

## 농약안전사용기준과 생과채류의 농약잔류

\*잔류농약의 대부분은 표면에 잔류하기 때문에 단순한 물세척으로도 마라톤의 경우 고추와 포도에서 각각 75% 및 90%가 제거되고 주방용 세제를 이용하면 각각 92% 및 98%가 제거된다!

지나친 편견이다。  
농약에 의한 과채류오염

농약연구소 농약화학과  
농업연구사 이해근

### 유익성 무시한 매스컴 공해

농작물 재배시 발생하는 병해충이나 잡초로부터 농작물을 보호함과 동시에 농작업의 생력화(省力化), 생산품의 품질향상등을 위해서 농약의 사용은 불가피한 영농수단이 된지 오래이나 이의 오용이나 남용등 무절제한 사용으로 인하여 직접 또는 간접적인 악영향이 가끔 사회문제가 되고 있다.

농약은 정도의 차이는 있으나

독성을 가지고 있으므로 이의 사용여하에 따라 우리 인간에게 영향을 줄 수도 있으므로 흔히 농약을 “경제적 독물”이라고 부르는 이유도 여기에 있다. 따라서 농약의 사용여하에 따라 이익이 되기도 하고 또한 나쁜 영향을 끼칠 수도 있기 때문에 우리는 농약의 유익성과 위해성을 잘 저울질하여 유익성이 극대화되고 유해성이 극소화 되도록 온갖 노력을 기울이고 있다.

최근 “농약공해,” “농약의 식품 및 환경오염” 등의 내용이 각종 매스컴을 통해 농약의 위해성이 지나치게 과장 보도되는 사례가 많다. 물론 이러한 기사내용들은 거의 모두가 농약의 유익성을 외면한채 유해성만을 과장 보도함으로써 국민의 여론을 호도하는 이른바 “매스컴 공해”가 대부분이 아닌가 생각된다.

### 안전성 의심되는 무공해식품

최근에 서울등 대도시에서는 농약과 비료를 전혀 쓰지 않고 생산한 소위 “무공해식품”이니 “자연식품”이니 하여 백화점이나 큰 슈퍼마켓에서 일반식품보다 1.5~3배까지 비싸게 팔고 있는데도 인기리에 판매되는 실정이라 한다(동아일보, '85.

11. 9). 따라서 그러한 “무공

해식품”을 사먹을 수 없는 일반 소비자들은 「음식까지 있는 사람은 “무공해식품” 없는 사람은 “공해식품”을 먹어야 하나」하는 갈등을 느끼지 않을 수 없다고 한다. 그러나 과연 그러한 “무공해식품”이 정말 안전한 지는 논란의 여지가 많다. 그예로서 농작물에 병해를 일으키는 곰팡이나 발효식품중의 곰팡이류에는 마이코톡신(mycotoxine)이라는 독소를 분비하는 것이 있는데 이 독소의 일종인 aflatoxine은 강력한 발암물질로 알려져 있다. 또, 농작물이 병원균의 침입을 받으면 식물체내에서는 phytoalexin이라는 저항물질이 생겨서 병원균의 침입을 막게 하는데 이 phytoalexin 중에는 독성이 강한 것들이 많다는 것이 최근의 연구결과 판명되었다.

농약사용은 수량증대와 품질향상에 결정적인 역할을 하는데, 예로서 재배관리가 양호한 사과밭에 농약을 사용하지 않으면 약 40%의 수량감소가 있으며, 시장에서 상품으로서의 불합격율이 80%에 이른다는 보고로 미루어 보아 집약적인 현대농업에서 농약의 역할이나 그의 사용은 재론의 여지가 없다고 하겠다.

현대의 농약사용으로 인한 유해성문제를 3R로 설명하는 학

자들이 많은데 3R이란 저항성 문제(Resistance), 잔류문제(Residue) 및 병해충의 돌발적인 발생(Resurgence)을 두고 하는 말로서 여기서는 농약의 “식품오염가능성”과 관련이 가장 크다고 생각되는 잔류문제에 대해서, 특히 생식을 위주로 하게되는 과채류의 잔류농약 오염가능성에 대해 알아보고 그 대책을 논의하고자 한다.

**살포농약의 잔류분 부착**

농작물에 살포된 농약은 우선 작물체의 표면에 물리적으로 부착되는데, 이때 부착되는 정도는 농약과 농작물의 종류, 농약의 형태, 살포방법과 살포량, 살포시기 및 살포당시의 기상조건에 따라 달라지게 된다.

농약의 형태로는 희석제(유제, 수화제, 수용제, 액제)의 분무 살포가 분제의 경우보다 일반적으로 부착량이 많게 된다. 희석제 중에서도 유제는 수화제나 수용제보다 식물 표피의 왁스층으로 쉽게 녹아들어가는 데 이는 유제중의 용매와 유화제의 역할이 크게 작용하기 때문이라 여겨진다.

또한 농작물의 표면적이나 표면의 성상(性狀)에 따라라도 상이한데 단위중량당 표면적은 직경에 반비례하므로 포도나 앵두 같이 작은 과일은 사과나 배와 같은 큰 과일보다 같은 중량을 기준으로 할때 표면적이 훨씬 크기 때문에 그만큼 농약의 부착량도 많아진다. 복숭아와 같이 표면에 털이 있거나 딸기와 같이 꺼칠꺼칠한 과일은 사과·고추

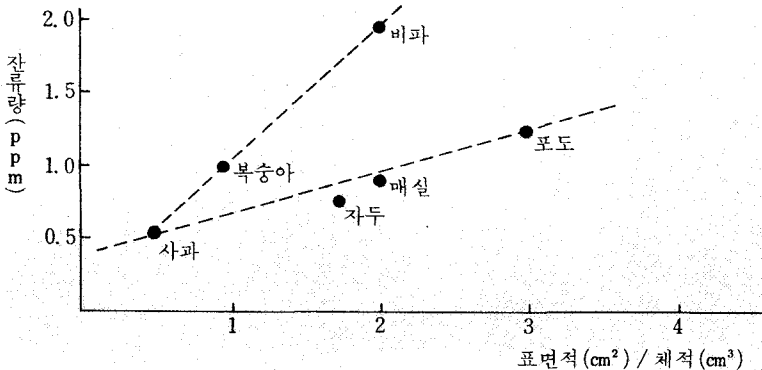


그림 1. 과일에서 메프의 잔류량(살포 직후)('75, 일본농약과학)

토마토처럼 표면이 매끈매끈한 과일보다 농약의 부착이 어렵다. 그림 1은 단위체적당( $\text{cm}^3$ ) 표면적( $\text{cm}^2$ )이 작은 과일인 포도나 비파가 사과보다 잔류농도가 높아 상기 추정이 옳다는 것을 증명하고 있다. 배추, 시금치, 상치와 같은 엽채류는 단위 중량당 표면적이 크므로 농약부착량도 많을 것이나 양배추와 통배추는 결구가 되므로 안쪽 잎에는 농약이 부착되지 않으므로 전체적인 부착량은 이보다 훨씬 적어진다.

**과일중 잔류농약의 분포**

농약잔류, 대부분 껍질부분

과일의 경우 잔류농약의 대부분은 껍질에 잔류하는데, 이는 많은 유기합성 농약은 물에는 녹기 어렵고 기름에 잘 녹으므로 식물체 표피의 왁스층으로 녹아들어가 거기에 잔류하게 되며, 일

부 침투이행성이 강한 농약의 경우는 그 보다 더 내부로 침투이행되기도 하지만 그 양은 매우 적은 것으로 알려져 있다. 일반적으로 과일 전체에 대한 껍질의 중량비율은 사과·복숭아의 경우 10% 미만이며 밀감의 경우는 20~30%로, 많은 농약의 경우 과일에 잔류하는 농약의 거의 대부분이 껍질부분에 있다고 할 수 있다. 표 1은 몇가지 농약의 과일중 잔류분포를 나타내었는데 과일중 잔류농약의 거의 대부분이 껍질에 잔류함을 알 수 있다.

표 1. 과일중 잔류농약의 분포(%)

과 일	농 약	열매살	껍질
사 과	디코폴	2	98
	펜치온	5	95
복숭아	타로닐	2	98
	베노밀	3	97
밀 감	디메토	13	87
	겍타폴	1	99

(\*75, 일본농약학회지)

표 2. 약제 살포 3일후 배추중 농약잔류량 분포(AVRDC)

살 증 제	살 포 량 (kg a.i./10a)	잎중 잔류량(ppm)		
		외 부	중 간	속
슈리사이드	0.05	4.09	0.05	불검출
마 라 톤	0.1 p=s p=0	0.53	0.06	"
		0.39	0.13	"
포 스트	0.1	10.13	0.06	0.01

p=s : 마라톤, p=0 : 마라옥손

배추, 중간 및 속잎에는 잔류없어

아시아채소연구개발센터(AV-RDC)에서 수행한 연구 결과를 보면(표 2), 배추중 잔류농약은 거의 대부분이 외부잎에 잔류하고 중간이나 속잎에는 거의 잔류하지 않음을 알 수 있다.

**파채류는 잔류농약 감소**

파채류의 표면에 부착된 잔류농약은 시간이 경과함에 따라 물리·화학적 또는 생물학적 작용에 의하여 쉽게 분해·소실된다.

**포장에서의 증발소실**

특히 포장에서는 증발에 의한 소실이 큰데, 증발되는 속도는 증기압과 밀접한 관계가 있다. 같은 유기인제중에서도 파프나 디디브이피는 이피엔에 비해 잔류성이 매우 낮은데 이는 증기압의 차이가 크기 때문이라 생각되고 있다.

**자외선광에 의해 쉽게 분해**

태양광선에 의한 광화학반응의 영향도 커서 많은 농약은 광의 자외선에 의해 쉽게 분해되는데 농약병이 갈색인 것도 이들 자외선에 의한 농약성분의 분해

를 방지하기 위함이다.

같은 작물이라도 노지재배에 비하여 시설재배에서 농약잔류량이 많은데 이는 비닐하우스에서는 비·바람이 차단되는 동시에 광선 특히, 자외선이 감소되기 때문이라 생각된다. 최근 국내에서는 채소류의 시설재배가 늘어가고 있으며 특히 채소는 생식(生食)하는 경우가 많으므로 잔류농약에 대한 세심한 주의가 요망된다.

**비대생장류는 희석효과 커**

또한 비대생장이 빠른 오이나 무우에 있어서는 성장에 의하여 잔류농약이 희석되어 결국 잔류농도의 감소를 가져오는 경우도 많다. 침투이행성 농약이나 뿌리에서 흡수된 잔류농약은 산화, 환원, 가수분해 등의 반응을 받아 분해, 대사되어 결국 무해한 물질로 된다.

**표면 잔류 농약은 제거**

**가. 세 척**

포도에서 90% 이상 제거돼

앞서 언급한 바와 같이 파채류중 잔류농약의 거의 대부분은 표면에 잔류하고 있기 때문에 단순한 물세척이나 주방용 세제를

이용한 세척효과는 매우 크다. 국내에서 수행된 한 연구결과를 보면 마라톤의 경우 고추와 포도에서는 물세척으로 각각 75% 및 90%가 제거되었으며, 세제세척 시에는 각각 92% 및 98%가 제거되어 표면잔류농약의 거의 대부분이 제거되었는데 엽채류인 상치, 배추 및 딸기인 경우는 이보다 다소 낮아 농작물의 종류와 표피의 형태에 따라 세척에 의한 표면잔류농약의 제거 효과는 다소 상이함을 알 수 있다.

나. 박피(剝皮)

과일 종류 관계없이 90% 제거

과일에 있어서 잔류농약의 대부분은 껍질에 잔류하며 표피의 왁스층으로 녹아 들어간 잔류농약도 그 대부분이 껍질부분에 잔류하므로 박피효과는 마땅히 커야 한다. 표 3은 박피에 의한 과채류중 잔류농약의 제거율을 보여주는데 농약이나 과일의 종류에 관계없이 표면잔류농약의 90% 이상이 제거됨을 알 수 있다.

농약의 식품오염은 기우일뿐

결국 요즈음과 같이 우리들의 식탁을 풍성하게 해주는 각종 채소류나 과일류는 이들 농산물의

재배기간동안 발생하는 병해충을 방지하기 위하여 불가피하게 쓰여졌던 각종 농약의 잔류분이 미량이나마 남아 있을 가능성이 있기 때문에 이러한 식품을 우리가 생식할 경우 “농약의 식품오

표 3. 박피에 의한 과채류중 잔류 농약 제거율

과 일	농 약	제거율(%)
사 과	디 코 폴	98
	프 로 지	95
복 충 아	펜 치 온	95
	다 코 닐	98
	베 노 밀	96
밀 감	메 타 실	85
	메 카 밤	99
	디 메 토	85
포 도	지 베 브	87
	만 코 지	87
	파 프	98
	피 레 스	99
	메 카 밤	98

염”을 우려하게 되는 것은 어쩔 수 없는 인간의 심리일 것이다. 그러나 앞서 설명한 바와 같이 이들 식품은 식탁에 오르기 전에 세척·박피 등 조리과정을 거치는 동안 잔류농약의 대부분이 제거되어 실제로 잔류하는 농도는 극히 낮아 안전한 수준 이하로 될 것이므로 크게 염려할 바

는 아니라고 생각한다. 따라서 “농약의 식품오염”이란 하나의 기구에 불과하다고 볼 수 있다.

### 잔류농약의 규제

농산물중 잔류농약을 규제하는 방법은 크게 두가지로 나누어 볼수 있는데 그 하나는 농약 사용면에서의 규제로서 안전사용기준이 있으며 다른 하나는 식품 및 환경보전 측면에서의 규제로서 잔류허용량을 설정하는 방법이다.

우리나라를 비롯한 일본등 많은 나라들은 농약의 안전사용기준과 함께 잔류허용량을 설정하여 식품의 안전성을 二元的으로 규제하고 있다.

### 가. 잔류허용량의 설정

일생동안 먹어도 무해한 기준

농약의 잔류허용량이란 식품중에 함유되는 농약(주성분 및 생리활성대사물질)의 양이 사람이 일평생 동안 섭취하여도 전혀 해가 없는 수준을 법적으로 규제한 양을 말하는데, 이는 식품위생법상의 식품규격의 일부

가 되기 때문에 그 이상 함유한 식품을 판매하거나 생산하는 행위는 법률을 위반하게 되는 것이다.

우리나라에서는 지난 '81년도에 환경청에서 5개 농작물군, 21종 농약에 대하여 잔류허용량을 설정, 공표한 바 있으며 최근 보사부에서는 식품위생법을 강화하여 식품별 농약의 잔류허용량을 관계부처와의 협의를 거쳐 고시할 예정으로 있으며 점차 이를 확대·설정할 것이라 한다. 또한 최근에는 FAO/WHO 및 EEC(구주공동시장) 등 국제기구에서도 식품중 잔류농약의 국제적 허용량을 설정하여 각국에 추천하고 있다.

잔류허용량의 설정방법은 나라마다 약간의 차이는 있으나 그 골격은 소위 “화란방식(Dutch formula)”을 채택하고 있다. 이에는 해당 농약의 1일섭취허용량, 국민평균체중, 그 농약이 함유될 수 있는 식품의 1인당 1일섭취량을 가지고 다음 식에 의거 허용최대한계(Permissible level)를 산출한후 각국의 여건에 알맞는 잠정허용치를 설정하고 이를 2~3년간 운용한후 최

$$\text{허용최대한계 (ppm)} = \frac{1 \text{ 일섭취허용량 (mg/kg)} \times \text{국민평균체중 (kg)}}{\text{해당농약이 사용되는 식품의 1 일 섭취량 (kg)}}$$

중허용치를 확정고시하게 된다.

해당농약의 1일섭취 허용량 (ADI)은 FAO/WHO합동잔류농약전문가위원회에서 정한 값을 이용하며, FAO/WHO에서의 미 설정 농약에 대해서는 동물실험에 의한 해당 농약의 최대무작용량을 안전계수 (20~2000), 보통은 100으로 나눈 값을 ADI로 한다. 국민평균체중은 서구제국에서는 60kg, 한국·일본 등은 50kg을 적용하고 있으며, 해당 식품이 과채류일때에는 1일섭취량을 0.4kg으로 보고 계산하게 된다.

한 예로 일본에서 설정한 원예용 살균제인 프로피 (Antracol)에 대한 잔류허용량 설정과정을 보면 다음과 같다. 이 농약의 쥐에 대한 최대무작용량은 0.5mg/kg인데 이를 안전계수 200으로 나누면 ADI는 0.0025mg/kg이 되며, 여기에 국민평균체중 50kg을 곱하면 1인당 1일섭취허용량은 0.125mg이 된다. 이를

기초로 하여 채소류와 과실류에 대한 잠정잔류허용량을 설정한 결과는 표 4 와 같다. 그러므로 국민 1인당 1일섭취가능량 총량은 약0.125mg으로서 이는 1일 섭취허용량 125 $\mu$ g과 같다. 따라서 이들 농산물을 통해 1일 섭취허용량이 전부 소비되었는데, 이는 이 농약은 원예용으로만 사용되기 때문에 하등의 문제가 없다고 보고 있다.

잔류허용량 설정작업은 매우 어려운 과제인데, 지금까지 그러한 경험이 없거나 자료가 불충분한 나라에서는 더욱 그러하다. 농산물생산에 관계하는 사람들은 병해충의 효과적인 방제측면에서 허용량이 관대하게 설정되기를 원할 것이나 반대로 국민 보건관계종사자들과 일반 소비자들은 더 낮은 허용치 설정을 바랄 것이다. 이러한 견해 차이는 국가간에도 존재하는데 예를 들면 채소류에 대한 마라톤의높은 허용치 (8ppm, 미국)와 낮은

표 4. Antracol의 잠정잔류허용량(일본)

농 산 물	1 일 소비량 (g)	잠정잔류허용량 (ppm)	농약섭취가능량 ( $\mu$ g/ 1 일)
과 실 류	135	0.7	94.5
채 소 류	300	0.1	30.0
총 계	435	-	124.5



표 5. 열채류에 대한 각국의 농약잔류허용량 비교

단위 : ppm

농 약	FAO/ WHO	EEC	USA	Taiwan (ROC)	서 독	일 본	한 국
Parathion	0.7	0.5	1	0.75	0.5	0.3	0.3
Diazinon	0.7	0.5	0.7	0.5	0.3	0.1	0.1
BHC	0.5	-	1.0	5	2	0.2	0.1
Dicofol	5	2.0	5	5	2	-	1.0
Malathion	8	3.0	8	5	3	0.5	0.5
Dichlorvos	0.5	0.1	0.5	0.5	0.1	-	-

허용치(0.5ppm; 한국, 일본) 설정으로 잘 반영된다(표 5). 이러한 큰 차이가 나는 원인은 아마도 독성학적 해석차이와 국내여건의 차이로 볼 수 있으나 그 주된 이유는 잔류허용량 설정위원회의 결정여하에 달려있다.

농산물의 국제무역에서는 국제적인 허용치(FAO/WHO, EEC 등)를 적용하는 것이 타당할 것으로 생각되지만 각국의 경제사정, 국가정책등이 상이하기 때문에 시행에는 여러가지 여건을 두루 고려하여야 할 것이다.

**나. 농약의 안전사용기준**

위에서 말한 농약 잔류허용량의 규제가 있다 하더라도 농작물을 생산하는 농가에서 수확물 중의 잔류량조사나 농산물시장에서 유통되는 농산물에 대한 잔류량조사를 그때마다 일일이 수행할 수 없는 어려움이 있고 또

한 어떤 농산물이 잔류허용량을 초과할시 이를 추적, 재배농가를 찾아내어 어떠한 조치를 취하기는 더욱 어려운 일이다. 따라서 농수산부에서는 농약관리법에 근거하여 농작물별, 농약별, 안전사용기준을 일련의 시험을 통해 설정, 고시하고 있다.

수확전 살포 완료일이 가장 중요

안전사용기준은 해당 작물에 사용되는 모든 농약에 대하여 설정하게 되는데 이에선 각 농약, 작물마다 사용될 수 있는 제형, 사용방법, 사용회수, 수확전 살포완료일 등을 세밀하게 정하고 있다. 그것은 이들 요인이 수확물중 농약잔류량에 크게 영향을 미치기 때문인데 이중에서도 수확전 살포완료일이 가장 큰 영향을 미치고 있기 때문에 본 기준중 최종살포후 수확시까지의 경

과일수가 중요시 되고 있다.

안전사용기준을 설정하기 위해서는 앞서 설명한 농작물별 잔류허용기준의 설정이 선행되어야 함은 물론이다.

그림 2는 배추에 사용되는 살충제인 그로빈 유제의 안전사용기준설정의 한 예인데 적용하는 잔류허용량에 따라 수확전 살포 완료일은 크게 차이가 난다는 것을 알수 있다. 즉 일본(양배추)의 허용치인 0.2ppm을 적용하면 살포회수 3회 이내, 수확전 살포완료일은 11일이 되며, 환경청에서 설정 고시한 우리나라(채소류)의 허용치인 0.1ppm을 적용하면 수확전 살포 완료일은 16일이 된다.

그림 2에서 보는 바와같이 일본의 허용치인 0.2ppm 적용시 수확전 7일의 잔류량은 허용치를 크게 초과하고 15일은 미만이므로 회귀곡선방정식에 의거 11일이 합리적인 수확전 살포완료일이 된다.

이와같이 농약의 안전사용기준, 특히 수확전 살포 완료일은 해당작물에 설정한 잔류허용량의 높고 낮음에 따라 상당한 차이가 있음을 볼때 이의 합리적인 설정은 매우 어렵고도 중요한 과제라 아니할 수 없다.

과채류에 사용되는 몇가지 농약의 안전사용기준을 보면 표 6과 같다.

우리나라에서는 현재('85기준)

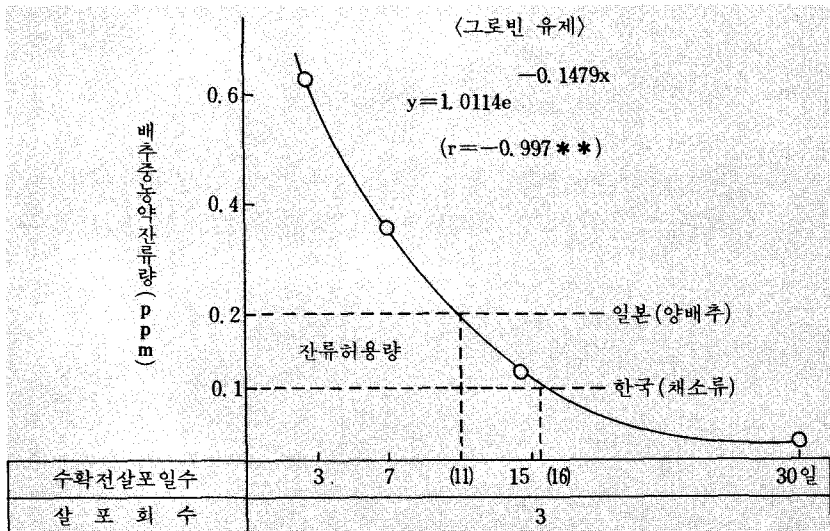


그림 2. 배추에 대한 그로빈 유제의 안전사용기준 설정('84, 농약연구소)

표 6. 과채류에 사용되는 몇가지 농약의 안전사용기준

농 약 명	품 목 명	대상작물	안전사용기준	
			시 기	회 수
이화명나방약	메프 유제	사과	수확 15일 전한 사용	4 회이내
	파프 유제	사과	14	6
	펜치온 유제	사과	3	5
	다수진 분제	배추	14	2
	그로메 유제	배추	12	2
탄저병약	타로닐 수화제	고추, 토마토	14	4
		오이	2	7
		사과	30	5
	갭타플 수화제	사과	7	5
		배, 복숭아	7	4
		포도	3	5
		오이	2	5
만코지 수화제	오이	2	3	
	사과	21	-	
	포도, 배추	30	3	
흰가루병약	지오판 수화제	고추, 사과, 배	2	-
		포도	14	3
검은별무늬병약	캘탄 수화제	배	2	-
잿빛곰팡이병약	디크론 수화제	딸기	2	4
	프로파 수화제	딸기	3	3
잎말이나방약	디디브이피 유제	사과	3	6
	이피엔 유제	배	30	3
		사과	36	3
	파라치온 유제	배	15	4
사과		7	4	
복숭아, 감귤		14	5	
진딧물약	메타 유제	사과	30	5
	피리모 수화제	배추	7	3

		사과	7	5
응애약	디코폴 유제	사과	7	2
		배	작과후 사용금지	-
	디코폴 수화제	사과, 감귤	7	2
	싸이틴 수화제	사과, 배	7	3
	프로지 수화제	사과	30	2
		감귤	14	2
배추흰나비약	그로빈 유제	배추	16	3
	포스트 분제	배추	22	3

수도용 약제는 89%, 원예용 약제는 53%가 안전사용기준이 설정·고시되었으며, 농촌진흥청 농약연구소에서는 해마다 시험을 통해 이 기준을 점차 확대·보완하고 있다. 따라서 농민들이 이 기준을 철저히 준수하여 농약을 살포할때 수확물중 잔류 농약의 수준이 허용치이하로 유지될 수 있기 때문에 농민들은 이 기준의 중요성을 깊이 인식하여야 하며, 아울러 이의 준수는 농민 자신의 의무이자 책임이라는 사실을 명심하여야 할 것이다.

농약의 안전사용기준은 농약 포장지의 사용설명서에 명기되어 있으므로 사용전에 설명서를

반드시 읽고 그대로 준수만 한다면 “농약의 식품오염”이라는 말은 지나친 허구에 불과하며 “무공해식품”생산이라는등 무지에서 오는 편견과 오해는 스스로 해결될 것으로 확신한다.

결론적으로 농약의 안전사용기준은 사용자인 농민 자신이 이의 중요성을 깊이 인식하고 스스로가 지켜야할 뿐 그 누구도 대신할 수 없는 가장 기본적이며 상식적인 문제라는 것을 재삼 강조하면서, 근거가 희박한 “농약의 식품오염” 등 농약 공해론의 공포에서 하루 속히 벗어나야 할 것이다.

