳의 腐敗를 방지하기 위하여 방부제로

쓰일 수 있는 화학약품은 많으나 인체에 有害하므로 食品衛生上 위험이 있어 나라마다 금지하고 있으며 研究對象品으로 되어 있는 화학약품중 가장 가능성이 있는 것은 過酸化水素라 한다.

試驗報告에 의하면 H_2O_2 0.1%를 첨가한 牛乳를 $30^\circ C$ 에서 수일간 보존한 결과 그 安全保存이 가능하다고 했고 이 때 殘存하는 H_2O_2 는 카타라제製劑(肝臟 및 乾燥酵母에서 간단히 調製할 수 있음)를 첨가하게 되면 완전히 H_2O_2 를 분해시켜 無害하게 될 수 있다고 하나 方法論에 불과하고 食品添加物의 使用基準이 정해져 있지 않아 牛乳에는 아직 사용이 불가능한 품목으로 되어 있다.

7. 市乳의 種類

(1) 普通市乳

市乳의 처리법에 따라 殺菌 및 기타의 처리를 한 牛乳가 普通市乳이고 日本에서 市乳의 標準率은 수분 88.6, 蛋白質 11.4, 脂肪 3.3, 乳糖 4.4 및 灰分含有率 0.7%이며 그 특징은 靜置하여 두면 上層에 크림층이 分離되나 일단 市乳를 均質化시키므로 크림층이 分離되는 것은 볼수 없다고 한다.

(2) 特別牛乳

日本에서는 1951年 12月 27日 厚生省令 제 52호 乳 및 乳製品의 成分規格 등에 관한 省令에 의거 特別牛乳로 제조판매되고 있는 것을 特別牛乳라 했고 그 처리는 特別牛乳 搾取處理業의 허가를 받은 시설로 搾取한 生乳를 처리하여 제조하게 되었다 한다.

特別牛乳의 成分規格과 殺菌 및 보존방법의 기준도 厚生省令으로 정해져 있으나 그 특징은 위생적인 조건에서 搾取된 牛乳를 加熱殺菌하지 않고 生乳의 형태로 판매할 수 있는 정도의 것이고 그 성분은 普通市乳보다 높은 것이 특징이라 한다. 그러나 牛乳를 生乳의 형태로 市販하는 것은 근래에 와서 없어졌고 그 대신 성분을 높인 濃厚牛乳가 市販되게 되었다 한다.

濃厚牛乳는 普通市乳에 濃縮乳를 加하여 濃度を 높인 것으로서 그 組成率은 수분 87, 蛋白質 3.3, 脂肪 4, 乳糖 4.9 및 灰分 0.8%를 함유하고 있다.

(3) 均質牛乳

일반적인 살균법에 따라 市乳는 生乳와 마찬가지로 靜置했을 때 크림층이 分離되는 것이 하나의 특징이나 특히 機械的으로 脂肪球를 細分하여 크림이 分離되지 않게 한 牛乳를 均質乳(homogenized milk)라 하고 이 操作을 均質化(homogenization)라 하는데 均質化의 목적은 크림分離를 防止함과 동시에 脂肪球의 細分에 의하여 소화를 좋게 하는데 그 목적이 있으며 또 均質牛乳는 soft curd를 生成하므로 일종의 soft curd이고 蛋白質도 어느 정도 소화되기 쉽게 한다.

均質化에 쓰이는 裝置를 homogenizer라 하는데 최근 가장 많이 쓰이는 것은 Gaulin式 homogenizer이며 그 원리는 牛乳를 高壓下에서 극히 微細한 間隙으로부터 押出시켜 급격히 壓力을 낮추어 脂肪球를 細분시켜 크림이 分離하기 어려운 상태로 만든다.

이 때 乳溫은 $50\sim 60^\circ C$ 가 적당하고 殺菌건에 行하는 것이 좋으며 壓力은 $140\sim 210kg/cm^2$

(2,000~3,000LB/평방인치)가 적당하다. HT ST殺菌法에서는 plate式 熱交換機의 중간에서 homogenizer로 均質化시킨다.

均質化 牛乳는 유럽은 물론 우리나라에서도 牛乳 수요의 증대에 따라 대규모 처리의 市乳가 均質化되어 공급되고 있다.

(4) 비타민D 強化牛乳

牛乳를 乳幼兒의 營養必要量에서 보면 특히 비타민 D의 量이 적지 않으므로 牛乳의 營養強化는 비타민 D로부터 시작되어 널리 실시되고 있으며 이것을 비타민 D 強化牛乳(Vitamin D fortified milk)라 한다.

옛날 牛乳의 비타민 D 強化方法으로는 牛乳의 층을 얇게 하여 紫外線을 照射하므로써 비타민 D를 강화하는 소위 照射牛乳(irradiated milk)인데 원래 牛乳의 비타민 D 含量이 평균 1/당 약 30IU이나 보통 130~400IU에서 200IU 정도까지 강화할 수 있다 하며 이것은 牛乳에 함유된 7-dehydrocholesterol이 紫外線 照射에 의하여 비타민 D₃(cholecalciferol)로 된다고 생각된다.

그러나 오늘날 비타민 D 強化牛乳는, 주로 비타민 D₂(ergocalciferol)의 結晶을 용해시킨 濃厚D液(1ml의 効力: 약 64,000IU)을 殺菌하기 전에 牛乳 1/당 400IU 정도를 가하는 것이 일반적이라 한다.

(5) 還元牛乳

還元牛乳는 脫脂乳를 용해시켜 乳脂肪을 가하고 Homogenizer로 乳化시켜 그 組成을 液狀의 牛乳와 같게 調製하여 殺菌하고 그 뒤의 처리를 市乳와 같은 방법으로 하여 市販하는 것을 還元牛乳(recombined-milk)라 하는데 이

에 반하여 全脂粉乳를 溶解시켜 牛乳와 동일한 組成으로 한 것을 reconstituted milk라 한다.

여기에는 脫脂粉乳와 全脂粉乳를 대신하여 濃縮脫脂乳와 全脂乳도 쓰일 수 있으나 全脂粉乳는 저장 중에 脂肪의 酸化에 따른 脂肪酸臭의 不快臭를 발생할 우려가 있고 脫脂粉乳는 脂肪酸臭가 없으므로 보존성이 좋은 것이 그 특징이다. 그러므로 牛乳를 全脂粉乳로 보존하는 대신 脫脂粉乳와 乳脂肪으로 分離保存하고 사용할 때에 混合乳化하여 쓰는 것이 이상적인 방법이다.

還元牛乳用的 脫脂粉乳는 가능한 한 온도의 영향을 받지 않도록 製造하여 溶解도가 높은 제품을 쓰는 것이 좋고 乳脂肪으로는 無鹽버터가 좋으나 특히 신선한 것을 선택하지 않으면 제품의 맛에 나쁜 영향을 미치게 되므로 버터로 보존하는 것보다 butter oil이나 dry milk fat를 쓰는 것이 좋다.

butter oil은 butter를 融解시켜 遠心分離로 乳清을 제거한 다음 濾過 또는 眞究蒸發罐에서 減壓處理하여 거의 100% 가까운 純度(99.8%이상)의 乳脂肪을 얻게 되므로 室溫에 방치해도 매우 보존성이 높다.

還元牛乳를 이용하는 것은 牛乳生産量이 많은 계절이나 地方에서 過剩의 牛乳를 처리하여 貯藏한 다음 생산이 없는 地方이나 수요가 많은 시기에 還元시켜 需給調節을 하므로써 牛乳 및 乳製品의 需給에 안전을 기할 수 있겠으나 아직 우리나라에서는 牛乳生産量이 적어 실용화되지 못하고 있으며 장차 酪農業의 육성에 따라 食品衛生法の 측면에서 加工乳에 포함시켜 乳製品의 原料需給에 기여가 되어야 할 것으로 기대한다. ■