



食品의 低溫流通과 衛生管理

申 光 淳

(서울保健專門學校)

食品의 低溫流通이라 함은 新鮮한 食品 특히 變質되기 쉬운 성질이 있는 食品의 需給과 價格의 安定을 기하기 위하여 그들의 生産(수확)으로부터 最終 消費段階에 이르기까지의 全流通過程을 各各 그 食品에 적합한 低溫條件下에 관리하여 腐敗變질로 인한 손실을 最大限으로 줄이자는 데 있다. 즉 低溫條件下에서는 一般的으로 反應速度가 低下된다는 科學的 事實, 다시 말하면 酸化反應이나 酵素反應 등에 따른 식품의 變질이 저온조건하에서는 떨어져며 또한 그러한 조건하에서는 微生物의 번식도 억제되어 腐敗變질의 위험성도 감소될 수 있다는 자연의 원리를 應用하여 그것을 產業적으로 具體化하기에 이것이 새로운 低溫流通機構의 流通體系를 이룩하게 된 것이다. 이미 이 分野에 있어 半世紀 가까운 역사를 가지고 있는 先進國에 있어서 이 유통체계의 확립으로 모든 食品工業의 발전중 冷凍食品의 開發만큼 많은 利益과 영향력을 食品工業 자체에 그치지 않고 相關산업과 인간의 食생활

에 공헌한 技術革新은 없었다고 평가되고 있다. 우리나라에 있어서는 비로서 최근에 저온 유통체계가 이루어져 가고 있는 초창기이지만 앞으로 빠른 시일 안에 이러한 식품의 低溫流通機構의 體系가 現實化됨으로써 食品衛生의 立場에서 뿐만아니라 經濟的 社會的 觀點에서 많은 기여를 하게 될 것이다.

1. 食品의 品質維持溫度

低溫流通食品이라 함은 반드시 冷凍食品만을 말하는 것이 아니며 어떤 의미에서는 거의 모든 食品은 그 品質維持, 특히 장기 저장에 있어서는 低溫保存만이 이상적인 저장방법이라 하여도 과언은 아닌 것이다. 그러나 다량의 식품을 대규모로 저온에 유지시킨다는 것은 기술적으로나 경제적인 측면에서 곤란할 뿐만아니라 어떤 종류의 식품은 그 온도범위를 초과하여 저온에 저장시킴으로써 科學的인 變化를 일으키는 수도 있기 때문에 각각 그 식품성분에 맞는 온도범위에 保存시켜야 하는

것이다. 따라서 각 식품군의 품질을 유지하는데 적당한 온도조건과 저장기간과의 관계를 許容溫度時間(time temperature tolerance; T. T.T.)이라고 한다. 즉 저온보존을 각각의 식품군에 따라 大別하면 ① 凍結(영하 17.8°C 이하) ② 氷冷(-2~+2°C) ③ 冷蔵(+2~+10°C)의 3溫度帶로 분류된다. 그러므로 각각의 식품군을 생산에서 소비에 이르기까지의 수송이나 저장 보관을 포함한 온도범위로 유지하도록 하는 것이 품질유지상 중요한 것이다. 만일 유통과정중 연속적인 적정온도 유지가 안되거나 어떤 단계에서 끊긴다면 식품은 오히려 급속한 품질저하를 가져올 것이다.

요컨대 저온유통기구라 함은 각각의 식품의 품질유지에 가장 적절한 低溫溫度帶(cold chain)에 묶어 두고자 하는 시도인 것이다. cold chain이란 용어에 대하여는 비교적 새로운 말로서 일반사전이나 논문 등에서 별로 사용되지 않았던 低溫流通機構를 체계화시키는데 비로서 사용되기 시작한 용어이다. 처음으로 이 용어를 사용하기 시작한 예로서는 1964年 “Food Technology, 18(9)” 잡지에서 W. H. Cook의 “Progress with and prospects for Refrigerated Foods”란 논문에서 “cold chain”을 다음과 같이 기술하고 있다.

“The cold chain is particularly important to frozen foods, which, after processing by industry, must go into warehouse, be transported to market, be stored in a display freezer before eventual transport to the consumer's food center refrigerator.”

즉 “cold chain”이란 “食品이 工場에서 製造, 加工, 調理된 후 保管倉庫에 저장되어야 하며, 다시 판매시장으로 운반되어 진열케이스에 보관되어 최종적으로 소비자의 냉장고 속으로 들어갈 때까지 냉장 또는 냉동상태의

식품으로 유지되는 것이 특히 중요한 것이다”라고 하였다. 그러나 여기에 사용된 the cold chain이란 용어는 냉동식품만을 대상으로 하고 있으나 오늘날 일반적으로 사용되는 cold chain이란 보다 광범위한 저온유통식품을 망라한다 하겠다.

2. 低溫細菌이란

저온유통식품의 미생물학에 있어서 특히 주목할 일은 저온조건하에서도 生活能力을 갖는 微生物類인 것이다. 食品의 冷凍貯藏法の 實用化가 Birds Eye에 의하여 시작된 1930년대 이전에 저온보존이 이미 상식화되고 있었던 크림, 버터 또는 食肉類의 食品群과 토양, 하천수 등의 자연계에서 0°C 부근에서도 발육되는 세균이 알려진바 있으며 이들 미생물을 총칭하여 低溫菌(psychrophile)이라 부를 것을 Schmidt Nielsen에 의하여 주장된 것이 1902년의 일인 것이다. 그리고 長期低溫保存중의 식품의 부패, 변패에 이들 저온균이 관여되고 있을 것이라는 사실이 해명되기 시작한 것도 1902년인 것이다.

그후 식품의 저온유통저장이 일반화됨으로써 점차 이 분야에 대한 연구가 활발해져 개개의 식품 분야별로 연구가 진행되었다. 즉, 우유세균, 어패류세균 또는 육류세균 연구가 각각 독자적인 발전의 경향을 보이기 시작하였다. 그러나 근래기초세균학의 분야에서도 저온세균이 문제가 됨으로써 그 菌體成分, 細胞膜의 構造와 機能, 遺傳學 또는 生態學의 研究 등 低溫細菌의 本質을 규명하는 시도가 계속되고 있다. 과거 식품세균학 분야에서 저온세균(好冷菌)으로 알려진 세균류의 대부분은 확실히 저온에서는 잘 자랄 수 있으나 그 發育至適溫度는 오히려 20~25°C 정도의 中溫에서 보다 잘 발육됨을 알수 있었다. 뿐만 아니

라 저온세균 또는 저온균이라 불리는 미생물은 콜레라균이나 포도상구균과 같이 形態分類學上으로 정하여진 특정한 미생물에 대한 명칭이 아니며 분류학적으로 대단히 넓은 범위의 미생물군을 대상으로 하고 있다. 즉 저온 발육가능 세균군이라 부를수도 있겠다.

그리고 中溫帶(20~40°)에서 발육지적온도를 갖는 미생물군을 총칭하여 中溫菌(mesophile), 高溫帶(40~60°C)에서 발육지적온도를 갖는 미생물군을 총칭하여 高溫菌 또는 好高溫菌(thermophile)이라 한다. 그러나 전술한 바와 같이 식품미생물학 영역에서 말하는 저온균이란 저온내에서 그 발육지적온도를 갖는 것만이 아니기 때문에 그 명칭이나 정의에 관하여 일시혼란을 일으킨바 있다. 따라서 저온저장식품의 품질관리와 위생관리라는 실제적인 입장에서 현재 일반적으로 인정되어 있는 것은 ① Ingraham과 Stokes 등에 의하여 주장된 것으로서 “저온세균이란 0°C에서 2주간 이내에 固體培地上에서 肉眼으로 쉽게 인정할수 있는 集落(colony)을 形成할수 있는 細菌”과 ② 美國公衆保健協會에서 提案된 것으로서 “저온세균이란 7°C 이하에서 10일 이내에 육안으로 판별할수 있는 집락을 고체배지상에서 형성하는 균”등이란 정의가 있다.

3. 低溫細菌의 分布와 種類

自然環境과 달리 식품 자체에 低溫細菌이 본래부터 존재하고 있었다고 할 수는 없으며 어떠한 經路를 통하여 自然界에서 식품에 汚染되었다고 할 수 있다. 즉 건장한 유방에서 분비된 우유 중에서는 低溫細菌이 발견될 수 없으나 축사·유방·외피·착유장치·기계기구·우유 운반통으로부터는 물론, 殺菌되지 않은 용수등 外界에 分布하는 저온세균이 기체가 생기는 대로 無菌의인 우유에 混入되어

우유처리장에 반입될 단계에는 그 汚染度가 10⁵/ml 以上에 달하는 예가 얼마든지 있다. 또한 屠殺 직후의 고기는 우선 無菌的이라 생각되나 市販肉은 물론이고 소위 지육 표면에서 低溫細菌이 발견됨은 屠畜場에서의 解體作業과 流通過程 中에서 混入되기 때문이다. 저온세균은 食品의 種類에 따라서 그 分布가 다른 것이 특징이다.

우유 및 乳製品에서는 *Pseudomonas* *Achromobacter* 또는 *Alcaligenes*에 속하는 것이 압도적으로 많으며 이들은 Gram음성의 무아포균이다. 이들 세균류의 작용으로 장기간 冷蔵保存한 우유에서 때때로 냄새나 맛의 變化가 생기거나 粘質化가 일어난다. 이것은 저온세균류에 의하여 乳脂肪 乳蛋白質이 부분적으로 분해되거나 균 자신의 代謝生産物의 영향에 의한 것이다. 이와같은 變化를 일으킬 경우 우유 중의 低溫細菌의 數는 물론 균의 종류에 따라서도 다르지만 무려 10⁶/ml 이상에 이른다. 버터의 짭의 變化나 치즈의 粘質化도 저온세균의 작용으로 인한 것이다. 冷蔵중의 식육 및 육제품이나 수산물 연제품에서 볼 수 있는 Slime도 또한 저온세균이 관여되고 있다. 이들 세균도 우유나 乳製品의 경우와 같이 *Pseudomonas* *Achromobaeter*에 속하는 것이 압도적으로 많다. 이와같이 低溫細菌이 食品의 品質變化를 일으키는 작용이 강한 것은 이들 세균이 脂肪分解酵素인 lipase나 단백질분해酵素인 Protease등을 그 菌體 밖으로 產生시킬 能力이 있기 때문이다. 그러나 본래의 酵素活性 自體는 pH 7전후의 中性 부근에서 溫度 35~40°C가 至適條件으로 作用한다. 대부분의 저온세균은 低溫帶에서도 그 發育能力을 갖는다고 하지만 그 原來의 발육지적온도는 역시 中溫帶에 있다는 사실과 상기의 菌體外酵素의 성질을 고려할 경우 低溫食

品の流通過程中の 온도변화 즉 低溫維持를 중단하는 일이 없도록 하는 것이 그 품질 유지에 얼마나 중요한가를 알 수 있다. 다시 말하면 自然界에서 혼입된 저온세균은 식품의 低溫貯藏 중에 서서히 增殖을 계속하다가 저온조건이 중지되면 급격히 증식되며 또다시 低溫條件에 놓일 경우 그 균체 외에 食品成分을 分解하는 酵素群이 산생되며 다시 온도가 상승되면 균체의 증식도 되겠지만 酵素作用도 활발히 이루어져 식품의 품질은 급속히 악화될 수 있는 것이다.

4. 食中毒菌과 低溫流通機構

각종 식중독균인 병원대장균, 장염비브리오, 살모넬라 및 포도상구균 등에 대하여 외국에서 실시한 低溫發育實驗 結果의 일부를 소개하기로 한다. 이들 食中毒菌은 5°C 이하에서는 그 發育이 현저히 저하되며 특히 병원대장균과 장염비브리오에서 生菌數의 감소가 현저히 일어났다. 그러나 10°C 유지 조건 하에서 2주간에 걸쳐 경시적으로 생균수를 측정한 결과 포도상구균과 살모넬라균은 2일째부터 그 增殖이 시작되었다. 한편 영하 20°C에 2~5개월간 凍結貯藏하여 경시적으로 살아 있는 균수를 추적한 실험결과에 의하면 가장 凍結抵抗力이 강한 것은 포도상구균이며 그 다음이 살모넬라균, 병원대장균이며 장염비브리오는 가장 약하였다. 이와같이 약한 장염비브리오에 있어서도 중성조건에서 고침투압(2,000mosm) 환경에서 영하 20°C에 2개월간 保存하였더니 약 1/10로 生菌數가 감소되는데 지나지 않았다. 살모넬라균에서는 6개월 후에야 생균수가 최초의 1/10로 감소되었다. 중요한 것은 어떠한 食中毒菌에 있어서도 急速凍結(-80°C/분)로 처리할 때의 生存率이 緩速凍結(-2°C/분) 처리의 경우보다도 훨씬 높다는 사실이다. 즉 食品化學的으로 발전된 凍結方法으로서 急速

凍結技術이 개발되면 될수록 그 조건은 食中毒菌의 生存에도 보다 좋은 여건을 마련하게 된다. [형기정 식중독균인 Botulinus e형균과 Welchii균에 관하여 외국에서 실험한 예를 들어보면 Botulinus E형균은 低溫發育 生存성이 높아져 3.3°C에서도 발육되며 2.2°C에서도 毒素產生이 인정되었다는 보고가 있다. 그리고 Welchii균은 저온에는 比較的 약하여 凍結 24시간에서 99% 冷蔵(4°C)에서도 90%가 감소된다는 報告가 있다.

5. 低溫流通機構의 衛生

식품의 低溫 및 冷凍處理技術의 발달과 관련식품의 消費 擴大의 급속한 신장으로 저온 유통기구의 정비가 앞으로 중요한 과제로 되어 있다. 단순한 品質維持에 그치지 않고 衛生的 견지에서라도 전 流通過程을 통한 적절한 低溫度管理가 요구되는 것이다. 따라서 저온유통기구가 理想的인 方向으로 되면 될수록 이에 소요되는 設備나 經費 즉 不可食部分의 제거 冷却效果를 올리기 위한 예비냉각처리, 冷却裝置, 低溫倉庫, 低溫輸送設備 등으로 당연히 대량 集荷, 대량 處理, 대량 유통의 方向으로 되어야 할 것이다. 이러한 사실은 이미 선진 제국에서 지적되어 있는 바와 같이 만일에 식중독 등의 사고가 일어날 경우 종래의 常溫流通食品의 경우에 비하여 훨씬 넓고 큰 범위의 지역에 미치게 될 것이다. 따라서 低溫流通의 출발점으로부터 鮮度가 양호한 원재료를 보다 위생적인 환경에서 처리하는 것이 低溫流通食品의 細菌學的 品質 確保를 위하여 중요하다 하겠다. 또한 食品化學的으로 뛰어난 低溫處理 管理方法, 특히 凍結處理의 경우에는 동시에 저온 미생물에 있어서도 생존에 용이한 환경을 提供할 수 있게 하는 것이다. 따라서 저온 유통 과정 중의 여러 단계에 있어서 식중독 원인균의 混入이 생기지 않도록 충분히 주의하여 관리되지 않으면 안된다.