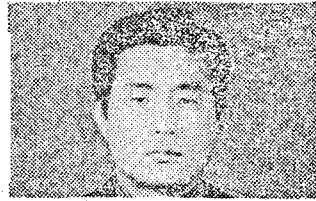


# 加工食品중의 偶發性 毒性要因



尹 光 老

(中央大 食品加工科)

우리가 매일攝取하는 食品 中에는 여러 형태의 毒性物質 또는 毒性을 招來할 수 있는 要因物質이 分布되어 있음은 周知의 事實이다. 이들 食品 中의 毒性因子들을 크게 나누어 다음과 같이 두가지 觀點에서 다루어 질 수 있다. 첫째 加工의 原料가 되는 天然物에 원래부터 含有되어 있는 物質들, 즉 食品의 정상적인 構成分으로 알려진 것들과, 둘째 偶發的으로 生成되는 物質들 다시 말하면 加工原料의 栽培, 飼育, 加工, 貯藏, 包裝, 輸送 中에 混入 또는 發生되거나 부주의한 처리에 의하여 汚染되는 物質들로 區分할 수 있다.

人間이 食生活를 한다는 가장 큰 목적은 人間의 生命現象을 維持 하려는데 있다고 볼 때 食品 中에 毒性物質이 存在한다는 事實은 食生活의 根本目的에서 크게 벗어 나는 것이다. 그러므로 食品의 毒性物質에 대하여 이들의 性質과 存在與否 및 發生要因 등에 관하여 올바른 認識을 가지므로써 가능한 범위에서 毒性物質의 除去 혹은 防止策이 摸索되어져야 하는 것이다.

物質文明의 급속한 발전과 더불어 工業施設의 확대, 農藥의 광범위한 사용, 加工食品의 多樣化, 각종添加物의 過用등은 偶發的인 毒性物質들의 發現을 廣域化 하였고, 食品의 毒性問題에 대한 새로운 「페턴」을 提示하게 되었다.

따라서 偶發的으로 發生되는 모든 毒性要因에 대한 부단한 주의가 필요한 것이다. 이러한 문제들을

考慮하여 현재 알려진 食品 中의 偶發性 毒性要因들에 대하여 간단히 記述하고자 한다.

## 加工原料의 問題點

### 가) 生育條件과 環境問題

偶發的으로 混入 되거나 發生되는 毒性物質에 관한 問題點은 食品의 材料가 되는 動·植物 自體에서부터 檢討되어야 할 것이다. 특히 動·植物의 生育條件에 따라 發生되는 特定物質의 汚染, 이들의 濃縮現象 등이 크게 문제가 된다.

植物體의 경우 栽培環境에 따라 微量原素들의 濃縮現象은 쉽게 볼 수 있는데 이러한 微量原素 中에는 그 毒性이 널리 알려진 비소, 납, 셀레늄, 카르미움, 수은 등이 포함 된다.

이들중 납의 경우를 보면 대부분의 食品 中에 0.5p.p.m이하의 量이 含有되어 있는 것으로 밝혀지고 있는데 문제는 이들이 植物組織 내에서 蓄積되고 있다는 사실이다. 납의 蓄積程度는 植物의 地理的 分布에 따른 차이가 많다. 高速道路 주변이나 工場 부근에서 栽培되는 作物 中의 납의 含量은 다른지역에 비하여 상당히 높다는 調查結果가 알려져 있다. 이 實驗結果는 車輛들의 排氣게스나 工場煤煙 中에 포함되어 있는 납들이 주변에서 자라는 植物로 침투되어 그 조직내에 蓄積될 수 있다는 사실을 입증 하

는 것이다.

有機水銀의 경우도 남의 경우와 비슷한 경로로 動植物의 조직으로 침투 된다. 日本에서 큰 물의를 빚었던 「미나마타」 병이 工場廢水에 汚染된 農作物이나 魚貝類를 섭취하므로써 發生되었다는 사실이 밝혀진바 있는 것이다.

셀레늄의 경우는 土壤중에 셀레늄이 많이 分布된 지역에서 자란 植物에서 문제가 된다. 이 지역에서 자란 植物 중에는 셀레노아미노 산인 selenomethionine, methylselenocysteine, selenocystathione, selenocystine 등과 같이 分子構造 내에 셀레늄을 포함하고 있는 成分들이 검출 되고 있다. 이와같은 셀레늄을 함유한 成分들은 체내에서 慢性的이며 셀레늄中毒과 본질적으로 같은 毒性을 나타낸다고 한다. 土壤중에 셀레늄의 分布도가 높은 지역에서 자란 植物을 섭취할 경우 中毒量에 쉽게 도달할 수 있다고 알려져 있다. 放射能에 의한 汚染問題도 환경과 큰 관계가 있으며 毒性物質과 같이 취급 되어야 할 것이다. 현대의 食品은 극단적으로 말하면 어느 정도는 放射能에 汚染되어 있다고 볼 수 있다. Laug와 Dimitroff의 조사에 의하면 美國의 9개 도시에서 각각 취한 각종 食品 중의  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ 의 함량이 1963년을 통하여 점차적으로 增加 되었다고 한다. 이는 放射能에 의한 大氣의 汚染도가 높아짐에 따라서 植物이나 動物의 조직내에 放射線 同位原素의 蓄積도 높아 진다는 사실을 입증하는 것이다.

어떤 종류의 조개 중에는 이를 사람들이 섭취하였을 때 神經麻痺, 呼吸麻痺 등의 急性中毒症을 유발하는 것들이 있다는 사실이 오래전 부터 알려져 있다. 이 中毒現象의 원인이 되는 물질은 熱에 강하여 가열조리에 의하여도 쉽게 파괴 되지 않으며 이의 解毒方法도 아직 발견되지 못한 상태이기 때문에 致命的인 猛毒物質로 취급되고 있다. 이 毒性物質은 조개들의 체내에서 형성되는 것이 아니라 바닷속에 부유하는 鞭毛藻類의 일종인 *Gonyaulax catenella*에 형성된 毒素가 그대로 조개들의 체내에 옮겨지는 것으로 밝혀져 있다.

이상과 같은 몇가지 경우에서 보는바와 같이 植物

이나 動物들의 生育環境에 따라 모르는 사이에 毒性物質이 汚染 또는 蓄積될 수 있으며 이들이 人爲的으로 형성된 環境이라기 보다는 自然發生的에 가깝다는 사실에 비추어 볼 때 環境汚染 문제와 더불어 충분한 주의가 필요한 것이다.

#### 나) 殘留農藥

오늘날의 農業은 農藥과 분리하여 생각할 수 없을 정도로 다양각색의 農藥을 사용하고 있으며 農藥 처리가 된 植物은 적은 量일지라도 이들에 의하여 汚染된 상태에서 섭취된다고 볼 수 있다. 農藥들은 대부분 인체에 대하여 毒性이 크고 外的條件에 따라 쉽게 분해되지 않으며 인체내에서 蓄積能力이 있다고 알려져 있다. 특히 대부분의 農藥들은 有機化合物의 형태로 된 것이 많으므로 無機化合物 보다는 人體組織에 더 용이하게 吸收, 蓄積되는 반면 그 分解速度나 排泄速度는 매우 느리다. 따라서 체내에서 그 毒性이 쉽게 제거될 수 없는 것이다.

현재 세계각국은 殘留農藥의 毒性問題를 우려하여 신선한 食品에 汚染된 殘留農藥의 最大許容量을 정하고 있는 실정이다.

오늘날 가장 널리 사용되는 農藥들은 有機水銀劑, 砒素劑, 有機磷劑, 有機鹽素劑들의 殺虫劑들을 들 수 있다. 이들중 DDT, DDD, DDE 등 有機鹽素劑에 대한 Baldwin 등의 실험결과에 따르면 사과와 감의 경우 有機鹽素劑들이 3.58p.p.m. 정도 殘留하며 洗滌에 의하여 이의 15% 정도 많이 제거되고 껍질을 제거한 果肉에는 1.78p.p.m. 즉 殘留總量의 50% 정도는 그대로 남으며 이 果肉을 물속에서 끓이거나 굽는 경우에도 殘留된 農藥이 제거 되지 않는다고 한다.

한편 飼料속에 DDT, 린덴 등이 殘留될 경우 이 飼料를 먹고 자란 닭의 고기에서도 이들 農藥이 검출되며 이 고기를 굽거나 튀기는 경우에도 여전히 검출되었다는 實驗結果도 있다.

결국, 일단 汚染된 有機鹽素劑들은 제거하기가 쉽지 않은 일이며 사람이 農藥에 汚染된 植物을 섭취하는 한 體內吸收을 排除할 가능성은 희박하다고 보아야 할 것이다.

食品加工, 貯藏 시에 흔히 사용되는 燻蒸殺菌劑들  
로 그 殘留毒이 문제가 된다. ethylene oxide의 경  
우는 食品 중의 thiamine, niacin, riboflavin,  
pyridoxin, folic acid 등을 거의 완전히 파괴 시킬  
수 있고 histidine, methionine 등에도 영향을 준다  
고 알려져 있다. 또한 ethylene oxide나 propylene  
oxide를 燻蒸消毒劑로 사용할 경우 이들은 食品 중  
의 水分 및 天然의 食品에 존재하는 無機鹽素化  
物과 결합하여 毒性物質인 chlorohydrin을 형성할 수  
있다.

#### 다) 微生物의 代謝產物에 의한 毒性

1960年代 초반부터 현재 이르기 까지 食品에 汚染  
된 微生物들의 代謝產物에 의하여 나타나는 毒性 및  
이의 要因物質에 대한 많은 研究들이 進行되어 왔다  
各種의 微生物 중 곰팡이 類의 代謝物에 의한 毒性  
因子들이 가장 널리 알려져 왔고 특히 貯藏중인 穀  
類에서 발견되는 강력한 毒性物質이 곰팡이 類의 代  
謝物에 의하여 형성 된다는 사실이 밝혀지고 있다.  
穀類가 아직도 人類의 主食品이며 이들이 매일 다량  
섭취되는 사실에 비추어 볼 때 微生物의 毒性代謝物  
에 의한 汚染問題는 심각하게 다루어져야 할 것이다.

실제로 肝臟毒으로 알려져 있고 강력한 發癌物質  
로 밝혀진 aflatoxin 類들을 分泌하는 *Aspergillus*  
*flavus*를 비롯한 각종 곰팡이들이 알려져 있으며 黃  
變米의 要因곰팡이인 *Penicillium citrinum*에 의한  
citrinin의 生成, *Penicillium islandicum*에 의한  
islanditoxin, luteoskyrin의 生成 및 이들의 化學構  
造들이 밝혀져 있다. islanditoxin은 강력한 毒素로  
서 黃變米病을 일으키고 luteoskyrin은 惡性腫瘍을  
일으키는 물질들로 밝혀졌다. 이들 외에도 현재 알  
려진 mycotoxin들은 많으나 생략하기로 한다.

#### 食品添加物에 의한 毒性問題

오늘날 食品工業 분야에서는 각종의 添加物을 여  
러 목적으로 응용하고 있으며 食品의 加工, 貯藏問  
題의 合理的인 運營을 위하여는 이들 添加物의 이용

이 불가피 하다고 볼 수 있다.

加工食品이 多樣化되고 食品工業의 發達은 結果的  
으로 사람들이 매일 상당량의 食品添加物을 취하게  
만들었다. 食品添加物들은 그것이 天然物이던 合成  
物이던 간에 食品 자체가 가지는 本然의 물질은 아  
니며 自然食品을 섭취하여 왔던 人間들의 立場에서  
보면 添加物들은 異物質의 일종임에는 틀림없다. 따  
라서 정도의 차는 있으나 人體는 이들 添加物에 대  
하여 어떤 拒否反應을 나타낼 가능성은 크며 이 가  
능성은 毒性問題로 현실화 될 경우가 많을 것으로  
볼 수 있다.

새로운 어떤 물질을 添加物로 導入할 때는 물론이  
지만 이미 사용하고 있는 許容된 添加物에 대하여도  
慢性的인 累積效果등을 면밀히 검토할 필요가 있는  
것이다.

西洋에서 음료수의 香辛料로 널리 사용된 석이 잎  
있던 sassafras oil이나 star anise oil, camphor  
oil의 成分인 safrole이 肝癌을 일으킨다는 사실이  
Hamburger에 의하여 밝혀진 이후 香辛料로의 사용  
이 禁止되고 있다. 또한 1950년에 발생한 人工色素  
오렌지 제 1호의 過用에 의한 어린이들의 集團中毒  
사건을 계기로 타르色素들에 대하여 전반적인 檢討  
가 있었고 그 결과 食用色素 제 3호 및 제 4호가 發  
癌性物質인  $\beta$ -naphthylamine을 形成한다는 事實이  
밝혀진 바 있다.

이러한 몇가지 結果들은 그 이용이 許容되고 있는  
添加物 중에서도 毒性問題를 提起할 要因을 가질 수  
있는 것들이 있다는 사실을 立證하는 것이다.

모든 添加物을 毒性物質로 간주할 수는 없는 일이  
지만 면밀한 實驗方法을 정립하여 완전한 調査가 이  
루어진 다음에 取捨選擇하는 것이 바람직하다. 物質  
自體는 毒性이 있다 하더라도 量이 문제안 될 정도  
의 적은 量일 때는 무조건 毒性物質로 취급할 수는  
없는 것이며 현재에 毒性은 없는 것으로 알려진 添  
加物이라도 二次的인 毒性要因이 될 가능성은 항상 考  
慮되어야 하리라 본다. 體內에서 添加物들이 서서히  
蓄積되면서 慢性的으로 나타나는 毒性은 결국 長期  
間的 實驗調査 過程을 필요로 하는 것이다.

## 加工過程에서 發生되는 毒性要因들

### 가) 抽出溶媒

種子 類에서 油脂를 抽出하는 경우 사용되는 有機溶媒 자체의 毒性이나 二次인 어떤 물질에 의한 毒性이 문제되는 경우가 있다.

대부분의 有機溶媒들은 人體에 대하여 有害한 경우가 많다. 사염화탄소 나 클로로포름이 肝炎을 誘發시킬 수 있다는 사실은 오래 전부터 잘 알려져 왔고 아세톤을 有害性도 널리 認識되어 오고 있다. 價格이 비교적 低廉한 石油化學系列의 有機溶媒들의 毒性問題는 社會問題로 까지 번지고 있는 실정이다.

대부분의 有機溶媒들은 蒸溜에 의하여 제거될 수 있는 특성을 가지고 있다. 그러나 抽出液 및 그의 殘渣의 種類에 따라 蒸溜되는 정도의 차가 심하고 殘留되는 溶媒를 加熱에 의하여 제거한다면 일부 營養素를 파괴시킬 가능성이 있기 때문에 증류방법 만으로 殘留溶媒를 제거하는 方法은 완전한 것이 못 된다. 美國의 경우를 보면 食品添加物規定에서 methylene chloride, ethylene dichloride, trichloroethylene 및 acetone 등의 有機溶媒에 대하여 30p.p.m 이하의 量은 許容하고 있는 실정이다.

有機溶媒로 種子에서 油脂를 抽出할 때 찌꺼기로 남은 蛋白質들과 殘留하는 有機溶媒 사이에 어떤 化學結合이 가능한 경우가 있다. 이는 결과적으로 어떤 중요한 아미노 산의 파괴 내지는 毒性物質의 生成을 초래할 가능성을 시사하는 것이다.

이러한 예는 trichlorethylene을 溶媒로 하여 잔존조된 콩을 抽出하는 과정에서 알려지기 시작 하였다. 이 溶媒로 油脂를 제거한 大豆粕을 소에게 먹었을 때 aplastic anemia가 왔다는 보고가 있었는데 이 貧血症의 要因物質이 콩중의 蛋白質과 trichloroethylene이 결합하여 생성되는 有機化合物의 일종이라는 사실이 밝혀졌다. 이러한 實驗結果들이 밝혀진 이후 家畜의 飼料로 널리 이용되던 TCEESOM (trichloroethylene-extracted soybean oil meal)은

더 이상 飼料로 이용되지 못 하였고 trichloroethylene도 食用油의 抽出溶媒로는 적당치 않다고 알려지게 된 것이다.

### 나) 加熱酸化된 油脂의 毒性

加工過程에서 油脂를 加熱하는 경우가 많은데 이때 생성되는 일부 酸化物이나 過酸化物들은 人體에 대하여 毒性을 가진다고 알려져 있다. 加熱酸化된 油脂를 實驗動物이 섭취하면 消化器管刺戟, 內腸器肥大化를 거쳐 致死케 되는 中毒現象을 나타낸다고 한다.

Kaunitz 등에 의하면 100°C에서 210시간 自動酸化시킨 돼지기름과 綿實油를 쥐에게 투여했을 때 成長抑制, 설사를 거쳐 죽음에 이르렀다고 한다.

Perkins와 Kummerow는 200°C에서 48시간 加熱酸化된 옥수수 기름을 쥐에 투여 하였을 때 쥐의 成長이 抑制되었으며 2주일 후에 죽었다고 보고 한 적이 있다.

油脂를 加熱酸化하는 過程에서 형성되는 過酸化物들의 分解生成物인 카바닐 화합물들도 實驗動物에 대하여 뚜렷한 毒性을 나타냈다는 實驗結果도 알려져 있다.

반면에 실제로 이용되는 튀김용 油脂는 加熱條件이나 加熱程度가 경미하기 때문에 큰 문제가 없었다는 實驗結果도 있다.

이상의 몇가지 實驗結果를 볼 때 油脂가 加熱酸化되는 過程에서 毒性物質을 생성시킬 수 있는 가능성은 明確하나 실제로 油脂를 加工手段으로 응용하는 정도에서는 그 毒性이 문제가 안 된다고 볼 수 있다. 그러나 현실적으로 보면 自意던 他意던 간에 튀김용 기름을 長期間 反復使用하는 경우는 흔하게 볼 수 있으며 이런 조건에서는 毒性을 가지는 分解產物들이 형성될 것은 自명한 것이다.

### 다) 褐變反應에 의한 毒性物質

食品의 褐變反應에 의하여 생성되는 물질들의 藥理的인 特性에 대하여는 많이 알려져 있지 않다. 다만 二級아민과 핵소스와의 反應生成物 중에 소량

에서도 큰 毒性을 지닌 일부 物質들이 알려 있다.

Ambrose들은 5종의 reductone, 즉 dimethylamino-hexose-reductone과 이의 無水物, piperidno-hexose-reductone과 이의 無水物, morpholino-hexose-reductone에 대하여 이들이 가지는 毒性에 대한 실험을 진행하였는데 모두 유사한 독성이 있음을 밝혔다.

그러나 현단계에서 食品의 褐變反應生成物들이 직접적으로 人體에 毒性을 나타낸다고 確言하기는 어렵다. 다만 褐變反應에 의한 生成物을 着色劑나 香味劑로 무절제하게 사용 한다는 점에서 일단은 그 毒性問題도 檢討할 의의가 있다고 보는 것이다.

### 라) 發癌物質

食品을 加工하는 과정에서 生成되는 發癌物質은 각종의 有機, 無機化合物, 바이러스, 放射線, 多環芳香族 炭化水素를 들 수 있는데 이들 중 放射線과 多環芳香族 炭化水素에 의한 發癌物質의 汚染이 일부 加工食品에서 혼한 경우이다.

放射線을 照射하여 食品의 貯藏性を 높혀 주는 경우 이를 자체에 의한 癌誘發 問題는 源泉的인 문제로 보는 것이며 부수적으로 放射線은 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, E 와 K를 파괴시킬 수 있다는 사실에도 문제성이 있다.

多環芳香族炭化水素 중에서 특히 강력한 發癌物質로 널리 알려져 있는 benzo pyrene들이 燻製된 魚類나 햄, 소오세지, 숯으로 구운 고기 중에서 다량 발견 되고 있다는데 문제가 있다.

따라서 燻煙에 의하여 加工되는 食品의 경우 항상 연기중에 함유되어 있는 benzopyrene 및 多環芳香族 계열의 炭化水素의 제거를 열두에 두어야 하리라 본다.

### 바) 重金屬

加工食品의 경우 加工, 包裝, 단계에서 有害한 重金屬 또는 이들의 鹽이 混入될 가능성이 많다. 重金屬鹽들은 體內에서 正常的인 代謝過程을 阻害하므로 이들이 體內에 蓄積된다는 것은 바람직 한 일이 못

된다.

加工過程에서 重金屬이 混入되는 경우는 대부분 加工機械 나 包裝容器에서 오는 것이다.

납의 경우는 水道管으로 鉛管을 사용할 경우 형성된 수산화납이 수도물에 溶出 되므로 汚染된다고 알려져 있으나 오래된 鉛管의 경우 炭酸鉛이나 黃酸鉛 등의 얇은 膜이 형성되어 납의 용출이 억제된다고 한다.

카드뮴은 腎臟障害, 칼슘代謝抑制등의 毒性을 나타내는데, 機械나 包裝容器에서 용출되는 경우가 대부분이다.

이들 외에도 低毒性의 아연, 錫등이 加工機械나 湯조립통에서 混入될 가능성은 항상 존재 한다고 알려져 있다.

따라서 加工시 선택되는 機械類나 包裝方法, 加工되는 食品의 性格등을 考慮한 적절한 대응책은 반드시 필요한 것이다.

### 맺음 말

食品이 天然狀態에서 부터 加工되기까지의 全過程을 통하여 볼 때 毒性因子들이 나타날 可能性은 尙存하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 현재 安全하다고 알려진 물질 및 環境要素들도 부분적으로는 害로운 側面을 가지는 경우가 있는 반면에, 毒性이 실제로 인정되고 있는 경우도 그것을 어떻게 취급하느냐에 따라 그 毒性 自體가 큰 문제가 되지 않는 경우도 얼마든지 있는 것이다. 加工食品에서 偶發的인 毒性因子에 대하여 관심을 더 가져야 하는 이유는 天然的인 毒性物質들 보다는 偶發的으로 나타나는 毒性要因에 대하여 본의 아니게 소홀하게 다루어 갈 수 있다는 데 있다.

結論의으로, 偶發的으로 發生될 모든 毒性要因에 대한 可能性을 正確히 파악하고 그들의 發生要因, 程度, 特性 등에 대하여 끝임없는 주의를 집중할 때 비록 모르는 사이에 發生되는 毒性因子라 할지라도 이에 충분히 대처할 방법은 많은 것이다.