

잔류농약에 대한 식품의 안전성 평가

홍 무 기 / 국립보건원 위생부

서 론

식품의 원재료중 중요한 부분을 차지하고 있는 농산물의 안정적 공급을 위해서는 농약의 사용이 필수 불가결한 일이지만 차츰 생활수준이 향상되고 건강한 삶을 유지하려는 인간 본래의 욕구로 인하여 위해성이 없고 안전한 식품에 대한 선호도가 크게 증가하게 되었다.

농산물의 안정적 공급을 위해서는 농산물 생산에 있어서 주요한 저해요인인 병해충 및 잡초를 효과적으로 차단하고 나아가서 충분한 영양공급과 함께 영농 기술을 잘 응용하여야만 소기의 목적을 달성할 수가 있다. 생산비의 효과적인 절감과 더불어 노동생산성을 높이고 농산물의 품질향상 및 그 생산성의 극대화를 위하여 도입된 농약사용은 이제 농업경영에서 없어서는 안될 중요한 위치에 놓여있다. 농산물 생산에 있어서 농약사용은 효과적으로 병해충 및 잡초를 방지하여 노동생산성을 향상시키고 품질을 향상시키며 식량을 증산하는데 크게 기여한 까닭에 오늘날 양질의 식품을 매일같이 대할 수 있는 풍요로움은

누구도 부인할 수 없는 사실이다.

농약이 갖는 유익성과 함께 농약을 사용하여 재배한 농산물의 안전성에 대한 우려의 목소리 또한 점차 강해지고 있는 것도 현실이다. 농약이 농산물 생산에 기여한 유익성과 함께 거론되어 온 유해성 시비는 농약 자체가 대부분이 유기합성물질, 즉 인간에 내재되어 있지 않는 외부로부터 유래되는 유기화학물질로 인해 그 유해성 시비가 일어난다고 본다. 농약은 병해충 및 잡초를 효과적으로 죽이기 위해서 합성된 유기합성물질로서 이들 병해충 및 잡초만을 목표로 방제가 가능하도록 설계되어 있으나 인간이 다량 섭취했을때는 여러가지 부작용이 일어날 수 있으며 환경에 미치는 영향 또한 간과할 수가 없을 것이다. 농작물에 살포된 농약이 본래의 목적 이외에 작용되어 생태계에 나쁜 영향을 끼치므로 인간에게 돌아올 수 있는 여러가지 부정적인 현상도 나타날 수가 있다.

대부분이 인위적인 유기합성에 의해 만들어진 농약은 그 개발 과정에서부터 철저히 인간에 대한 위해성 및 안전성을 고려하게 되며 농약의 등록, 생산, 판매에 이

르기 까지 수많은 시험을 거쳐서 시장에 나오게 된다. 대상 병해충이나 잡초에 대한 약효가 우수하여야 할 뿐만 아니라 인축에 대한 급·만성 독성시험, 특히 발암성, 생식독성, 최기형성성등 일련의 시험을 거치고 그 화학물질의 유익성과 위해성을 면밀히 조사한 후 안전성이 보장되는 것에 한해서만 등록이 이루어 질 수 있다. 이 과정에서 농약이 인축에 미치는 영향등 이중, 삼중의 안전성을 확보하기 위하여 그 농약의 독성자료 등을 토대로 전혀 인간에 해가 없는 농약잔류수준을 제시하거나 섭취 허용량 등을 결정하게 된다.

아무리 우수하고 안전한 농약이라 하더라도 이의 오용, 과용, 남용등에 의해 생산된 농산물은 효용 가치를 잃고 인간에 위해성을 줄 수 있는 식품이 될 수가 있다. 농작물에 뿌려지는 농약은 병해충 또는 잡초만을 죽일 수 있는 최소한의 양이어야 하고 그 사용회수도 가능한 줄여야 할 것이다. 각 농약마다 농작물에 대한 사용량, 사용회수, 수확전 살포일수 등을 충분히 고려한 후 농약을 사용하여 생산한 농산물이면 법적으로 해당농약의 잔류허용 기준에 미달하게 되고 양질의 안전한 농산물을 생산, 공급하게 되므로 국민보건에 위해를 주지 않을 것이다.

따라서 본고에서는 농산물 증산과 양질의 농산물 생산을 위해 필연적으로 사용되는 농약의 유익성과 함께 수반되는 잔류농약의 독성 등 여러가지 식품중 잔류농약문제를 정확히 기술하여 널리 알리므로써 잔류농약에 관한 일반인의 오해를 불식하고 이로 인한 국민불안해소에 기여코자 한다.

1. 농약의 독성

농약의 독성평가에는 독성의 발현속도에 따른 구분이 많이 이용되고 있는데 이에는

급성독성과 만성독성으로 나눌 수 있다.

1) 급성독성

농약을 제조, 판매, 운반시에 또는 살포 중 흡입 및 피부접촉에서 오는 중독과 자살, 타살에 악용되는 등의 중독사고는 급성독성의 문제인데 우리나라에 등록된 대부분의 농약은 급성독성이 약한 편이므로 이로 인해 급성독성 문제를 야기하는 경우는 드물다.

급성독성의 강도와 만성독성의 강도는 직접적인 관계는 없다. 급성독성은 강해도 만성독성은 약한 것이 있으며 그 반대의 경우도 많다. 또한 잔류농약은 동물체내에서의 약물의 축적성과 관계가 있는 것으로 알려져 있으나 사실은 그렇지 않다.

오늘날 사용되고 있는 농약의 거의 대부분은 동물체내에서 쉽게 분해, 대사되어 배설되기 때문에 과거에 사용되었던 DDT와 같은 축적성은 없으나 만성독성이 나타나는 경우가 있다.

급성독성의 강도를 비교하는데 사용되는 것이 반수치사량(LD₅₀)인데 이것은 공시동물의 반수(50%)가 치사되는 약량을 체중 kg당 mg으로 산출한 것으로 단순한 실험치이기 때문에 절대적인 것은 아니다. 이는 동물의 종류나 계통성, 투여방법, 실험조건, 실험자 등에 따라 상당한 차이가 나기 때문이다.

또한 LD₅₀는 치사량일 뿐 아니라 그 이하의 약량으로도 중독은 일어날 수 있으므로 LD₅₀치 이하의 약량이라고 하여 반드시 안전하다고 평가할 수는 없다. LD₅₀치는 어디까지나 약물 상호간의 독성 정도를 비교하기 위한 수단에 불과하다.

농약이 자살, 타살에 이용되기 때문에 위험하다고 생각하는 사람이 많으나 이것은 농약이 지니는 독성과는 별개의 문제이다.

농약사용자에 대한 안전성 평가의 기초가 되는 것은 급성경구독성 시험성적 뿐만

아니라 경피독성, 피부나 안구자극성, 흡입 독성 기타의 시험성적도 이용된다. 또한 사용자의 안전성은 농약의 독성 뿐만 아니라 사용방법 즉, 사용자가 살포중 실제로 농약과 접촉하는 시간과 양에 따라서 결정된다. 예를 들면 입제를 논, 밭에 뿌리는 등 제제나 사용방법 개선에 의해서 약물과의 접촉을 최소화 할 수 있다. 또한 사용자는 포장지 표기내용을 잘 읽고 숙지하므로써 주의사항 등 필요한 정보를 얻게 되고 그에 따른 적절한 보호수단을 강구할 수 있다. 따라서 급성독성이 강한 농약이라 하여 바로 위험하다고 단정할 수는 없으며 안전 사용이 가능하다. 다만, 그러기 위해서는 사용상의 주의사항 준수 등 안전 사용수칙을 철저히 지키는 것이 전제조건이며, 또한 주의사항은 무리없이 지킬 수 있는 것이라야 한다.

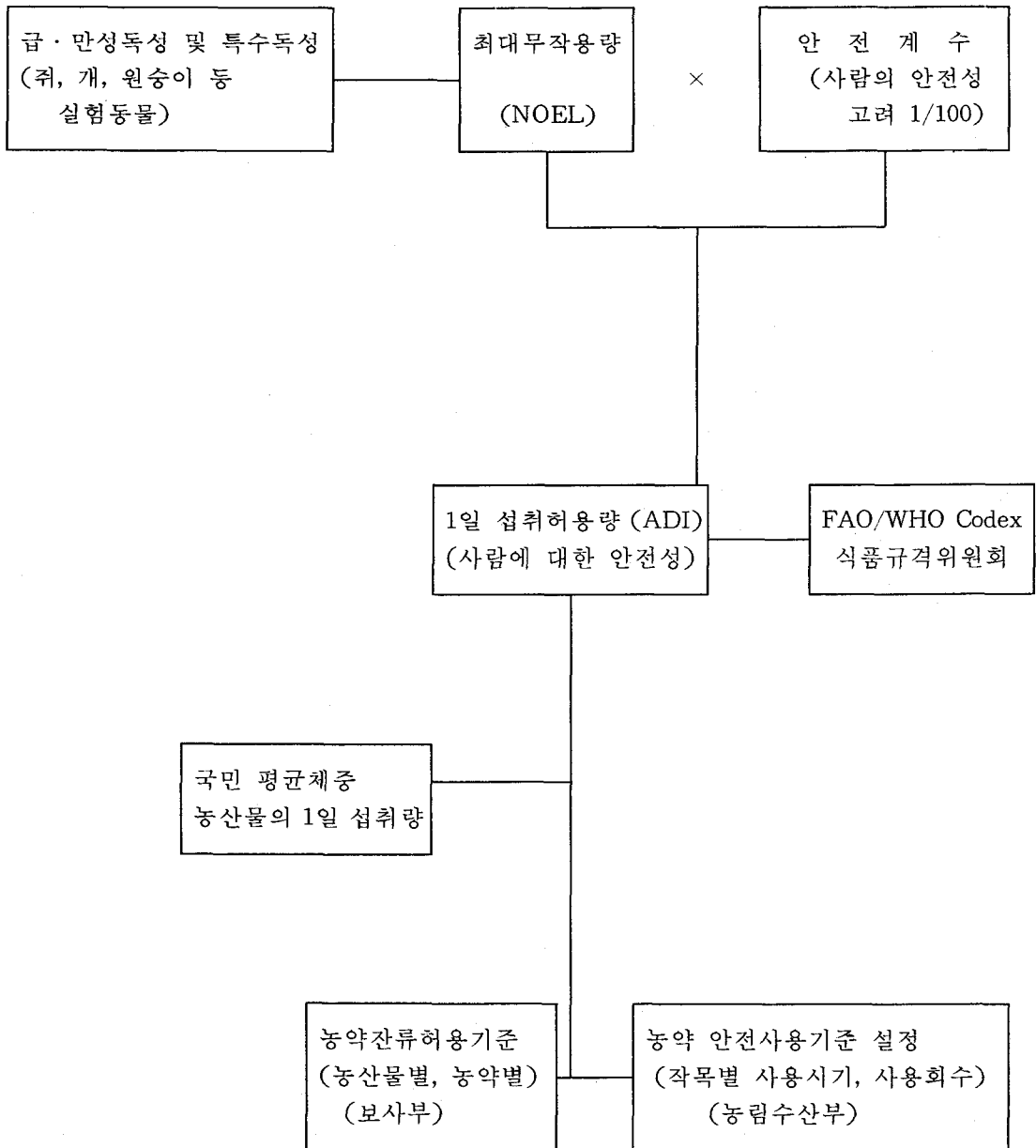
2) 만성독성

농약은 사용된 후 환경중에서 태양광선, 공기, 미생물 등에 쉽게 분해, 소실되며 동식물에 의해서도 분해, 대사 등 여러가지 요인에 의해 변화, 소실된다. 또한 농약의 변화생성물(분해, 대사산물)중에서도 잔류성이나 독성면에서 무시할 수 없는 것(toxicologically significant residues)도 있다.

농수축산물등 식품에 잔류하는 미량의 농약성분을 계속해서 섭취할 경우 나타나는 위해반응은 만성독성의 문제이다. 식품에 잔류하는 농약의 양은 많아야 수 ppm이므로 이러한 식품을 1kg 섭취하였다 해도 잔류 농약 섭취량은 수 mg에 불과하다. 따라서 급성독성이 강한 농약의 잔류량을 어느 정도 섭취하였다 하더라도 이로 인해 중독을 일으킬 염려는 거의 없다. 그러나 잔류농약은 식품과 함께 일생에 가까운 장시간에 걸쳐 섭취되므로 만성독성 문제는 매우 중요한 과제이다.

만성독성 시험은 몇군의 동물에 등비급수적으로 몇단계로 농도를 바꾸어 공시약물을 혼합한 사료와 함께 매일 투여하는데 소 동물(rat나 mouse)은 일생동안, 대 동물(개나 원숭이)의 경우는 수명의 1/10정도 장기간(보통은 1~2년 정도) 투여하면서 사육한다. 그런 다음 혈액검사, 병리조직 검사등 엄밀한 각종 검사를 실시하며 어떤 군에 어떤 중독증상이 나타나는지를 조사한다. 이와 같은 조사, 연구를 통해 일생동안 계속해서 섭취하더라도 현대 의학적으로 판단해 볼때 아무런 이상을 인지할 수 없는 농약의 양을 계산할 수 있으며 이 양을 최대무작용량(NOEL : No Observed Effect Level)이라 하고 이를 사람에 대한 안전성 평가의 지표로 삼는다. 최대무작용량은 1일체중 kg당 약량 mg(mg/kg 체중/day)으로 표시하는데, 실험동물에 대한 해당 농약의 최대무작용량을 사람에게 적용할때는 이를 안전계수(Safety factor, 보통은 100)로 나눈 값을 사람에 대한 1일 섭취허용량(ADI : Acceptable Daily Intake)으로 삼고 이를 토대로 잔류허용기준과 안전사용기준을 그림과 같이 설정, 운용하게 된다.

농약의 ADI는 FAO/WHO의 합동잔류농약 전문가회의(JMPR, Joint Meeting of Pesticide Residues)에서 심의, 검토하여 최종적으로는Codex 식품규격위원회(CAC : Codex Alimentarius Committee)에서 심의, 결정하고 각국에 활용토록 권고하고 있다. 또한 안전계수는 FAO/WHO에서는 보통 100을 적용하나 잔류성이 큰 농약이나 생물농축성이 있는 농약 및 발암성과 관련이 있는 농약은 이보다 훨씬 더 큰 1,000~3,000을 적용하는 경우도 있다.



2. 농약의 잔류성

농산물중 잔류농약을 규제하는 방법은 크게 두가지로 나누어 볼 수 있는데 그 하나는 농약 사용면에서의 규제로서 안전사용기준이 있으며 다른 하나는 식품 및 환

경보전 측면에서의 규제로서 잔류허용기준을 설정, 운용하는 방법이다. 우리나라를 비롯한 미국, 일본등 많은 나라들은 농약의 안전사용기준과 함께 잔류허용기준을 설정하여 식품의 안전성을 2차적으로 규제하고 있다.

1) 농약잔류허용기준 설정

농약의 잔류허용기준(MRLs : Maximum Residue Limits)이란 농산물(식품)중에 함유되어 있는 농약(주성분 및 생리활성 대사산물)의 양이 사람이 일평생 동안 매일 그 식품을 섭취하여도 전혀 해가 없는 수준을 범으로 정한 것을 말한다.

우리나라에서는 보건사회부에서 식품위생법에 근거하여 지난 '88.9월부터 '91.12월까지 3차에 걸쳐 38농약, 56농산물에 대한 설정, 고시하였으며 이 기준은 국내 및 수입 농산물에 대하여 적용되고 있다.

국제적인 농약잔류허용기준은 유엔이 FAO/WHO에 위탁하여 설치한 식품규격위원회(CAC : Codex Alimentarius Committee)산하 농약잔류분과 위원회(CCPR : Codex Committee on Pesticide Residues)에서 설정하고 CAC에서 이를 각국에 활용토록 권고하고 있다. FAO/WHO에서 MRLs를 설정하는 과정을 보면 아래와 같이 여러단계를 거쳐 매우 엄격하게 설정되고 있음을 알 수 있다.

농약의 잔류허용기준 설정작업은 매우 어렵고 시간이 많이 걸리는 작업이므로 설정 경험과 자료가 부족한 우리로서는 FAO/WHO의 설정과정이나 방법을 참고하고 있으며 ADI를 근거로 하여 이 기준을 초과하지 않도록 설정하고 있다.

FAO/WHO의 농약잔류허용기준 설정은 그 절차나 평가방법에 있어 거의 완벽에 가까우므로, 앞으로 우리나라에서 농약의 잔류허용기준을 설정코자 할 경우에는 FAO/WHO에서 설정한 잔류허용기준을 크게 참고하여 우리의 실정을 감안하는 선에서 결정된다면 큰 무리가 없을 것으로 생각된다.

농약의 잔류허용기준은 국가별로 설정되고 있는데 국내 농산물은 물론 수, 출입 농산물에 대하여도 적용시키고 있는 실정이다. 따라서 농산물중 농약 잔류량은 농산물국제시장에서 무역마찰의 원인이 되기도 하므로 수출용 농작물 재배시에는 수출 상대국의 허용기준 등에 관한 보다 많은 정보를 사전에 입수하여 농약을 사용하여

(FAO/WHO Codex 식품규격위원회)

단 계	조 치 사 항
1.2	○ 설정초기, 자료준비 및 정리, 시안 작성
3	○ FAO/WHO농약잔류합동위원회(JMPR : Joint Meeting on Pesticide Residues)가 추천하는 잔류허용기준을 각국 정부 및 국제기구에 통보하여 의견 논평을 받음.
4	○ 각국 정부 및 국제기구의 의견 논평을 토대로 Codex농약잔류위원회(CCPR : Codex Committee on Pesticide Residues)에서 검토.
5	○ CCPR에서 농약잔류허용기준을 설정.
6	○ 설정된 잔류허용기준을 각국 정부 및 국제기구에 통보하여 의견, 논평을 받음.
7	○ 각국 정부 및 국제기구의 의견, 논평을 토대로 CCPR에서 잔류허용기준을 재검토.
8	○ Codex식품규격위원회(CAC : Codex Alimentarius Committee)는 확정된 잔류허용기준을 Codex농약잔류허용기준으로 채택 ○ 각국 정부는 확정된 Codex농약잔류허용기준에 대하여 수락여부를 위원회에 제출, FAO/WHO의 MRLs로 확정, 발표.

야만 무난하게 통관될 수 있다.

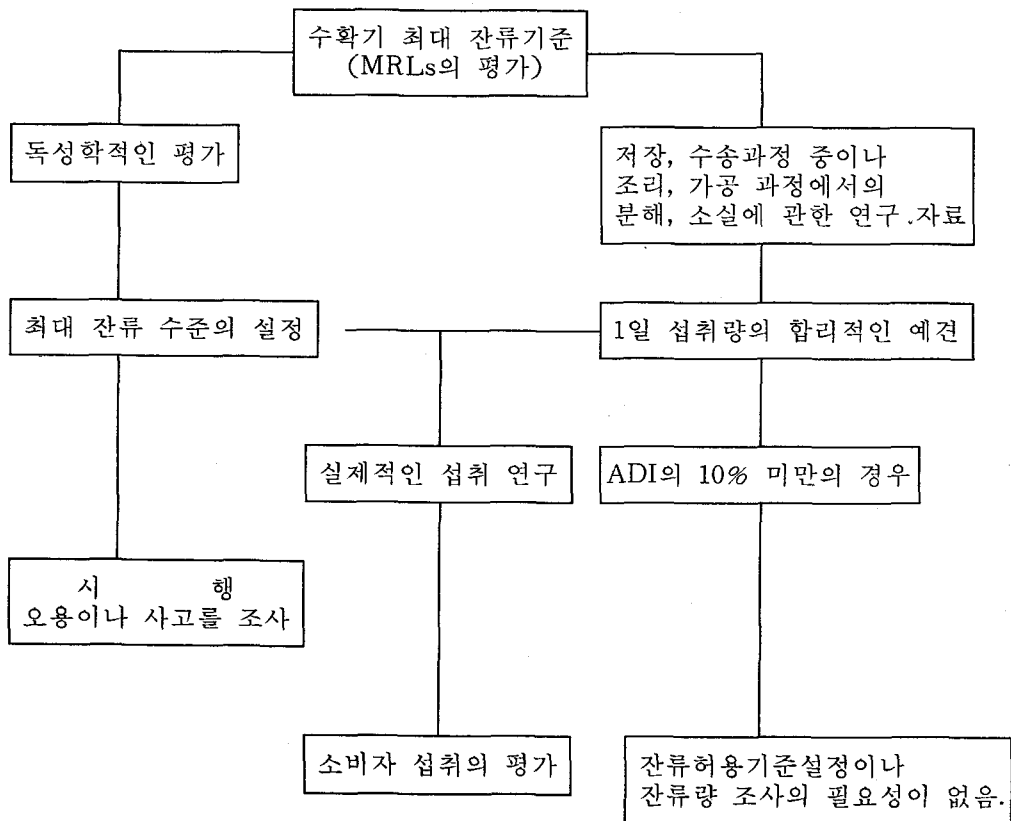
이와같이 농약잔류허용기준이 나라마다 상이한 것은 국민평균체중, 섭취식품의 종류와 양, 그리고 식품의 소비양상이 나라마다 다르며, 여기에 농업 경제적인 측면을 고려한 정책적인 사항이 고려되기도 하기 때문이다.

아래 그림은 FAO/WHO에서 각국에 권장하고 있는 잔류허용기준설정 대상농약 선정시 고려해야할 사항을 나타낸 것으로 식품의 조리, 가공등 여러 과정에서의 분해, 소실에 관한 연구자료를 토대로 1일 총 식이량이 FAO/WHO에서 정한 ADI의 10%미만인 농약은 잔류허용기준 설정이나 농약잔류량 조사의 필요성이 없으며, ADI의 10%이상인 농약은 기준치를 설정, 운

용토록 권장하고 있다.

2) 농약안전사용 기준

농약의 안전사용기준은 수확전 농산물등 식품의 농약잔류량이 잔류허용기준을 초과하지 않도록 농림수산부에서 설정하는 것으로 이는 농약등록시 검토되는 사항이다. 농약을 등록, 판매하기, 위해서는 농약안전사용 기준을 설정하게 되는데 GAP(Good Agricultural Practice)제도하에서 시험을 하여 농산물의 수확전 최종 살포일과 살포회수를 해당작물에 사용되는 모든 농약에 대해 일련의 시험을 거쳐서 설정한다. 이러한 농약의 안전사용기준에 근거하여 재배된 농산물은 농약잔류 허용기준에 초과하지 않는 안전한 식품이라고 할 수 있다.



3. 농약의 안전성 평가

1) 미국의 안전성 평가 체계

가. US/EPA의 특별 재검토(Special) 제도

US/PEA가 1970년 말에 발족한 이래 FIFRA(연방 살균, 살충, 살서제법), FDCA(연방식품, 의약품, 화장품법) 등 농약관련 법규의 대폭 개정에 따라 농약의 관리, 규제, 등록 등에 관한 제반업무는 USDA(미농무성)에서 EPA로 이관되어 1975년 이전에 등록된 모든 농약은 재등록을 위한 특별재검토(Special Review)를 받게 되었다.

특별 재검토 과정에 편성, 재검토 대상이 되는 농약은 Pre-RPAR(Rebuttable Pre-sumption Against Registration)을 통해 위해 가능성이 보다 큰 농약이 우선적이며, 이는 생산량, 발암성 등 독성과 잔류성, 생물농축성 등 8개 항목으로 결정하였다.

US/EPA 발간 Code of Federal Register 40 CFR 154.7(Criteria for Initiation of Special Review p 66, 1990)에서 규정된 특별 재검토 착수 기준을 보면

(a) 환경처장관은 확인된 시험이나 다른 유의한 증거에 근거하여 어떤 특정 농약(주성분, 불순물, 분해 및 대사산물)의 사용이 아래와 같은 조건에 해당될 때 특별 재검토를 착수하게 된다.

- (1) 사람이나 가축에게 중대한 급성 위해를 야기할 우려가 있을때.
- (2) 사람에게 종양유발성, 유전성, 최기형성, 태아독성, 또는 생식독성의 영향 또는 만성 혹은 지발성 독성 영향을 야기할 우려가 있을 때
- (3) 비교적 생물에 대해 급성 또는 만성 독성이 발생할 농도 이상의 수

준 또는 그와 같은 생물체의 번식에 주요한 악영향을 끼칠 수 있을 정도로 잔류할 가능성이 있을 때

- (4) 멸종위기 동물의 지속적인 생존에 위협을 끼칠 때
 - (5) 멸종위기 동물에 필수적인 서식처를 파괴하거나 중대한 변화를 줄 수 있는 경우
 - (6) 그 밖에 해당 농약의 사용이 초기 또는 계속적인 등록을 정당화할 수 있는 사회적, 경제적 또는 환경적 유의성이 인간이나 환경에 대한 위해성을 상쇄할 수 있을 정도로 충분히 크다고 판단하기 어려울 경우.
- (b) 해당 농약의 사용이 (a)항의 기준중 어느 하나를 만족시킨다는 어떤 결정을 내리면 EPA 장관은 농약 사용으로 인한 2가지 즉 사람과 비표적 생물에 대한 노출의 정도와 범위 및 의문시되는 악영향 모두 고려하여 유용한 증거를 검토하게 된다.

Special Review는 아래에서 보는 바와 같이 4단계(PD-1, PD-2, PD-2/3, PD-4, PD: Position Document)의 심사과정을 통하여 유해성과 유익성 등을 평가하여 해당 농약에 대한 적절한 규제조치를 결정, 공포하게 된다.

나. 발암 위해 가능성 농약의 평가

US/EPA에서는 지난 '86년에 종양유발 가능성이 있는 화학물질에 대한 분류방법을 채택, 아래와 같이 분류, 관리하고 있는데 '91년 5월 현재 미국에서 등록, 사용중인 농약을 이 표에 의거 분류하면 A group에 속하는 농약은 없고 B1에 속하는 것은 2종, B2가 31종, C가 55종, D가 12종 및 E에 속하는 농약이 8종으로 총 108종의 농약이 발암 위해 가능성과 관련이 있는 것

으로 알려져 있으나, 농약에 대한 발암성 평가는 현재도 계속 진행중에 있으므로 이들 분류는 잠정적이며 새로운 증거자료에 의해 언제든지 변경할 수 있다. 그러므로 현재의 분류가 유일한 참고자료로 인용되어서는 안된다고 EPA 과학자는 지적하고 있다.

2) 무시할 수 있는 위험성 기준(negligible risk standard)

발암 위해 가능성과 그러한 화학물질(농약 포함)에 대한 인간 노출정도(수준)를 고려 “무시할 수 있는 위험성 기준”에 대해 연방정부 관보나 US/EPA는 그 기준을 규정하지 않으나 FDA는 1×10^{-6} 으로 규정

PD-1 단계

- 위해 기준 초과 가능성 재검토
- 검토 결과 위해 기준 도달 혹은 초과시 검토내용을(PD-1) Federal Register에 공표
- 발표후 SAP(Scientific Advisory Panel)의 검토와 일반 대중의 논평 기간 설정

PD-2 단계

- SAP의 검토와 대중의 논평 결과 모든 위해기준에 대한 반증이 성공적이어서 위해성의 우려가 없다고 판단시 Special Review 종결.
- 이러한 분석/결정(PD-2)을 Federal Register에 공표함.

PD-2/3 단계

- 위해성에 대해 성공적으로 반증하지 못할 경우 PD-2/3결정을 Federal Register에 공표
- PD-2/3에는 반증자료 평가, 유익성/위해성 종합평가 및 규제조치에 대한 제안(등록취하 여부, 포장지 표기내용 변경, 적용작물 삭제, MRLs 하향조정, 제한사용 등)
- PD-2/3 공표 후 다시 SAP의 재검토와 일반대중의 논평 기간(통상 45일, 정당한 이유가 있으면 60일 더 연장)이 있으며 USDA(미농무성)은 제안된 규제조치에 대한 재검토 및 이로 인한 농업에 미칠 영향 등을 평가한다.

PD-4 단계

- 모든 논평이나 검토를 종합하여 규제조치에 대한 최종결론(PD-4)를 Federal Register에 공표한다.
- 만일 제조회사가 PD-4의 내용에 반대할 경우 EPA에 대해 소송을 제기할 수 있다.

Group	Content	No. of Pesticides
A	Human carcinogen sufficient human evidence	0
B	Probable human carcinogen	
B1	Limited human evidence	2
B2	Sufficient animal evidence	31
C	Possible human carcinogen Limited animal evidence	55
D	Not Classifiable as to human carcinogenicity Inadequate evidence / no data	12
E	Evidence of non-carcinogenicity for human Sufficient human and / or animal evidence of non-carcinogenicity	8

하고 있다.(The Federal Register notice did not define low potential risk. The FDA criteria, however is 1×10^{-6})

비록 EPA는 평가기준으로서 일생동안의 부가적 발암 위해 가능성 확률을 1백만명 중 1명(1×10^{-6})으로 평가하고 있으며 그 이상이면 규제 대상으로 여기고 있는데, 실제 의미는 “아무도 암에 걸리지 않는다 (In reality, probably nobody will get cancer)”이다. US/EPA는 발암 위해 가능성 농약의 위해성 평가 결과 위해성 확률이 1×10^{-6} 또는 10^{-5} 이하로 낮추고 있다.

일반적으로 발암 위해성 농약의 식이섭취 위험도는 총 식이섭취량(Exposure)에 $Q1^*$ 곱하여 계산($Risk = Q1^* \times Exposure$)하고 이를 무시할 수 있는 위험성 기준과 비교, 평가하고 있다.

한편 구주제국에서는 이 무시할 수 있는 위험성 기준에 해당하는 부가적 발암 위험성 확률(excess life time cancer risk)을 1×10^{-5} 으로 평가하고 있으며 우리나라도

제16차 농약관리위원회('90. 1. 15)에서 발암 위해 가능성이 있는 농약의 평가를 위한 무시할 수 있는 위험성 기준을 1×10^{-5} 으로 심의, 의결한 바 있으나 실제적인 독성평가에 대한 연구가 부족한 실정이다.

일반적으로 미국 EPA에서는 농약을 포함한 각종 위해 화학물질에 대한 환경기준, 음용수 수질기준 등을 설정할 경우 여러가지 제반여건(유독성, 사회, 경제적인 여건 등)을 감안하는데, 어떤 화학물질에 의한 질병 발생이나 사망하는 확률이 1×10^{-4} 이상이면 경고(alert)수준으로, 1×10^{-5} 이상이면 권고(recommendable warning)수준으로 그리고 1×10^{-6} 이상이면 건강상 위해성을 무시할 만한 수준(negligible risk level)으로 간주하고 있다.

따라서 선진 각국에서는 대체로 오염물질의 환경기준이나 음용수질 기준을 설정코자 할 때에는 10만명당 1인의 유해성, 즉 위해성 확률을 1×10^{-5} 으로 간주하는 것이 통례로 되어 있고, 이것이 바로 권고

기준치가 되는 것이다.

3) 발암 위해 가능성 농약의 식이섭취 위험도 평가

일반적으로 발암위해 가능성 농약의 식이섭취 위험도는 총 식이섭취량에 종양유발 가능지수를 곱하여 계산하게 된다. 즉 Dietary cancer risk = Exposure × Q1* (Oncogenic potency factor)이다. 여기서 농약노출량(Exposure)은 식품소비량 × 농약잔류량으로 계산하며 종양유발 가능지수인 Q1* 값은 농약에 따라 상이하다.

Q1*는 동물실험에서 양성 종양유발 반응을 보이는 농약으로부터 얻은 용량반응 곡선의 기울기로서 선형 다단계 위험성 모델(linearized multistage risk model)에서 계산하게 된다. 이는 동물실험의 결과로부터 우리 인체에서의 정량적 발암 가능성을 예측하기 위한 수단으로 활용되는데 주로 IIS/EPA의 과학자들에 의해 계산되고 있으며 (mg/kg/day)⁻¹으로 표시하고 있다. 식이섭취 위험도 평가는 식이섭취 위험도 값을 “무시할 수 있는 위험기준”인 1 × 10⁻⁶과 비교하게 된다.

4. 농약의 독성 평가시 고려사항

농약의 위해성을 평가할 때 농약은 정도의 차이는 있으나 독성이 있기 때문에 위해하다는 논리인 농약=독성=위해성(농약은 독성이 있으므로 위해하다)으로 이해하는 사람이 있으나 이는 농약의 독성평가 과정이나 방법을 모르는 데서 오는 오해일 뿐이다.

따라서 농약의 위해성 평가시에는 반드시 다음 사항을 고려하여 올바르게 평가되어야 한다.

첫째, 농약의 독성(Toxicity)과 위해성(Hazard) 및 위험도(Risk)에 대한 용어상

의 구별이 필요하다. 즉, 독성은 피해(damage) 야기물질의 고유 특성이므로 그 자체가 위해성이 될 수는 없으며 위해성은 실제적인 중독야기 위험성을 말한다. 따라서 위해성인 Hazard나 위험도를 말하는 Risk는 동의어나 독성과 위해성은 별개의 문제임을 명심해야 한다.

둘째, 위해성은 독성 이외의 다른 2종류의 변수(factor), 노출정도(量)와 노출시간에 의해 결정된다는 사실이다. 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\text{위해성} = \text{독성} \times \text{노출정도} \times \text{노출시간}$$
$$\{ \text{Risk} = K1 (\text{Toxicity}) \times K2 (\text{Contamination}) \times K3 (\text{Time}) \}$$

여기서, 만약 K1 즉 독성이 아무리 강하더라도 K2(노출정도)나 K3(노출시간)중 어느 한가지 요인이 zero가 되면 위해성은 zero된다. 그러므로 위해성 경감대책으로는 첫째, 농약 그자체의 독성(K1)은 결코 zero가 될 수 없으므로 독성이 더 낮은 농약을 선정, 사용할 것. 둘째, 노출정도(K2)는 농약취급 유경험자 또는 적절한 보호장비 착용으로 잘 훈련된 사람의 농약사용과 안전사용수칙 등을 준수하면서 사용할 것. 셋째, 노출시간(K3)은 살포시간을 최대한축할 것 등이 있다.

5. 결 론

신선하고 안전한 농산물에 대한 국민의 욕구가 점차 거세어지고 있는 이때, 단순히 농약에 관한 식품의 안전성 평가를 긍정적으로 결론 짓더라도 식품 전체가 안전하다고 평가되기에는 국민들로부터 거부감이 클 것이다. 그러나 우리는 지금 어느 정도 오염된 환경속에서 살고 있다. 정도의 차이는 있으나 완전 무결한 식품이란 있을 수 없기 때문이다. 심지어 북극의 빙

하에서 잡은 물고기에서조차 그 지역에서 한번도 사용한 적이 없는 DDT가 검출되기도 한다. 이러한 사정을 감안할 때 비교적 신선하고 양질의 식품을 생산하기 위해서는 우리 모두에게 책임과 의무가 있다고 본다. 농작물에 농약을 살포할 때는 작업자의 안전, 환경에 대한 안전, 농산물 자체에 대한 안전 등을 고려하여 병해충 및 잡초를 효과적으로 방제할 수 있는 최소한의 농약을 뿌려야 할 것이다. 물론 농산물이 수확되기전 농약의 살포농도, 살포회수, 수확전 살포일수 등 농약의 안전사용기준을 지킨다면 그 농산물은 농약잔류 허용기준 이내이며 품질이 좋을 것임을 두말할 나위 없다.

지금까지 국립보건원 등에서 행한 여러 연구결과들을 종합해보면 우리나라 농산물의 대부분이 국민 건강에 위해를 가하지 않는 농약잔류 수준임을 알 수 있다. 일부

농산물에 아주 미량이나마 검출되고 있는 잔류 농약들은 이들 농약들이 국내외에서 이미 안전성이 평가되어 위해성이 별로 없는 것들이며 또 잔류허용기준 이내에서 농약이 검출되기 때문이다. 더우기 농산물에 농약이 미량이나마 잔류되어 있다고 하더라도(잔류 허용기준 이내지만) 수세, 박피, 조리 등에 의해 대부분이 소실, 분해되므로 문제될 것이 없다.

농산물 생산자는 최소한의 농약 사용으로 농작물을 재배하여 국민에게 공급해야 하는 책임이 있는 반면에 과학자는 더욱더 무공해 농약, 저독성 농약을 개발, 보급하는 데 힘써야 할 것이다. 또 농약을 허가, 등록하는 관청에서도 이를 엄격히 심사, 시험을 거친후 사용하도록 함으로써 우리 국민이 안심하고 안전한 식품을 먹게 되고 국민보건 향상에 이바지 하는 길이 될 것이다.

한 방울의 물, 한 등의 전기를 아껴쓰는 마음은
곧 나라를 부강하게 하는 마음입니다.