



# 牛乳와 乳加工場의

## 衛生管理

(株) 빙그레 食品研究所

金善煥 차장

### I. 緒論

牛乳은 젖소의 乳腺에서 합성, 분비되는 천연식품으로 단백질, 지방, 탄수화물, 비타민, 무기질등 인간에게 필요로하는 5대 영양소 各各別로 그 種類 및 量에서 볼때 單一食品으로는 가장 많고 균형된 영양소를 공급하는 完全食品이다. 더우기 利用効率面에서도 一般食品에 비해 體內吸收利用率이 높을뿐만 아니라 맛(味)에서도 남녀노소 누구에게나 거부감없는 가장 친근한 식품이다.

國內에서 본격적으로 酪農産業이 시작된것은 1960년대 初부터이다. 1962年度 국민 1人當 년간 우유 소비량은 200ml pack 1個分の 절반수준인 100g 정도 밖에 되지않던 것이 그동안 꾸준한 성장으로 1989年度에는 38.7kg으로 거의 400배의 소비증가를 이룩하였다.

이제 우리나라도 우유를 飲用하는 인구가 유아및 청소년층을 비롯하여 계층별 消費人口가 상당부분 찾아하고 있다. 따라서 酪農家 및 乳加工業界는 소비자에게 安全하고 신선하며 良質의 제품을 공급할 책임이 있으며 여기에는 상당한 노력과 注意와 投資를 아끼지 말아야 할것이다.

本 總說에서는 牛乳의 品質維持 또는 改善方法과 品質低下에 대비한 대처방법 및 微生物이 우유에 미치는 영향을 재음미하고 乳加工場에서의 環境衛生管理 측면에 대하여 再考하고자 한다.

### II. 牛乳의 汚染실태와 그 防止策

좋은 牛乳은 좋은 原乳(Raw Milk)로 부터 시작된다. 우유가 乳房內에 있을때는 無菌狀態이거나 미생물의 오염상태가 극히 제한되지만 搾乳직후 各種 汚染源으로 부터 많은 미생물이 오염되어 적당한 環境이 조성되면 우유를 부패시킬 수 있다. 주요한 오염원으로 젖소의 피부, 오물, 토양, 물, 축사의 환경, 목부의 손, 살균제, 세제류 및 우유를 취급하는 각종기구, 저유탱크, 탱크 lorry의 內部등 原乳와 직접 접촉될 수 있는 모든 事物이면 그 오염원이 될수있다.

또한 原乳에 혼입된 미생물은 보관 또는 운반과정에서 온도가 상승할 경우 엄청난 숫자로 증식하게 된다. 결국 原乳의 酸敗가 일어난다. 원유의 산패는 원유의 최초의 세균수와 온도가 크게 영향을 미친다. 原乳의 박테리아수에 대한 온도의 효과를 예를 들면 다음과 같다. 1) 착유후 즉시 취할 시료 40,000/ml 2) 5℃에서 24시간 저장후 90,000/ml 3) 10℃에서 24시간 저장후 180,000/ml 4) 15℃에서 24시간 저장후 4,500,000/ml이다. 일반적으로 공장受乳단계에 있어서의 低溫細菌數는  $10^4 \sim 10^6$ /ml이고 이 단계의 原乳중에는 Pseudomonas, Achromobacter, Alcaligenes, Micrococcus, Flavobacterium 등의 세균이 많이 존재한다. 따라서 原乳는 착유후 즉시 4℃이하로 급속냉각을 실시함으로써 乳質을 維持시킬 수 있으며 원유에 이미 존재하는 박테리아의 성장을 정지시킬 수 있고 저장성

도 높일 수 있다.

우유 및 유제품의 품질에 영향을 미치는 주요한 微生物群으로써 몇가지를 살펴보면 박테리아중에는 장기간 냉장저장하에서도 식품변패를 일으키는 *Pseudomonas*가 있다. 이들 好冷性細菌은 熱 및 태양광선에 쉽게 사멸될 수 있다. 그러나 *Pseudomonas fluorescens*가 生成하는 protease나 lipase는 熱에 대한 耐性이 높다. UHT 처리된 유제품에서 자주 야기되는 결함은 저장중 protease에 의한 단백질응고 또는 gelling 현상이 있다. Gram 양성 박테리아중 *Micrococcus*속의 耐熱性이 강한 것들은 살균된 우유속에 살아남아 우유를 부패시킨다. *Staphylococcus aureus*는 enterotoxin을 生成하므로 냉각이 지연되어 살균처리 하여도 耐熱性毒素에 의하여 식중독사고가 발생할 수 있다. *Bacillus*와 *Clostridium*속의 박테리아경우는 耐熱性胞子を 형성하며 열과 건조, 화학물질에 대한 耐性이 있으므로 살균·멸균시 각별한 주의를 요한다. 한편 醱酵乳製品에 有用되는 lactic acid bacteria는 적절한 온도관리로 오히려 증식시켜야 하는 등 일반박테리아와는 對照를 이루는 경우도 있다. 따라서 발효유제품과 일반유제품은 가급적 작업장의 격리와 前處理設備나 포장기등을 같이 사용하는 일이 없도록 각별히 留意하여야 한다. 일단 미생물에 오염된 원유의 품질개선 또는 품질저하 방지로 몇가지 방법을 살펴보면 냉각저장외에 Thermization이 있다. 이 방법은 살균처리는 아니나 보통 저장기간을 72시간 초과할 경우나 원유중의 세균수가 너무 많을때 貯乳이전단계에서 시행하여 好冷性細菌의 살균과 이들이 生成하는 酵素의 축적을 억제하기 위한 조치로써, 보통 60~66℃에서 5~20초간 원유를 열처리하는 것을 말한다. 이때 lipase의 일부는 Thermization 처리에 파괴된다. 선진 낙농국의 경우 보통 集乳場에서 자체 Thermization 처리하여 乳加工場에 이송되고 있다. 한편, 최근 10년간의 연구 결과 발표된 Lactoperoxidase system(LPS)이 有用方法일 수 있다는 것이 알려졌다. 이 방법은 기술적·경제적 또는 현실적으로 냉장저장으로 원유의 質을 유지할 수 없는 상황하에서만 사용된다. LPS의 원리는 사람의 침속에서 일어나는 고유의 Antibacterial system이다.

Lactoperoxidase는 Bovine milk, Buffalo milk 및 인간의 침속에 비교적 다량으로 존재하는 酵素로써 Hydrogen peroxidase의 존재하에 thiocyanate ion을 酸化시킨다. 이 반응에 의하여 thiocyanate는 hypothiocyanous acid(HOSCN)로 변화된다. HOSCN은 원유의 pH下에서 대부분 hypothiocyanate ion(OSCN<sup>-</sup>)으로 존재한다. OSCN<sup>-</sup>은 Free Sulphydryl Group과 특정적으로 반응하여 박테리아의 metabolic enzyme 몇가지를 不活性化시킨다. 결과적으로 박테리아의 metabolism 및 증식력을 저해하게 한다. LPS이 원유에서 상기의 효과를 얻기 위해서는 Sodium thiocyanate로써 thiocyanate와 Sodium percarbonate로써 hydrogen peroxide를 원유 1 l 당 각각 14mg, 30mg을 첨가하고 1~2분 교반하여 충분히 분산되게 한다. 기타 Bactofuge라고 불리우는 특수 원심분리기에 통과시켜 細菌體를 분리하는 Bactofugation이 있으며 그밖에 살균처리, 멸균처리, 농축, 분무건조, 자외선조사등 여러방법이 있다.

발효유제품에 영향을 미치는 미생물군으로써 바이러스가 있다. 특히 박테리아를 침입하는 bacteriophages는 발효식품 제조에 많은 위협이 되고 있으며 Phages의 오염방지를 위하여 철저한 環境衛生管理와 필요시 동등한 特性을 가진 균주의 변경사용도 바람직하다. 곰팡이류는 식품의 부패는 물론 이들이 生成하는 毒素중에는 발암물질도 있다. 또한 곰팡이의 胞子は 쉽게 공기중에 飛散되어 쉽게 제품이나 작업장을 오염시킬 수 있다. 곰팡이의 성장조건을 최소화 하기 위해서는 무엇보다도 습기를 제거하여 수분활성도(Water activity)를 저하시켜야 하며 작업장의 청결·세척이 중요하다. 한편 대부분의 酵母류는 최적성장온도가 25~30℃로써 酸性인 pH4~4.5에서 잘 자라며 일반적으로 설탕이 가장 좋은 에너지源이다. 따라서 유산균 발효유제품에 汚染이 될 경우 변질의 초래 및 Gas生成으로 제품의 열하(劣下)를 초래할 수 있다.

### III. 乳加工場의 環境 및 衛生管理

작업환경으로부터 일어나는 제품의 오염경로는 포장기계·설비, 천정, 바닥, 벽, 낙하세균(공중부유세

균), 종업원의 손, 작업복, 외부로 부터의 침입미생물 등 무수히 많다. 그 방지책으로는 철저한 세척, 소독, 약제살균·살포, 크린룸설치, 자외선살균, air curtain 설치 등 여러방법이 있다.

우유와 직접 접촉되는 유가공설비·기구등의 세척과 소독에는 물이 중요하게 作用되고 있다. 즉 세척에 사용되는 물은 우유잔류물을 효과적으로 씻어주어야 하며, 미생물오염이 없어야 하며 색이나 냄새가 없어야 한다. 유가공설비의 內表面에는 유지방, 단백질, 회분등이 물의 염류등과 결합하여 얇은 피막, 소위 乳石(milk stone)을 형성한다. 따라서 사용하는 물은 용존염류량이 60ppm 이하인 연질의 물을 사용하여야 한다. 열을 받은 설비의 표면에는 단백질의 열변성에 의하여 乳石이 쉽게 빨리 형성된다. 乳石이 오래되어 두꺼워진 것은 제거하기도 어려워 살균효과도 떨어지며 2차오염이 발생할 수도 있다. 유가공설비에 사용되는 洗劑에는 크게 알칼리洗劑와 酸洗劑가 있으며 그밖에 인산염제, 계면활성제, 킬레이트제(chelating agents) 등이 있다. 설비세척은 乳石의 정도, 洗劑의 종류, 온도, 시간, 수질등에 크게 좌우된다. 일반적으로 유가공장에서는 clean-in-place cleaning(CIP) 장치에 의하여 定置洗淨(정치세정)한다. 즉 洗液의 속도를 1.5 m/sec 이상으로 순환시켜 설비내부표면을 씻어 내게 한다. 洗劑의 종류, 세척부위, 세척의 요구정도에 약간의 차이는 있겠으나 일반적인 CIP방법 및 순서는 다음과 같다. 40~50℃의 물로 약 5~10분간 pre rinse한후 1~2%의 알칼리세제를 70~80℃로 가온하여 20~30분간 세척한다. 그다음 40~50℃의 물로 약 5~10분간 rinse한후 다시 0.5~1.5% 酸洗劑를 60~70℃로 가온하여 20~30분간 세척한다.

定置洗淨時 온도는 중요한 요소로 작용한다. 즉 온도를 올리므로써 다음과 같은 효과를 나타낸다.

- 1) 표면과 침적물의 결합력 약화
- 2) 점도를 저하시키며 turbulent 작용의 증가
- 3) 가용성물질의 용해도 증가
- 4) 화학적 반응속도 증가이다. milk의 경우 32~85℃ 사이에서 10℃의 증가는 세척효과가 2배 증가한다.

32℃ 이하에서는 유지방이 고체상(solid state)으로

남아있게 되며 85℃이상에서는 과열에 의한 반응으로 기계표면과 단백질을 더욱 결합시켜 세척효과를 감소시키므로 留意하여야 한다.

洗劑에 의한 세척이 끝난후라도 설비표면에 우유잔류물이 남아있거나 잔존해있는 미생물을 제거·사멸하기 위해서 필요시 소독제나 85℃이상의 熱水를 사용한다. 熱水사용시 마지막 기계·설비등 금속의 표면온도가 76℃ 이상으로 수분(數分)동안 유지되도록 계속 순환시켜 잔존미생물이 사멸되어야 한다. 소독제로는 보통 염소화합물을 사용한다. 소독수로는 150~200 ppm 정도의 염소량을 유지하며 분무용 소독액은 250~400ppm의 수준을 유지한다.

環境을 오염시키는 중요한 因子로 낙하세균(공중부유세균)이 있다. 낙하세균은 직접 제품의 표면에 떨어지거나 작업종료후 기계·작업대위에 쌓여 그다음날 제품을 汚染시키는 주원인이 되고있다. 특히 지금까지 작업자의 손에 의해서 오염되는 것으로만 알고있던 대장균, 포도상구균등도 공중부유세균에서 많이 검출되고 있다. 따라서 clean room의 설치나 자외선 살균장치 설비·포장기등의 부분적 양압설비, 천정 벽 바닥 등의 살균소독이 중요하다.

식품공장에서 微生物汚染이 점유하는 비율은 높으나 그것이 반드시 다른 요인을 압도하여 많다고 할 수는 없다. 식품공장에 대한 불만건수의 통계를 보면 부패, 변패나 곰팡이 발생이라고 하는 미생물관련의 불만과 異物混入의 불만은 件數가 거의 접근하였고 오히려 후자가 많은 경향이 있다. 이물혼입의 65%는 벌레등의 動物性異物이 점유하고 있다. 이들은 주로 날개가 달려 잘 날아 다니는 飛來昆蟲으로써 파리 모기 벌 등이 있다. 이들 대부분은 빛에 접근하는 성질을 가지고 있어 이 성질을 이용하여 포살하는 장치로 전격살충기가 있다. 그밖에 접촉식포충기 약제 살포 등을 사용하여 바퀴벌레 쥐 등의 침입을 막을 수 있다.

작업장의 內部구조로는 바닥의 경우 타일 콘크리트 등 耐水性자재가 좋으며 물이 배수구로 쉽게 흘러들어갈 수 있도록 바닥의 경사는 보통 1m에 1~2cm 높이 하는 것이 좋다. 내벽 역시 타일 콘크리트등 耐水性자재가 좋으며 바닥과 벽이 서로 만나는 모서리는 청소

와 세척을 쉽게 할 수 있도록 반경 5cm 이상의 曲面으로 둥글게 하여야 한다. 천정은 틈이 없고 물이나 먼지가 떨어지거나 곰팡이가 번식하지 않도록 매끄럽게 설계되어야 한다. 채광과 조명에서는 자연일광을 충분히 이용할 수 있는 구조로 하는것이 경제적이다. FAO 등에서는 작업장의 조명도를 220룩스 이상으로 권장하고 있다. 작업장에서 발생하는 과도한 열, 증기, 먼지와 오염된 공기를 외부로 배출할 수 있도록 충분한 환기장치를 하여야 한다. 환기구는 방충망등의 보호시설을 하여야 한다. 화장실의 청결 및 작업장과의 거리유지등도 중요하다.

마지막으로 빼놓을 수 없는 매우 중요한 것이 종업원의 個人衛生이다. 우선 작업에 임하기 전에 손세척이 가장 우선이며 손톱을 짧게 깎으며, 매니큐어 시계 팔찌 반지등 장신구를 가급적 금한다. 복장은 반드시 규정된 위생복 위생모 위생화를 착용하며 두발(頭髮)은 항상 짧고 청결히 유지한다. 한편 전염병자 또는 손이나 몸에 상처가 있거나 설사, 피부질환, 화농성질환이 있는자는 직접 식품을 취급하거나 제조작업에 임하지 않도록 해야한다. 食品衛生管理의 근본은 개개인이 가지는 衛生觀念 바로 그것이다. 따라서 식품생산에 직접 종사하는 종사원으로서 개인의 건강은 물론 사회에 대한 책임과 전국민의 건강유지를 위해 최선을 다해야 할 것이다.

#### IV. 結言

누구나 아는바와 같이 牛乳는 各種의 영양소가 골고루 함유된 完全食品이다. 따라서 많은 미생물에 대해서도 좋은 培地가 되며 적당한 온도및 環境造成이 되면 그 속에서 신속하게 증식한다. 이와같은 특성 때문에 搾乳에서 消費者에 이르기까지 모든 단계에서 더욱 철저한 衛生管理와 취급이 필요한 것은 두말할 나위가 없다. 특히 原乳의 위생적관리를 통하여 품질을 維持, 改善하였으며 乳加工場에서의 불안전한 처리에 의해 2차적인 汚染이 발생할 경우 그 피해는 엄청나게 큰 것이다. 따라서 商業的인 측면에서 乳加工場의 環境 및 衛生管理는 더욱 더 중요하고 소비자에 대한 안전하고 신선한 乳製品의 제공은 물론 신뢰의 기틀이 형성되지 않고는 企業의 保存, 나아가 酪農業의 발전을 도모할 수 없다. 그리고 무엇보다도 중요한 것은 식품종사자들의 個人衛生이다. 食因性질병은 병들고 불결한 식품취급방법 혹은 不良한 個人衛生狀態의 작업자로 부터 由來되는 일이 많다. 아무쪼록 酪農分野에 종사하는 모든 사람들의 위생관념의 고취와 그에 상응한 적절한 조치를 취할 수 있는 실천이 필요하다 하겠다.

우유와 다른 식품과의 비교 (200ml 기준)

