



여의기

식품중 농약잔류

# 공정한 위해성·유익성 분석 필요

기술부

**식** 품생산에서 농약사용의 유익성에 대한 일반대중의 인식은 상당히 낮은 편이다. 이같은 일반대중의 인식은 생산된 식품의 대부분에는 농약이 잔류되어 있지 않거나 잔류되었다해도 그 양이 백만 분의 1 이하라는 사실을 감안하면 매우 놀라운 것이다.

미국에서 식품의 농약에 의한 오염정도를 다른 화학물질과 비교하여 분석한 결과는 다음표와 같다.

일반국민은 많은 천연식품에 화학적 첨가물과 같은 화학성분이 있다는 사실을 잘 알지 못하고 있다. 그러나 화학적 첨가물과 달리 천연식품의 구성성분은 정확한 독성평가를 거의 받지 못한다는데 문제

의 심각성이 있다. 식물은 가뭄이나 질병과 같은 스트레스나 외부공격을 받으면 스스로를 방어하는 천연적인 농약을 만들어 내는 것으로 알려져 있다. 더욱이 쥐류(rodent)를 이용한 생물검정에서 천연적인 농약의 반 이상이 확실한 발암성을 보였는데 이와 같은 천연적인 농약이 안전성 평가를 받지 않은 채 식품에 존재한다면 우리는 양적으로는 적지만 합성농약보다 더 자주, 높은 농도로 섭취할 수 있다.

식품생산에 사용하는 모든 합성물질은 등록할 때 엄격한 규제를 받는다. 또 독립적인 국내외의 과학적 심사기관에서 건강 및 환경에 대한 안전성 자료를 세밀히 검토하여 통과되기 전에는 어떠한 제품도 사용이 허가되지 않는다. 그럼에도 불구하고 일반국민은 합성물질의 안전성에 대해 전연 확신을 갖지 못하고 있다.

여기에서는 식품중의 모든 화학물질 즉 그것이 천연 발생적이든 농약과 같이 첨가된 것이든 간에 모두가 위해성과 유익성을 갖고 있다는 점과 현 규제

평균섭취량(g/1인/1일)

성분	g
천연식품 구성물(염분, 설탕 등 포함)	1,150
직접식품첨가물(향산화제, 색소 등)	1
향신료	1
간접식품첨가물(용매, 포장 및 코팅제 등)	<10 <sup>-2</sup>
농약	<10 <sup>-6</sup>

과정이 농약의 공정한 위해성 유익성을 분석하는데 부족했다는 점을 밝히고 소비자들이 어떻게 하면 식품내 합성농약의 위해성 유익성에 대해 보다 합리적인 자세로 이해할 수 있는가에 대해 알아본다.

### 식품화학물질의 위해성 평가

단기적 동물연구에서는 실험동물에 아무런 영향을 미치지 않는 화학물질의 투여량과 쥐류를 대상으로 한 일생의 연구에 알맞은 투여량이 설정되었는지를 검토한다. 후자로부터는 최대무작용량(NOEL)을 결정하며 여기에 불확실한 요소(보통 100분의 1)를 적용하여 1일섭취허용량(ADI)를 결정한다.

1일섭취허용량(ADI)은 일생동안 화학물질을 먹인 동물에서 아무런 나쁜 영향을 보이지 않는 섭취량을 근거로 하며 그 과정 역시 아주 신중히 접근하여 얻은 결과이다.

장기적인 동물검정 역시 화학물질이 실험동물의 일생동안 발생시키는 종양의 발현 빈도를 기초로 통계적으로 볼 때 화학물질이 종양의 발생을 증가시키는지 여부를 결정하는데 활용된다. 대부분의 독성영향은 짧은 투여체계를 사용해도 관찰할 수 있기 때문에 그 잠재적인 건강 위해성을 밝히는데 아주 중요하다.

이 실험에서는 화학물질이 영향 관찰에 필요한 실험동물의 수를 늘리는 것이 아니라 검정의 통계적 신뢰도를 극대화하기 위해 화학물질을 고량으로 투여한다. 최고 허용량 투여 방식은 통상적으로 발암성이 아닌 다른 영향으로는 동물의 정상수명을 변경시키지 않을 뿐만 아니라 체중도 10% 이내의 감소를 일으켜서 위험성을 예측할 수 있는 투여방식이다.

그러나 지금은 화학물질이 DNA에 작용하는지 즉 유전독성이나 잠재 발암성이 있는지를 결정할

수 있는 많은 체외(in-vitro) 또는 체내(in-vivo) 시험방법이 있다.

실험동물에서 유전독이 있고 그 효과도 투여량에 비례하여 증가하는 이른바 발암효과를 보이는 화학물질의 경우 그 화학물질은 아무리 낮은 투여량에서도 사람에게 발암성이 있다고 추정한다. 이와 같은 추정 하에서는 1일섭취허용량(ADI)을 추산할 수 없을 것이며 이같은 화학물질은 식품생산에 사용하도록 허가되지 않았어야 했다. 그러나 유전독이 있는 발암물질이 환경오염물질 또는 식품내 천연물질로 존재할 경우 이 물질과의 접촉은 피할 수 없기 때문에 거의 문제가 안된다고 생각할 정도의 아주 작은 위해성 수준을 설정하기 위해 많은 방법이 적용되고 있다.

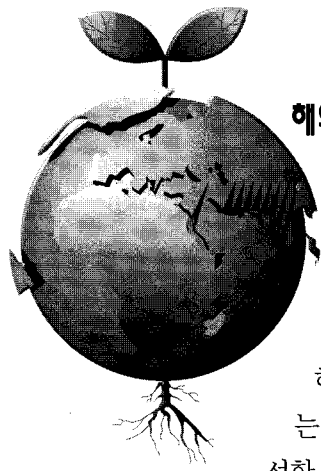
이런 적용방법중에는 저투여 노출을 수학적으로 투여반응곡선에 대입하는 것이 포함된다. 이 이론은 미국에서 한 개인이 화학물질에 노출되어 암에 걸릴 수 있는 확률이 1백만 분의 1을 초과하지 않는 허용위해수준을 설정하는데 활용되고 있다.

어떤 화학물질은 변이 유발 능력은 갖고 있지는 않으나 쥐를 이용한 생물검정에서 암의 발현 빈도가 투여량과 비례하여 증가하는 경우가 있다. 즉 유전독이 없는 발암물질인데 이 물질들은 정상적인 대사기작을 통하여 체내에서 만들어 질 수 있는 다른 발암원인에 의해 이미 진행된 세포내 암 발현과정의 후기에 영향을 주는 것으로 밝혀지고 있다.

뿐만 아니라 쥐를 이용한 생물검정에서 동일한 발암효과를 보였던 식품내 천연 화학물질을 실제적으로는 농약보다 더 많은 양으로 섭취하고 있다는 사실은 중요하게 생각하지 않고 있다.

### 식품중 천연물질에서 오는 발암위해성

암과 노화는 유전적인 독성에 의한 DNA의 손상이 주요 원인일 수도 있다. 암과 노화에는 커다란



## 해외기획

상관관계가 있다는 사실은 발암위해성을 완전히 제거하기란 불가능하다는 것을 의미한다. 우리가 달성할 수 있는 최대목표는 최소

한 가장 민감한 그룹에서만 관찰할 수 있는 DNA의 손상패턴이나 손상수준까지 발암위해성을 감소시키는 것이다. 이점이 발암위해성이 평가되는 것에 대한 반대근거이었어야 했다. 만성질환이 식품요인과 관계가 있다는 증거는 꾸준히 밝혀지고 있다. 이것은 식품이 개개의 환경화학물질에 노출되어 있다는 점을 감안하면 그리 놀라운 일이 아니다. 산화적 신진대사와 관련된 복잡한 연쇄과정이 DNA 및 세포에 손상을 일으킨다는 논리가 확대되고 있으며 이러한 손상이 자연적인 치유와 재생과정에 결국 영향을 끼친다. 이런 과정을 통하여 노인은 병을 얻게 되고 죽음을 맞이하게 된다. 식품은 독물이 전혀 없는 것 같지만 이 과정에서 중요한 역할을 하는 것이다.

### 식품중 천연물질의 암방지 효과

식품이 암발생에 중요한 역할을 하고 있으며 환경과 직업적 노출은 거의 모든 암위해성에서 무시할 수 있다는 증거가 있다. 역학조사자료 역시 과일과 채소류의 다량섭취가 암발생을 예방할 수 있다는 견해를 강하게 뒷받침하고 있다.

과실과 채소류에서 천연적으로 만들어지는 화학물질은 세포 내에서 방어기능이 있는 항산화효소의 활성을 유도하거나 조직 내에서 cytochrome P450이 함유된 대사성 산화효소를 억제하는 것으로 알려져 있다.

그러나 식품 내에서 반응성이 있는 대사물에 의해

활성화되지 않고 경쟁적으로 수용기와 결합하는 다른 기질이 있다면 이런 위험들은 감소될 것이다.

식품안전성 평가의 전반적인 오류는 모든 위해성 평가가 현재 천연물질의 위해성은 평가되지 않은 격리상태로 놓아두고 화학물질에 대한 위해성 및 유익성만을 검토하는데서 나왔다. 천연물질이든 화학물질이든 낮은 농도에서 발암에 방어효과를 보인 물질이라 하더라도 그 물질이 식품으로 많은 양이 한 동물에 투여된다면 부작용을 보일 수 있다.

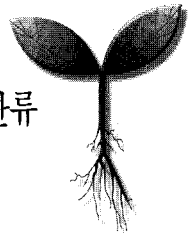
### 농약의 보호효과

과학자들과 농약등록 관리자들의 초점은 농약의 위해성을 밝혀내고 평가하는데 있기 때문에 농약사용으로 건강적 측면에는 어떤 유익성이 있는지의 여부를 평가하기 위한 조직적인 연구는 거의 없다. 그럼에도 불구하고 농약이 긍정적인 보호효과를 보였다고 하는 몇 가지 예가 있다.

Ethoxyquin은 결정적인 발암원인 aflatoxin B1  $\Delta 8, 9$  epoxide의 형성을 감소시키는 특수 활성효소인 P450 S를 자극하여 천연으로 발생하는 식품 오염물질인 aflatoxin B1에 노출된 쥐(rat)에서 前암의 병소 형성을 완전히 방지하며 또한 Ethoxyquin은 glutathione의 S-transferase의 활성을 증가시킨다는 것이 밝혀졌다.

Dithiocarbamate 역시 발암원 노출에 대한 방어기능을 갖고 있다. Disulfiram과 diethyl dithiocarbamate는 사람의 microsome내에 존재하면서 중요알코올을 aldehyde로 산화시키고 N-nitrosodimethylamine을 활성이 강한 발암물질로 전환시키는 N-demethylation과정을 촉진하는 중요한 효소인 P450 2E1을 선택적으로 억제한다.

또한 DDT와 r-HCH는 모두 식품의 잠재 발암물



질인 Aflatoxin B1으로 처리한 rat에서 암발생을 감소시키는 것으로 밝혀졌다. DDT와 DDT유사구조를 갖고 있는 물질들은 쥐에 대한 고량투여시험에서 P450 2B1을 유도하는 유전독이 없는 간암물질 hepatocarcinogens)로 밝혀졌다.

### 암의 위해성·유익성 평가의 새로운 접근방법

취류를 이용한 암의 생물검정은 건강과 관련된 유익성의 평가가 아닌 오직 개개 화학물질의 발암위해성을 평가하거나 위해성·유익성간의 균형을 평가하기 위하여 설계되었다. 이 검정법은 개개인이 직업적으로 고량투여 조건에 노출될 때 적어도 발암의 위험성까지는 노출되지 않았다고 확신케하는 반면 저량투여 조건에 노출되었을 때의 영향을 판단할 수 있도록 이상적으로 설계된 것은 아니다.

분명한 것은 화학물질을 식품에 사용함으로써 오는 위해성을 예방하기 위해 개발된 규제장치가 화학물질이 암발생을 감소시키는 효과의 측정력을 전혀 갖지 못했다는 것이다. 적어도 평가되는 독성학적 위해성이 국민건강과 어떤 관계가 있는지를 설명할 수 있는 보다 폭넓은 시도가 있어야 한다.

식품의 위해성 평가절차를 국민보건문제와 실질적인 관계를 갖게 하기 위해서 개개화학물질이 핵DNA에 치유 불가능한 큰 손상의 원인으로 작용하는지 여부와 민감한 세포증식에 영향을 주는지의 여부를 세밀히 조사하는 것이 중요할 것이다.

그러나 중요한 자료를 얻기 위해서는 관련투여량을 신중히 선택해야 한다는 사실은 현재의 정보로도 확실하다. 유전독 효과의 조장 혹은 방지에 대해 식품내 존재하는 특정화학물질의 위해성과 유익성의 효과적인 평가는 그 물질을 규제할 수 있는 보다 과학적인 접근방법을 제공하며, 식품에서 비롯되는

암의 감소에 긍정적 영향을 줄 잠재력으로 절대 필요하다. 질병의 분자유전학 및 돌연변이 발생 가능한 특수 미세유전자구조의 확인방법(microallelotyping)은 급속히 발전하고 있어, 긍정 혹은 부정적으로 이런 효과에 영향을 주는 식품 내에서의 돌연변이 효과와 요소간의 직접적인 상호관계가 이루어지도록 해야 한다.

### 결론

위해성을 평가하는 현재의 과학적 접근방법은 현 규제체제가 사소한 위해성 평가를 위해 엄청난 부담을 정부와 기업이 지게 하는 등 그 위해성을 지나치게 강조하는 경향이 있다. 또한 평가노력도 국민건강의 유익성 평가나 건강의 위해성·유익성을 조사하는 과정에 전혀 반영되지 않았다. 효과적인 위해성 관리란 무엇을 어떻게 규제할 것인가에 대한 결정도 중요하지만 질병의 원인이 되는 여러 가지 위해요인의 중요도에 따라 재원을 어떻게 분배하느냐에 대한 결정이 무엇보다 필요하다.

현재의 위해성 평가절차는 전문성 정보를 국민에게 알기 쉽게 제공하기보다는 차라리 어떻게 해서 국민의 불안을 불러 일으켰는가에 대해 검토해 보는 것이 새로운 위해성평가와 홍보전략 수립에 큰 도움이 되리라 본다. 식품생산에 화학합성농약의 사용이 문제시되는 한 지금까지의 많은 사례로 볼 때 국민의 의식을 바꾼다는 것이 얼마나 어려울 것이라는 것은 자명하다. 그러나 이와 같은 위해성 평가 문제가 개선되고 보다 많은 관련내용을 보완하지 않는다면 생물공학 같은 다른 유용한 기술의 개발도 지장을 받게 될 것이다. 아직도 왜곡된 자세를 갖고 있다면 국민건강의 실제적인 개선은 더욱 기대하기 어려울 것이다. **농약정보**