J. Fd Hyg. Safety 21(2), 52–59 (2006)

광주지역에서 유통되고 있는 수입 농산물의 잔류농약 실태조사

양용식 · 서정미 · 김종필 · 오무술 · 정재근 · 김은선†
광주광역시보건환경연구원

A Survey on Pesticide Residues of Imported Agricultural Products Circulated in Gwangju

Yongshik Yang, Jungmi Seo, Jongpil Kim, Musul Oh, Jaekeun Chung, Eunsun Kim†
Public Health and Environment Institute of Gwangju
(Received April 25, 2006/Accepted May 26, 2006)

ABSTRACT – This survey was conducted to monitor the current status of pesticide residues in imported agricultural products circulated in Gwangju, 2005. A total of 108 samples was analyzed by multiresidue method. Of these samples, 32 were citrus fruits, 60 were tropical fruits and grapes, and 16 were vagetables. The origin was Philippine for 39 samples, U.S.A. for 36, China for 12, New Zealand for 11, Chile for 6, etc. The overall rate of detections was 30.6% and no samples had violative residues. Of citrus fruits, 20 samples (62.5%) had residues and the residues were thiabendazole, imazalil, chlorpyrifos, etc. Of tropical fruits and grapes, 13 samples (12.0%) had residues and the residues were azoxystrobin, chlorpyrifos, carbendazim, captan, etc. 16 of vagetables had no detectable pesticide residues. Thiabendazole (71% in oranges and 56% in grapefruits) and imazalil (50% in oranges) were found in citrus fruits, which were frequently used as post-harvest pesticides. And azoxystrobin which is one of strobilurin fungicides, was often detected in mango, tropical fruit(27%).

Key words: pesticide, imported agricultural products, multiresidue method, Thiabendazole

서 론

세계 무역기구(WTO; 1994년) 출범에 따른 무역의 완전자유화, 개방화에 의해 국내적으로는 해마다 식품, 포장 및 용기, 식품첨가물 그리고 수입농산물 등 수입식품의 양과 종류가 지속적으로 증가하고 있다. 최근 5년간 농산물의 수입규모는 전년도 금액대비 3.9%~8.8% 증가로 매년 그 폭이 커지고 있으며 2004년도에는 74억 달러, 2,500만 톤으로 전년도 금액 대비 무려 19.4%나 폭증했다.[1)] 이러한 수입농산물의 증가로 인해 우리는 어디서든지 쉽게 수입농산물을 접하고 있다. 농수산물유통공사의 농산물 소비실태 조사 2003 자료에 의하면 수입농산물 중에서 가장 많이 구입하는 수입과일은 오렌지(55.6%), 바나나(36.0%) 등이고 수입과일을 선택하게 되는 동기는 맛있어서 구입한다는 응답(38.3%)이 가장 많아 수입과일의 수요가 일정수준 형성되어 있는 것을 알 수 있다.[2)] 그리고 2005년 농촌진흥청 농촌자원개발연구소 농축산 식품의 품질 및 안전성에 대한 소비자 인식 조사 자료에 의하면 식품에 대한 소비자의 관심사항은 안전성(41.5%), 품질 · 맛 · 외관(20.6%), 가격(12.7%), 영양가(12.3%) 순에서 알 수 있는 것처럼 많은 국민들이 농산식품의 안전성을 가장 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 이처럼 수입량도 계속 늘고 있으며 그 만큼 수입식품에 대한 소비자의 수요도 증가하고 있고 따라서 수입식품의 안전성에 대한 우려가 점점 커지고 있다.

국내농산물이 주로 생산과정에서만 농약을 살포하는데 반해 수입농산물은 일반적으로 오랜 기간 저장 및 보관을 하며 장거리 수송이 요구되기 때문에 생산과정 뿐만 아니라 수확 후에도 부패, 변질을 막기 위해 농약, 방부제, 도포제 사용 등 각종 화학 처리를 하게 된다.[3,4)] 품목에 따라서는 방사선을 쪼이기도 한다.[5)] 이러한 수확 후의 저장, 보관 및 수송과정에 별도의 농약처리를 수확 후(post harvest)처리라고 한다. 문제는 미국의 경우 재배시 농약살포는 우리나라보다 훨씬 적지만, 수출용에 한하여 수확 후 농약살포가 법적으로 허용되고 있으며 살포된 농약이 수입국에 도착한 이후에도 분해되지 않고 상당기간 잔류하고 있다는 사실이다. 농산물의 잔류농약을 가장 현저하게 제거하는 것은 강우, 햇빛에 의한 광분해 및 대기 중으로의 휘산인데 수확 후 농약처리의 경우에는 저장 및 운송과정에서 태양광선을 받지 못하여

†Author to whom correspondence should be addressed.

농약의 분해 작용이 매우 더디게 진행되는 것이다.[6] 대부분을 수입에 의존하는 오렌지, 레몬, 자몽 등 감귤류에 수확 후 농약으로 Thiabendazole (TBZ), Orthophenylphenol (OPP), Imazalil 등이 사용되고 있으며 바나나, 사과 등에도 비슷한 농약이 사용되고 있다.[4] 일본의 동경도립위생연구소에서 이 농약의 독성실험을 했는데, 쥐에게 OPP를 사료의 1.25% 혼합하여 먹인 결과 83%의 쥐가 방광암이 발생하였다. 또, TBZ를 매일 쥐 몸무게 1 kg 당 0.7~2.4 g을 먹인 결과, 뱃속에 있는 쥐에게 골격이상과 피부기형이 나타나 기형을 일으키는 것으로 확인되었다.

식품의 안전성은 국민들의 건강과 직결된 문제이기 때문에 세계 각국에서는 자국생산 농산물뿐만 아니라 외국산 식품에 대해서도 매우 엄격한 규정을 적용하고 있다. 최근 세계 각국은 자국의 농업 보호와 농산물안전성 확보를 위하여 수입농산물에 대한 유해 물질 규제와 검역기준을 대폭 강화하였다. 미국은 허용되지 않은 유해물질이 검출될 경우 수입과 유통을 금지하는 Zero Tolerance 제도를 채택하고 있으며 일본은 2006년부터 규제대상 유해물질의 종류를 242종에서 750여종으로 확대하고 농약 등 유해성분이 일정기준 이상 검출되면 수입과 판매가 금지되는 Positive list 제도를 실시할 계획이다.[7,8] 우리나라에서도 국립검역소와 식품의약품안전청에서 수입식품에 대하여 안전성 검사를 실시하고 있다. 그러나 수입식품의 급증에 따른 검사기관의 인력부족으로 검사가 면밀히 이루어지지 못하고, 또한 보따리상에 의해 반입되는 중국산 식품은 자가소비용으로 분류되어 식물검역소에서 반입 불허 여부 검사만을 받은 뒤 그대로 시중에 유통되어 잔류농약 등에 대한 검사가 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다.[9]

따라서 본 연구에서는 2005년 4월부터 10월까지 7개월간 광주지역에서 유통된 수입농산물 중에서 주로 일반국민들의 수요가 많고 안전성에 대하여 관심이 높은 수입농산물 중 오렌지 등 감귤류와 바나나 등 열대과일, 중국산 채소류를 대상으로 식품공전의 동시다성분 분석법을 이용하여 217종의 농약과 감귤류에서 많이 사용되는 TBZ, OPP에 대하여 수입농산물에 잔류하는 농약을 조사하였다.

재료 및 방법

검사대상 시료

2005년 4월부터 10월까지 광주시내 대형 할인매점, 백화점 그리고 도매시장에서 유통된 수입농산물 중 감귤류, 열대과일 및 채소류 등 108건에 대해 농약 잔류량 검사를 실시하였다. 검사한 수입농산물은 Table 1과 같다.

표준품, 시약 및 초자

표준품은 Dr.Ehrenstorfer (Germany)제품을 사용하였고 물층과 유기용매층의 분리를 위해 사용한 NaCl은 Junsei (Japan)제품을, 추출용 시약으로 사용한 Acetonitrile과 Diethyl ether는 Junsei (Japan)와 Merck (Germany) 특급 시약을 각각 사용하였고, 그 외 분석용 시약은 HPLC급 이상을 사용하였다.

GC 분석을 위한 시료의 정제과정에서는 SPE-Florisil (8B-S013_HCH, Phenomenex, U.S.A.)를 사용하였고, HPLC의 분석을 위한 시료의 정제는 SPE-NH2 (8B-S009_JCH, Phenomenex, U.S.A.)을 사용하였다. 분석시료의 최종 여과는 PTFE-syringe filter (0.45 μm, 6784 1304, Whatman, U.S.A.)를 사용하였다.

분석기기

유기염소계 및 유기인계 등의 농약 성분은 GC-ECD (electron capture detector, Agilent 5890plus, U.S.A.)와 GC-NPD (nitrogen phosphorus detector, Agilent 6890N, U.S.A.) 및 GC/MS (Agilent 5973, U.S.A.)를 이용하였다. 휘발성이 낮고 극성이 높으며 열에 대해 불안정한 농약 성분 분석은 HPLC (Agilent 1100 series, U.S.A.) 및 LC/MSD (Agilent 1100series, SL, G1956B, U.S.A.)를 사용하였으며, 카바메이트계 농약 성분에 대해서는 post-column derivatization system (PICKERING, U.S.A.)을 사용하였다.

전처리 실험

본 실험은 식품공전의 동시다성분 분석 항목 중 217항목과 TBZ 및 OPP에 대해서 실시하였다. 시료채취 및 전처리

Table 1. The list of the import agricultural products analyzed

Groups	Products (No. of Samples)
Citrus fruits (32)	Orange (14), Lemon (9), Grapefruit (9)
Tropical fruits (60)	Banana (20), Kiwi (12), Mango (11), Pineapple (6), Papaya (2), Avocado (3), Grape (5), Pomegranate(1)
Vegetables (31)	Asparagus (2), Carrot (5), Pepper(2, Dried), Sweet pumpkin(1), Blacken (1, Dried), Ginger(2, Washed), Garlic(Stem) (3)
Total	108

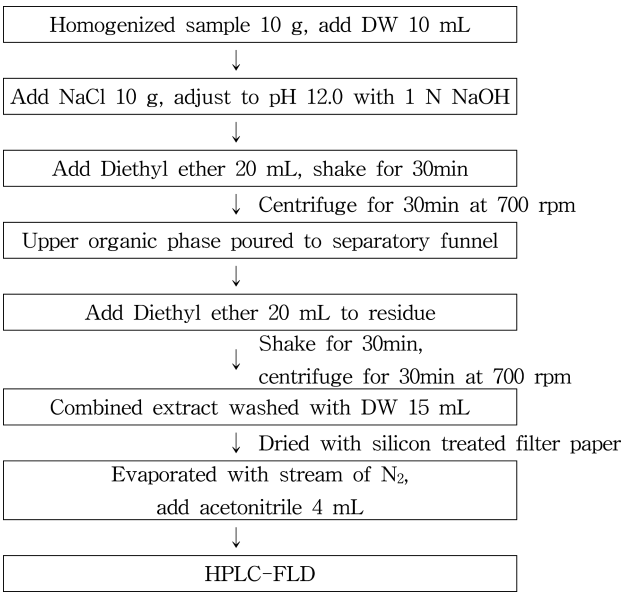

Fig. 1. Schematic diagram of preparation for TBZ and OPP analysis with HPLC.

는 동시분석 217항목의 경우 식품공전의 동시다성분 분석방법에 준하였으며,[10] TBZ와 OPP에 대해서는 Naoki 등에 의해 제시된 동시분석법을 이용하였다.[11] TBZ와 OPP 분석에 대한 전처리는 Fig. 1과 같다. 즉 균질화된 시료 10 g을 취하여 50 mL 원심분리 tube에 넣은 후, DW 10 mL 와 NaCl 10 g을 첨가하고 1 N NaOH로 pH를 약 12로 맞춘 후 Diethyl ether 20 mL를 넣고 30분 동안 혼합하였다. 700 rpm으로 30분 동안 원심 분리하여 상층의 유기층을 200 mL 분액여두에 모았다. 다시 원심분리 tube에 Diethyl ether 20 mL를 넣고 반복하였다. 유기층을 합하고 여기에 DW 15 mL를 넣어 유기층을 씻은 후 유기층을 분리하여 액상분액여지로 여과를 하여 30°C에서 질소 농축하고 Acetonitrile을 넣어 4 mL로 하였다.

기기분석 조건

기기의 분석 조건은 Table 2, Table 3 및 Table 4와 같다.[12] GC-ECD 및 GC-NPD를 이용하여 162종, HPLC-FLD, 및 HPLC-DAD를 이용하여 55종의 농약성분을 분석

Table 2. Analytical condition of 162 pesticides by GC-ECD and GC-NPD

	GC-ECD	GC-NPD
Column	DB-5MS (30m×0.25mm×0.25 μm)	DB-5MS (30m×0.25mm×0.25 μm)
Carrier Gas flow	1.0 mL/min	1.0 mL/min
Inj. Temp.	250°C	250°C
Det. Temp.	290°C	310°C
Inj. Vol.	1.0 μl	1.0 μl
Oven Temp.	140°C(2min)-3°C/min-220°C(0min) -15°C/min-280°C(10min)	140°C(2min)-3°C/min-220°C(0min) -15°C/min-280°C(10min)

Table 3. Analytical condition of 55 pesticides by HPLC-UVD and HPLC-FLD

	HPLC-UVD (254 nm)			HPLC-FLD (Em 455 nm/Ex 340 nm)		
Column	Synergi 4 μ Fusion-RP 80, C18 (250×4.60 mm, 4 μ)			Pickering C18 (250 mm, 5 μ)		
Mobile Phase	A: Acetonitrile B: D.W.			A: Methanol B: D.W.		
Post Column Reaction	-			O-Phthaldialdehyde, 0.05N NaOH		
Flow rate	1.0 mL/min			1.0 mL/min		
Inj. Vol.	20 μl			20 μl		
Gradient	Time(min)	A(%)	B(%)	Time(min)	A(%)	B(%)
	0.0	35	65	0.0	15	85
	3.0	35	65	0.5	15	85
	10.0	55	45	35.0	70	30
	40.0	70	30	45.0	70	30
	47.0	70	30	45.1	100	0
	47.1	100	0	46.1	100	0
	55.0	100	0	46.2	15	85
	55.1	35	65	56.0	15	85
	60.0	35	65			

Table 4. Analytical condition of TBZ and OPP by HPLC-FLD

HPLC-FLD (Em 455 nm/Ex 340 nm)			
Column	Synergi 4μ Fusion-RP 80, C18 (250×4.60 mm, 4 μ)		
Mobile Phase	A: Acetonitrile B: D.W.		
Flow rate	1.0 mL/min		
Inj. Vol.	20 μl		
Gradient	Time(min)	A(%)	B(%)
	0.0	35	65
	10.0	35	45
	20.0	50	50
	30.0	50	50
	31.0	100	0
	40.0	100	0
	41.0	35	65
	50.0	35	65

하였다. GC분석 농약성분의 확인에는 Agilent 5973 질량분석기를 사용 하였고 HPLC 분석 농약성분의 확인은 DAD (diode array and multiple wavelength detector)와 MSD (mass selective detector)를 이용하여 표준물질의 스펙트럼과 검출물질의 스펙트럼을 비교하여 확인하였다.

판정기준

농산물 중 잔류농약 검출 시 판정은 식품의약품안전청 고시 농약잔류허용기준에 준하였다. 다만 해당 농산물에 기준이 설정되어 있지 아니한 농약이 검출 시 판정에 대한 잠정기준은 아래와 같다.[12)]

1) CODEX 기준 적용
2) 1)항에 적용되지 않을 경우 유사농산물(대분류 및 소분류)의 최저 기준을 적용
3) 1), 2)항에 적용되지 않을 경우 우리나라 농약 잔류허용 기준 중 해당농약의 최저기준 적용

결과 및 고찰

수입농산물 잔류농약 분석

2005년 4월부터 10월까지 광주시내에서 유통된 수입농산물 108건을 수거하여 잔류농약검사를 실시하였다. 이 중에서 감귤류가 32건(29.6%), 열대과일 및 포도가 60건(55.6%) 그리고 채소류가 16건(14.8%)을 차지하였다. 원산지별로는 필리핀이 39건(36.1%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 미국 36건(33.3%), 중국 12건(11.1%), 뉴질랜드 11건(10.2%), 칠레 6건(5.6%), 기타 4건(3.7%)을 차지하였다(Fig. 2). 검사한 108건 중에서 잔류농약 검출건수는 33건으로 30.6%의 검출률을 보였으나, 식품의약품안전청고시 농약잔류허용기준을 초과한 부적합 수입농산물은 없었다. 검출된 농약은 감귤류 32건에서 TBZ, IMZ, Chlorpyrifos 등이 20건(62.5%) 검출되었고, 열대과일 등 60건에서 Azoxystrobin, Chlorpyrifos, Carbendazim 등이 13건(12.0%) 검출되었고, 채소류 16건에서는 농약이 검출되지 않았다.

회수율 및 검출한계

Naoki 등에 의해 제시된 동시분석법을 이용한 TBZ 와 OPP에 대해서 회수율 측정 실험을 하였다.[11)] 회수율 시험에 이용한 감귤은 TBZ와 OPP가 검출되지 않은 국내산 감귤에 TBZ와 OPP를 0.5 mg/kg과 1.0 mg/kg씩을 각각 첨가하여 3회 반복하여 회수율 측정실험을 하였다(Table 5). 두 가지 농약에 대한 회수율은 74.7~80.4%, 상대표준편차 (RSD%)는 1.3~4.7%를 나타내었다. Naoki 등에 의해 제시된 동시분석법에서는 감귤류에 대해 TBZ은 82~100%, OPP은 76~94%의 회수율을 보여주었다.

각각 농약 표준액을 주입하여 신호대 잡음비 (signal to noise ratio)를 3으로 하여 계산된 TBZ와 OPP의 검출한계 (Detection Limits, DLs)는 모두 0.01 mg/kg 이었다. Naoki 등에 의해 제시된 동시분석법에도 이들 농약의 검출한계 역

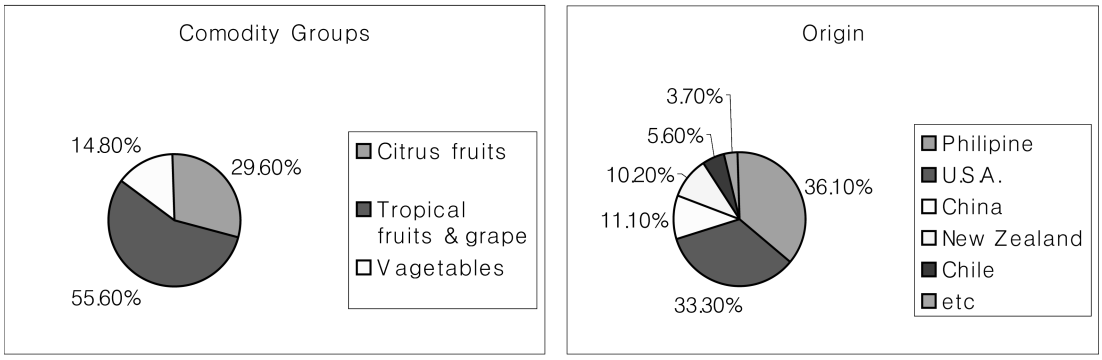

Fig. 2. The percentage of the import agricultural products by origin and commodity groups.

Table 5. Mean percent Recovery (RSD) of TBZ and OPP in Mandarin samples at 0.5 and 1.0 mg/kg fortification levels (n=3)

Pesticides	Fortification level	
	0.5 mg/kg	1.0 mg/kg
TBZ	76.0% (3.3)	80.4% (3.8)
OPP	75.4% (4.7)	74.7% (1.3)

시 모두 0.01 mg/kg로 나타나 있다. 일반적으로 회수율이 70% 이상이고 검출한계는 유해물질의 잔류허용기준에 비해 최소한 1/10 수준 미만의 농도까지 분석이 가능하면 그 분석법은 타당하다고 인정된다. 농촌진흥청고시에도 농산물 검사에서 분석법의 적합성은 검출한계 0.05 ppm 이하, 회수율 70%이상, 변이계수 (RSD%)가 10% 이내이면 바람직하다고 보고 있다.[13] 따라서 본 실험방법은 TBZ와 OPP를 분석하는데 타당하다고 할 수 있다.

수입 감귤류의 잔류농약 현황

우리나라에서 가장 많이 소비되는 수입과일인 오렌지는 네이블과 발렌시아로 나눌 수 있다. 11월에서 5월에 주로 수입되는 네이블은 생과용으로, 6월에서 10월에 수입되는 발렌시아는 과즙이 많아 주스용으로 쓰인다. 2000년도 이후 꾸준히 10만 톤 이상 수입되고 있으며 2004년도에는 18만 톤이 수입되었다. 자몽은 감귤속에 속하는 그레이프프루트 나무의 열매로 즙액이 풍부하여 냉동주스로 많이 가공되며 우리나라에서는 1990년대 중반에 많이 수입되었다가 현재는 감소추세에 있다.[1]

광주시내 대형할인마트와 백화점에서 구입한 감귤류 32건에 대한 결과는 Table 6과 같다. 수확 후 농약인 TBZ는 오렌지, 레몬 및 자몽 모두에서 검출되었고 검출률은 71%, 44%, 그리고 56% 순으로 나타났다. 검출량은 0.2~3.1 ppm으로 허용기준(MRL) 10 ppm을 초과하지 않았다. TBZ는 감귤류 모두에서 검출되었고 그 빈도도 높은 것을 보면 감귤류 전반에 걸쳐서 수확 후 살균제로 많이 사용되고 있는 것으로 생각된다. 역시 수확 후 농약으로 사용되는 IMZ는 오렌지에서 14건 중 7건이 검출되어 50%의 검출률을 보였고, 검출량은 0.04~1.8 ppm이었으나 5 ppm의 허용기준을 초과하지는 않았다. Carbendazim도 오렌지 1건에서 0.6 ppm(기준 7.0 ppm) 검출되었다. TBZ, IMZ 등 수확 후 농약 외에 검출된 농약으로서는 Chlorpyrifos가 오렌지 6건에서 0.1~0.3 ppm이 검출되어 43%의 검출률을 보였고, 레몬 1건에서는 0.1 ppm 검출되었으나 Chlorpyrifos의 잔류허용기준(MRL)을 초과한 검체는 없었다.

감귤류는 수확 후에 살균제로 처리하지 않으면 최적의 조건에서 저장한다 하더라도 25~30% 정도나 썩는다고 한다.[14] 그래서 수입 감귤류에서는 수입되는 동안 이를 방지하기 위하여 이들을 수출하는 대부분의 나라에서는 잔류허용기준을 설정하고 합법적으로 침투성 살균제인 TBZ, Benomyl, Imazalil 등의 처리를 하게 된다. 우리나라에서는 수입 감귤류의 TBZ, OPP 및 Imazalil에 대한 기준이 없어 관리가 되지 않다가 1993년에 처음으로 기준이 설정되었다.[15] 현재 우리나라에서 TBZ, OPP, Imazalil의 잔류허용기준은 각각 10, 10, 5 ppm으로 설정되어 있다. 이번 조사에서는 오렌지, 레몬 및 자몽에서 검출된 TBZ, Imazalil은 모두 허용 기준 내에서 적합으로 판정되었다. 조사자료에 의하면 TBZ를 감귤류에 1.5 g/L의 농약을 담굼처리 했을 경우 겉껍질에서 4.26 ppm, 안 껍질에서 0.76 ppm이 검출되었으나 껍질을 제거하고 실제로 먹는 부위만 검사했을 경우는 TBZ가 거의 검출되지 않았다 (0.006ppm 이하).[16] 따라서 오렌지나 자몽 등에 수확 후 농약을 처리했다 하더라도 허용기준 내에서 관리가 된다면 실제로 먹는 부위는 상대적으로 훨씬 안전하다고 할 수 있다. 그러나 TBZ의 경우 서론에서 언급한 것처럼 쥐의 실험에서 뱃속에 있는 쥐에게 골격이상과 피부기형이 나타나 기형을 일으키는 것으로 확인되었고, Imazalil 또한 미국 환경보호국(EPA)의 실험에서 발암물질로 판명되었다. Imazalil의 허용기준은 각국에서 모두 감귤에 대해 5

Table 6. Residues of pesticides in imported citrus fruits

Samples	No. of samples	No. of samples with residue	Rate of detection (%)	Pesticide detected	Pesticide residues (ppm)	MRLs (ppm)
Orange	14	10	71	TBZ	0.2 ~ 3.1	10.0
		6	43	Chlorpyrifos	0.1 ~ 0.3	0.3
		7	50	Imazalil	0.04 ~ 1.8	5.0
		1	7	Carbendazim*	0.6	7.0
Lemon	9	4	44	TBZ	0.03 ~ 0.5	10.0
		1	11	Chlorpyrifos	0.1	0.3
Grapefruit	9	5	56	TBZ	0.3 ~ 1.7	10.0
Total	32					

*식품공전에는 단일성분 분석법으로 나와 있으나 본 조사에서는 동시다성분법 전처리에 의하여 처리한 결과임.

ppm으로 규제하고 있으나 TBZ에 대한 우리나라의 허용기준은 10 ppm으로 일본의 기준과는 같으나 유럽연합(EU)의 허용기준 5 ppm에 비하면 다소 높다. 따라서 실제로 먹는 부위에서는 훨씬 안전하다 하더라도 우리나라에서도 독성 등 인체에 미치는 영향을 고려하여 기준을 유럽연합 수준으로 강화하여야 할 것으로 생각된다. TBZ와 더불어 곰팡이 방지제로 많이 사용되었던 OPP는 발암 가능성이 있는 것으로 알려져 있으며 1980~1981년 일본에서 조사된 자료에 의하면 검사한 자몽에서 64%, 레몬에서 36%, 오렌지에서 60%가 검출될 만큼 예전에는 많이 사용되었으나 최근에는 많이 사용하지 않는 것으로 나타나 있으며 실제로도 감귤류 검체 32건 중 1건도 검출되지 않았다.[17] 오렌지와 레몬에서 많이 검출된 Chlorpyrifos는 EPA (Environment Protection Agency)에 의해 보고된 바와 같이 뇌에 손상을 주는 것으로 알려져 있으며, 유기인계 살충제로서 적용범위가 넓어 과수 및 채소 등 각종 해충방제에 효과적이며 우리나라에서도 1976년부터 시판되어 사용되고 있으며 2004년도 광주지역 유통농산물 잔류농약 실태조사에 의하면 기준을 초과한 농약 중에서 Chlorpyrifos가 16.7%를 차지하였다.[18] 또한 2002년도 EU의 조사 자료에 의하면 11.5%나 차지할 정도로 유럽 각국에서도 많이 사용되는 농약이다.[19] 감귤류 뿐만 아니라 열대과일인 바나나에서도 검출된 것을 보면 미국, 필리핀 등에서도 많이 사용되고 있는 것으로 생각된다. 우리나라의 경우 농업진흥청에서 2004년 잔류농약 검사시 허용기준치 초과가 빈번한 Chlorpyrifos 성분을 함유하는 농약에 대해 배추와 양배추 등의 엽채류에 사용을 금지한 바 있다.[20] 그러나 각종 과일류에는 사용이 허용되고 있으므로 이번 수입농산물 검사에서 기준을 초과한 검체는 없었지만 수입농산물 뿐만 아니라 우리농산물에서도 사용에 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

수입과일을 어디에서나 쉽게 접할 수 있고 다수의 국민들이 실제로 많이 섭취하고 있으므로 정부 당국에서는 잔류농약기준을 초과한 수입농산물이 유통되지 않도록 검역 및 식품검사에서 최선을 다해야 할 것이며 일반 소비자들은 이러한 농약들을 되도록이면 적게 섭취할 수 있는 방법으로 흐르는 물에 여러 번 세척하고 감귤류는 껍질을 벗길 때 가능하면 먹는 부위에 농약 성분이 묻지 않도록 하는 등 세심한 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

수입 열대과일 및 채소류의 잔류농약 현황

우리나라에 수입되는 과일 중에서 오렌지 다음으로 소비가 많은 바나나는 지방, 나트륨과 콜레스테롤이 없으며, 풍부한 섬유질과 비타민 C를 다량 함유하고 있는 열대과일이며 2003년 이후 해마다 20만 톤 이상씩 꾸준히 수입되고 있다.[1] 망고는 우리나라에서는 그렇게 소비가 많지는 않지만 세계에서 가장 많이 재배되고 있는 열대과수로 비타민 A가 많고 카로틴은 푸른 잎 야채와 거의 같은 양이 들어 있다. 망고는 2000년 이전에는 거의 수입되지 않다가 2000년 421 톤을 시작으로 최근에는 해마다 600 톤 이상씩 수입이 되고 있다.[1] 실험에 사용된 열대과일은 바나나, 키위, 망고, 파인애플, 아보카도 및 파파야 등 이었으며, Table 7에서 보는 바와 같이 주로 바나나, 망고, 포도에서 잔류농약이 검출되었다.

검사한 바나나 20건 중에서 Azoxystrobin 0.1 ppm(1건), Carbendazim 0.1, 0.5 ppm(2건), Chlorpyrifos 0.01, 0.04 ppm(2건) 그리고 Prochloraz가 0.2 ppm(1건) 검출되었으며 검출률은 각각 5%, 10%, 10% 그리고 5%로 나타났다. 망고는 검사한 11건 중에서 Azoxystrobin이 0.1~0.2 ppm(3건), Cypermethrin 0.1 ppm(1건) 그리고 Endosulfan이 0.1 ppm(1건) 검출되었으며 검출률은 각각 27%, 9%, 9%로 나타났다. 검사한 포도 5건 중 2건(40%)에서 Captan이 0.2~1.4 ppm 검출되었고 Boscalid가 1건(20%)에서 0.1 ppm 검출되었다. 검사한 검체에서 잔류허용기준 (MRL)을 초과한 검체는 없었다. 그 밖에 키위, 파인애플, 아보카도, 파파야, 석류에서는 검사항목 내에서 잔류농약이 검출되지 않았다.

감귤류에서 검출된 수확 후 농약으로 쓰이는 TBZ, IMZ, Benomyl, Carbendazim 등의 농약이 바나나, 망고, 키위 등의 열대과일에 대해서도 수확 후에 변질되는 것을 방지하기 위해 많이 사용되는 것으로 알려져 있으나 이번 조사에서는 바나나에서 Carbendazim이 2건 검출된 것을 제외하고 다른 검체에서는 검출되지 않았다. 바나나와 망고에서 많이 검출된 Azoxystrobin은 Kresoxim-methyl, Trifloxystrobin 등과 같이 최근에 개발되어 사용량이 많은 스트로빌루린계 농약으로 이 스트로빌루린계 살균제의 작용특성은 병원균의 호흡작용을 관장하는 세포내 기관인 미토콘드리아에 영향을 주어 호흡을 저해한다. 또한 항균범위가 넓은 것이 이들 살균제의 특징인데 조균류, 자낭균류, 담자균류, 불완전균류 등 종류를 가리지 않고 다수의 병원균에 활성을 나타낸다고 알려져 있다.[21] Azoxystrobin은 우리나라에서도 최근에 많이 검출되는 농약으로 광주지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사연구에 의하면 2004년도에 9건 검출에 2건이 부적합 판정을 받았다.[18] 이번 수입농산물 조사에서는 바나나에서 20건 중 1건, 망고에서 6건 중 3건이 검출되었는데 아직 우리나라에는 이들 농산물에 대한 Azoxystrobin에 대한 기준이 아직 설정되어 있지 않다. 따라서 현재는 바나나와 망고의 Azoxystrobin에 대한 기준 적용은 식품의약품안전청의 농산물의 잔류농약 잠정기준적용에 따라 과실류 중에서 감이나 사과의 기준인 0.5 ppm이 적용되고 있다.[22] 우리나라가 바

나나와 망고를 주로 수입하는 필리핀에서는 아직 잔류농약에 대한 자체기준은 없고 CODEX기준에 따르는데 CODEX에도 Azoxystrobin이 아직 등록되어 있지 않다.[23] 일본의 경우 역시 망고에 대한 기준은 없고 바나나에만 2 ppm 이하로 규제하고 있다. 수입농산물도 지속적으로 증가하고 있고 스트로빌루린계 농약들이 최근에 자주 사용되고 있으므로 열대과일에 대한 Azoxystrobin, Kresoxim-methyl, Trifloxystrobin 등 스트로빌루린계 농약에 대한 기준설정이 하루빨리 이루어져야 할 것으로 생각된다.

오렌지와 바나나에서 검출된 Carbendazim은 Benomyl, TBZ, Thiophanate- methyl과 마찬가지로 벤즈이미다졸계 침투성 농약으로 수확 전후에 있어서 많이 사용하는 농약이다. Benomyl은 쉽게 대사되어 Carbendazim으로 변하는데 Benomyl의 약효가 Carbendazim으로부터 기인하는 것으로 알려져 있다.[24] 또한 Thiophanate-methyl도 Carbendazim으로 대사되기 때문에 Carbendazim에 대한 기준은 Benomyl이나 Thiophanate-methyl의 대사산물에서 유래되는 Carbendazim 잔류물질과 Carbendazim의 사용에 의한 잔류물질을 포함해서 설정되어 있다.[25]

망고에서 검출된 Endosulfan과 Cypermethrin은 세계야생보호기금 (WWF)과 환경부에서 지정한 내분비계 장애물질로 규제되고 있는 농약이다. Endosulfan은 국내 농산물에서도 많이 검출되는 고독성 (2급)농약으로 실험동물에 대한 급성독성(LD_{50})은 53.33 mg/kg, 경피의 경우 220 mg/kg이고 어류에 대한 독성 (1급)이 큰 것으로 알려져 있고,[26] 최근에는 Chlorpyrifos의 경우처럼 농업 진흥청이 배추에 대한 Endosulfan의 사용을 금지하였다.[20] Cypermethrin 역시 국내 농산물에서 많이 검출되는 농약으로 중독 시 중앙신경계에 영향을 미칠 수 있고, 장기간 노출 시 간에 병적인 변화를 초래할 수 있으며, Cypermethrin의 대사속도가 느린 어류에는 독성이 큰 것으로 알려져 있다.[27] 포도에서 검출된 Captan은 탄저병 방제에 사용되며 저독성 (4급)으로 분류되어 있으나 발암성, 어독성(1급)의 우려로 수질오염측면에서 출하량이 제한되어 있고, 1994년 안전성 종합평가 대상농약으로 설정되었다.[28] 미국산 포도에서 검출된 Boscalid는 저독성(4급) 농약으로 포도의 잿빛 곰팡이병 방제에 사용되며 국내산 포도에서도 가끔 검출되는 농약이다.[26]

검사한 수입채소는 총 16건으로 이 중 중국산이 12건(75.0%)를 차지했고 그 다음으로 필리핀 2건, 미국 1건, 뉴질랜드 1건이었다. 검사항목 내에서 농약검출은 1건도 없었

Table 7. Residues of pesticides in imported tropical fruits and vegetables

Samples	No. of samples	No. of samples with residue	Rate of detection (%)	Pesticide detected	Pesticide residues (ppm)	MRLs (ppm)
Banana	20	1	5	Azoxystrobin	0.1	-
		2	10	Carbendazim*	0.1, 0.5	1.0
		2	10	Chlorpyrifos	0.01, 0.04	0.25
		1	5	Procloraz	0.2	5.0
Kiwi	12	-	-	-	-	-
Mango	11	3	27	Azoxystrobin	0.1 ~ 0.2	-
		1	9	Cypermethrin	0.1	2.0
		1	9	Endosulfan	0.1	1.0
Pineapple	6	-	-	-	-	-
Avocado	3	-	-	-	-	-
Papaya	2	-	-	-	-	-
Grape	5	2	40	Captan	0.2, 1.4	5.0
		1	20	Boscalid	0.1	5.0
Pomegranate	1	-	-	-	-	-
Asparagus	2	-	-	-	-	-
Carrot(Washed)	5	-	-	-	-	-
Pepper(Dried)	2	-	-	-	-	-
Sweet pumpkin	1	-	-	-	-	-
Blacken(Dried)	1	-	-	-	-	-
Ginger(Washed)	2	-	-	-	-	-
Garlic(Stem)	3	-	-	-	-	-
Total	76	-	-	-	-	-

*식품공전에는 단일성분 분석법으로 나와 있으나 본 조사에서는 동시다성분법 전처리에 의하여 처리한 결과임.

다. 수입채소는 수입과정에서 감귤류 등과 달리 쉽게 변질되지 않는 종류가 수입되고 국내에서 생산된 채소와는 달리 원형 그대로 수입되지 않고 당근이나 생강의 경우는 세척 후에 수입이 되기 때문에 상대적으로 농약이 잔류할 가능성이 낮고, 고추나 고사리 등도 대부분 말린 후에 수입되므로 그만큼 농약이 잔류할 가능성이 낮은 것으로 생각된다. 비교적 원형 그대로 수입되는 아스파라거스, 단호박, 마늘쫑 등에서도 농약이 검출되지 않았다.

국문요약

2005년 광주에서 유통 중인 108건의 수입농산물 검사에서 잔류농약 검출건수는 33건으로 30.6%의 검출률을 보였으며, 식품의약품안전청고시 농약잔류허용기준을 초과한 부적합 수입농산물은 없었다. 잔류허용기준은 건강에 대한 안전보장을 법적으로 강제하는 수단이지 그 자체가 건강에 위험하다는 것을 뜻하는 것은 아니다. 따라서 이번에 검사한 수입농산물 중 36건에서 잔류농약이 검출되었으나 허용기준을 설정하는데 기준이 되는 1일 섭취허용량이 껍질 채로 먹었을 경우의 양으로 계산되어 있다는 것을 고려하면, 일반적인 방법으로 먹을 경우 이번 수입농산물은 잔류농약 측면에서는 안전하다고 할 수 있다. 그러나 바나나, 오렌지 등은 가장 많이 소비되는 수입과일이므로 수입하는 과정에서 허용기준을 초과한 수입농산물이 유통되지 않도록 수입농산물의 잔류농약에 대한 정부당국의 지속적인 감시가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 농산물 유통공사: 농수산물무역정보(http://www.kati.net/) (2005).
2. 농산물 유통공사: 농산물유통정보(http://www.kamis.co.kr/) (2005).
3. 장원석, 허승욱: 수입농산물의 위해성과 대응방안. 한국제농지, 10(2), 40-49 (1997).
4. 일본자손기금: 먹지마 위험해!. pp. 96-119 (2002).
5. Lagunas-Solar MC. Radiation processing of foods: An overview of scientific principles and current status. Journal of Food Protection, 58-186 (1995).
6. 정영호, 김장억, 김정한, 이영득, 임치환, 허장현.: 최신 농약학. pp. 273-274 (2000).
7. 농림부: 농약안전사용교육. pp. 121-122 (2005).
8. 식품음료신문(http://www.thinkfood.co.kr/): 일본식품 잔류농약 규제 강화 (2005).
9. 식품의약품안전청(http://www.kfda.go.kr/): 식품 등의 수입신고 및 검사.
10. 식품의약품안전청: 식품공전(별책), pp. 263-269 (2005).
11. Naoki Y, Yumi A and Kiyoshi T.: Rapid sumultaneous determination of o-phenylphenol, diphenyl, thiabendazole, imazalil and its major metabolite in citrus fruits by liquid Chromatography-mass spectrometry using atmospheric pressure photoionization. Journal of Chromatography A, 1022(1-2) (2003).
12. 식품의약품안전청: 식품공전, 제3.식품일반에 대한 공통기준 및 규격, pp. 56-57 (2005).
13. 농촌진흥청고시: 농약의 등록시험 기준과 방법, 제 2005-7호 (2005).
14. Eckert, JW.: Outlook on Agric. 9, 225-232 (1978).
15. 식품의약품안전청 고시: 아세페이트등 67종 농약잔류허용기준 설정, 제1993-102 호 (1993).
16. Isshiki K, Tsumura S, & Watanabe T.: Agric. Biol. Chem. 46, 993-999 (1982).
17. Isshiki K, Tsumura S, & Watanabe T.: Agric. Biol. Chem. 46, 2149-2151 (1982).
18. 김종필, 강경리, 양용식, 이향희, 정재근, 김은선: 광주지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사연구. 한국식품위생안전성학회지, 20(3), 165-174 (2005).
19. European Commission: Monitoring of Pesticide Residues in Products of Plant Origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein 2002 Report, SANCO/17/04 final (2004).
20. 농촌진흥청 고시: 농약의 안전사용기준, 제2004-20호 (2004).
21. 원예마을(http://www.wonye.net/): 영농기술, 환경보존과 농약사용법 10.
22. 식품의약품안전청: 식품의 농약 잔류허용기준, pp. 9-12, p. 96 (2005).
23. 각국의 농약잔류허용기준 검색 사이트: http://www.affa.gov.au/content/output.cfm?&OBJECTID=D2C48F86-BA1A-11 A1-A2200060B0A05743.
24. Itak JA, Sesker MY, Jourdan SW, Fleeker JR, Herzog DP: Determination of benomyl(as carbendazim) in water, soil, and fruit juice by magnetic particle-based immunoassay. Journal of Agricultural and Food Chemistry 41, pp. 2329-2332 (1993).
25. 식품의약품안전청: 식품의 농약 잔류허용기준, p. 68 (2005).
26. 농약공업협회: 농약사용지침서 (2004).
27. EPA: Prevetion, pesticides and toxic substances, 7508c (1998).
28. 농업진흥청(http://www.rda.go.kr/): 농업정보포털.