

## 서울지역 유통 농산물 중 내분비계 장애 추정농약의 잔류실태 조사

김옥희\* · 박성규 · 최영희 · 승현정 · 한성희 · 이영주 · 장정임 · 김윤희 · 조한빈 · 박건용 · 유인실 · 한기영

서울시보건환경연구원 강북검사소

(2011년 1월 31일 접수, 2011년 2월 19일 수리)

### Survey on the Pesticides Suspected as an Endocrine Disrupter in Agricultural Products Distributed in Seoul

Ouk Hee Kim\*, Sung Kyu Park, Young Hee Choi, Hyun Jung Seoung, Sung Hee Han, Young Ju Lee, Jung Im Jang, Yun Hee Kim, Han Bin Jo, Geon Yong Park, In Sil Yu and Ki Young Han

Kangbuk Agro-Fishery Products Inspection Center, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, Seoul

#### Abstract

This study was performed to investigate the contaminated status of endocrine disruptor-suspected pesticides in agricultural products distributed in northern Seoul in 2010. We analyzed 33 kinds of pesticides by multiresidue analysis method in 3,081 samples. Twelve pesticides were detected 600 times and violated 22 times from the agricultural products. The highest frequency of detection was procymidone and that of violation was endosulfan. The highest rates of detection divided violation times was diazinon. In agricultural products, 466 samples had pesticide residues and 22 samples violated the maximum residue limits (MRLs). Agricultural products were also classified by type and red pepper powder belonged to the others was the highest detection rate at 70.7%, fruiting vegetables 35.3%, tea leaves 23.6%, stalk and stem vegetables 21.2%, fruits 14.6% and leafy vegetables 11.2%. The rates of violation sample were stalk and stem vegetables 1.1%, leafy vegetables 1.0% and roots and tubers 0.4%. Leek was to be managed primarily because it had the high detection and violation ratio and was detected together several pesticides.

**Key words** Endocrine disruptor-suspected pesticide, Agricultural products, Monitoring

#### 서론

인구의 급격한 증가와 경제성장에 따른 웰빙문화의 확산으로 안전한 농산물에 대한 요구가 커졌으며, 국제사회 간에 식량이 무기화되어 양적, 질적인 농산물의 안정적인 확보가 중요해졌다. 이에 농약은 생산량 증대, 상품성 향상 뿐 아니라 많은 시간과 노동력 절감차원에서 큰 공헌하고 있다(정 등, 2004). 농약을 사용하지 않을 경우 벼에서 30%, 채소류는 20~70%의 감수율을 나타냈으며 과수의 경우 재배가 거의 불가능한

것으로 보고되었다(Takayuki, 2002). 그러나 이런 긍정적인 역할에도 불구하고 농약의 안전성에 대한 논란은 끊이지 않고 있다. 잔류농약 안전관리와 관련 소비자 인식도 조사결과에서도 농약의 생산량 증대 및 노동력 절감에 대한 긍정적인 효과에 대해서는 조사대상자의 63%가 동의 하였으나 대다수의 소비자는 시중 판매되는 식품전반에 농약이 잔류되어 있고 이 농약은 위험/유해 독극물이어서 잔류되어서는 안되는 물질이며, 잔류량이 비록 잔류허용기준 이하라 할지라도 안전하지 않다고 생각하고 있다(Woo 등, 2010). 실제 1996년 세계생태보전기금(World Wildlife Fund, WWF)에서 내분비계 장애추정 물질로 DDT 등 농약 및 산업용화학물질 등

\*연락처 : Tel. +82-2-968-5096, Fax. +82-2-964-8164  
E-mail: ukismart@seoul.go.kr

67종을 분류되어 선진국 및 국제기구에서는 이들 물질에 대한 관리방안을 모색하기 위해 다각도의 연구가 진행 중이다(Lee 등, 2004).

내분비계 장애 추정물질은 수용체 결합과정에서 호르몬 모방작용, 차단작용, 촉발작용 그리고 간접영향을 일으킨다고 알려져 있다(이 등, 2001). 잘 알려진 내분비계 장애 추정물질은 대부분 유사 에스트로겐들로서 estrogen이나 antiestrogen의 특성을 가짐으로 생식과정에 유해하였는데 특히 DDT, kepone, methoxychlor 대사물 등 잔류농약들은 핵 내 estrogen 수용체와 결합했다고 보고되었다(이 등, 2001).

이에 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency, US/EPA)에서는 1996년 EDSTAC(Endocrine Disruptor Screening and Testing Advisory Committee)를 구성하여 내분비계 장애 추정물질에 대한 시험법 등을 권고하였고 2002년 12월에는 US/EPA의 EDST(Endocrine Disruptor Screening program)에서 Tier I Screening을 수행하기에 앞서 농약 주 성분 50~100종을 선별하기 위한 계획을 공표하였다(US/EPA, 2002). 또한 난분해성으로 생체 내 축적되는 특성 및 독성이 강한 오염물질(persistent, bioaccumulative, toxic pollutant; PBT)을 보고하였는데 이는 인체와 환경에 악영향을 끼치고 특히 어린이와 태아에게 노출이 되었을 때에 유독하며, 신경계, 생식 및 발생, 유전독성 등에 문제를 일으키는 발암성 물질로 EPA에서 분류한 PBT 구제 우선순위는 aldrin/dieldrin, HCB, octachlorostyrene, benzo(a)pyrene, alkyl-lead, PCBs, chlordane, mercury 및 관련 화합물, dioxins 및 furans, DDT, mirex, toxaphene이었다(US/EPA, 1998).

그리고 1999년 12월 EC(European Commission)에서는 내분비계 장애물질에 대한 공동체 전략으로 내분비장애물질에 대한 단기적 대응(우선순위물질목록 작성), 중기적 대응(내분비계장애물질의 동정과 평가), 장기적 대응(법적 조치)의 보고서를 발표하였다(European Commission DG ENV, 2000). 내분비계 영향이 관찰된 물질 category 1 물질 중에 농약인 chlordanes, kepone, mirex, toxaphene, DDTs, vinclozolin, maneb, thiram, zineb,  $\gamma$ -HCH lindane, linuron, amitrol, atrazine, acetochlor, alachlor, nitrofen, hexachlorobenzene 등의 농약이 포함되었다(European Commission DG ENV, 2000).

유엔환경계획(United Nations Environment Program, UNEP)에서는 내분비계 장애물질 중에서 특히 야생생물에 대한 생식기능 장애와 기형 등을 유발하여 생태계에 심각한 위협을 초래하는 잔류성 유기오염물질(persistent organic pollutants, POPs)을 매년 사람의 활동에 의해 환경 중으로 방출되는 오

염물질 가운데 가장 위해한 물질로 규정하고 aldrin, chlordane, dieldrin, endrin, DDT, hexachlorobenzene, mirex, heptachlor 등 12종을 지정했다(환경부, 2004).

또한 FAO/WHO 합동회의 결과 1976년에 설립된 GEMS/Food(Global environment monitoring system/food contamination monitoring and assessment programme)는 세계 각국에서 식품오염 모니터링을 통해 식품에 함유된 오염물질의 함량과 인체 노출에 대한 평가 자료를 수집하였는데 여기서 우선순위를 두고 있는 위해물질은 잔류농약, 중금속, 산업오염물질, 자연독소 등으로 그 중 농약에는 aldrin/dieldrin 등 13종이 포함되어 있었다(Lee 등, 2010b).

우리나라는 1998년 이후 내분비계장애물질에 대해 관련 부처가 공동대처하기 위해 환경부를 중심으로 국토해양부, 농림수산식품부, 식품의약품안전청, 농촌진흥청이 대책협의회를 구성하고 소관별로 업무를 분담하여 추진하고 있으며(Kang 등, 2010) 우선 세계야생기금의 67종을 대상으로 관리하고 있다(Ryu, 2002). 그리고 식품의약품안전청에서는 1996~2005년 유해물질 관련 연구보고서를 발표했는데 효율적인 유해물질 관리를 위한 우선순위 평가대상 중에서 잔류농약은 procymidone, endosulfan, carbendazim, imidacloprid, chlorpyrifos, chlorfenapyr, azoxystrobin, chlorothalonil, isoprothiolane, cypermethrin 등 10종이었다(Na 등, 2007).

위에서 보는 것과 같이 내분비계 장애추정물질의 종류와 수는 국가간 또는 기관의 특성상 관심도에 따라 약간씩 차이가 났고 한 물질 뿐 아니라 그 물질의 대사산물이나 분해산물, 이성질체 등도 포함시켜 점차 확대되는 추세이다(Ryu, 2002). 이렇게 분류된 위해물질의 평가와 관리를 하기 위해 먼저 식품안전문제 특성 및 프로파일 개발 등을 토대로 위해 평가 우선순위 대상 물질과 평가 항목을 선정하였고 분석법을 확립한 후 모니터링 및 위해도를 실시하는 등 위해관리 모델로 독성연구, 모니터링, 위해성 평가, 분석법, 기준규격, 저감화 방안 마련 등의 로드맵에 따라 진행하였다(Na 등, 2007).

이제까지 연구진행성과를 보면 1990년대에는 식품과 농산물 중의 잔류농약 모니터링 사업과 식이를 통한 농약섭취량에 대한 조사 연구로 노출과 위해평가분야 연구가 주를 이루었고 2000년대에 들어와서는 농약잔류허용기준 설정에 대한 재평가 사업이 진행되었다(Na 등, 2007). 그 중 식품 중 잔류농약 모니터링 사업은 실제 인체의 노출도를 평가하기 위해서 식품의 섭취량 조사와 함께 중요한 사업이었고 조사 시기와 지역 범위에 따라 검출되는 농약종류와 빈도 등 경향이 달라지는 특성을 가지고 있었으므로 실태조사사업은 단편적으로 끝날 프로젝트가 아니라 지속적으로 광범위하게 진행되

어야 할 필요가 있었다.

그러므로 이번 연구에서는 2010년 서울 강북지역에 유통되는 농산물 중 내분비장애 추정물질에 포함된 농약의 잔류 실태를 조사하여 잔류농약으로 인한 내분비 장애추정물질의 노출 현황을 알아보고 차후 위해도 평가에 기초 자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시료 및 분석농약

2010년 1월부터 2010년 12월까지 서울 강북지역 백화점, 대형매장 및 재래시장에서 유통되는 농산물 122 품목 3,081건을 대상으로 검사하였다.

분석농약은 세계생태보전기금(Kim 등, 2010), 우리나라 우선순위(Na 등 2007), UNEP 지정 POPs(환경부, 2004), EPA의 PBT 규제 우선순위(US/EPA, 1998), GEMS/Food 잔류농약 우선순위(Lee 등, 2010b), 내분비계 장애물질 category 1(European Commission DG ENV, 2000)에 해당되는 농약 중 동시다성분 분석이 가능한 농약인 acetochlor, alachlor, aldicarb, aldrin, azoxystrobin, BHC, carbaryl, chlordane, chlorfenapyr, chlorothalonil, chlorpyrifos, cypermethrin, DDT, diazinon, dicofol, dieldrin, endosulfan, endrin, fenitrothion, fenvalerate, heptachlor, isoprothiolane, linuron, malathion, methomyl, methoxychlor, metribuzin, parathion, parathion-methyl, permethrin, procymidone, trifluralin, vinclozolin 33종을 선택하였다(Table 2)

### 시약 및 기구

분석대상 농약의 표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH(독일), Sigma-Aldrich(미국), Chem Service(미국) 제품을 사용하였고, 추출정제 및 HPLC 이동상으로 사용한 유기용매는 각각 잔류농약 분석등급 및 HPLC 분석등급으로 Kanto chemical사(일본)와 JT & Bakers(미국)의 제품이었다. 시료 전처리 시 Robot-couple사의 Blixer 5plus로 분쇄하고 Homogenizer는 Omini 사의 Omini macro homogenizer를 이용하였으며 GC-NPD(HP 6890), GC-ECD(HP 6890N), HPLC-FLD(Waters 2695, post-derivatization 포함)로 각 성분을 정량한 후 GC-MSD(HP 5975C)로 정성 확인하였다.

### 실험 방법

시료는 식품공전 중 다중 농약 다성분 분석법(식품의약품

안전청, 2009)과 Lee 등(1991)의 동시다성분 분석법으로 실험하였다.

## 결과 및 고찰

### 내분비장애 추정 농약의 현황

2010년 서울 강북지역 백화점, 대형매장 및 재래시장에서 유통되는 총 3,081건 농산물에서 내분비장애 추정농약 33종을 분석한 후 한 농산물에서 검출된 농약의 횟수를 중복으로 체크했을 때 검출이력이 있는 농약은 procymidone, cypermethrin, endosulfan, chlorfenapyr, chlorpyrifos, fenvalerate, chlorothalonil, azoxystrobin, diazinon, vinclozolin, isoprothiolane, fenitrothion 등 12종으로 총 600회 검출되었고 해당 농산물에 대한 잔류허용기준에 초과한 농약은 endosulfan, diazinon, chlorpyrifos, procymidone, chlorothalonil, vinclozolin 등 6종으로 빈도는 총 22회였으며 검출횟수 대비 부적합 비율은 3.6%였다(Table 2). 이는 2000~2007년까지 7년 동안 서울 지역에 유통되는 농산물을 분석한 결과 검출이력이 있는 농약만 계속 검출되었고 검출이 많이 된 농약 순으로 보았을 때 procymidone과 endosulfan이 가장 많이 검출되었으며 연도별 추세는 점차 감소하는 양상으로 endosulfan은 검출빈도가 매년 급격히 감소되는 반면 cypermethrin은 다소 증가하였다는 보고와 같은 맥락이었다(Kim 등, 2007a). 또한 2006년 부산지역 유통농산물에서 procymidone 124회 검출되어 가장 많이 검출된 것과 같은 결과였다(Kim, 2009a). Procymidone이 endosulfan보다 검출될 확률이 더 높은 것은 농산물에 농약을 처리할 때 농도가 높을수록 작물의 흡수량이 증가했는데 특히 침투이행성 약제인 procymidone이 처리 농도와 상관없이 endosulfan에 비해 3.6배 이행량이 많아(Park 등, 2004) endosulfan보다 농산물에서 검출될 확률이 높았던 것으로 생각되었다. 또한 procymidone은 특성상 토양환경에서 흡착량이 높고 이동성이 낮아 타 환경계로의 전이 정도가 매우 낮았으며 이에 따른 약제의 소실은 살포된 당해 환경 내에서 일어나게 되었는데 분해가 서서히 진행되어 다소 느린 소실속도를 보였다(최 등, 2004). 이에 비해 endosulfan은 다양한 품목에서 검출되었고 그 잔류량 범위도 넓었으며 농산물의 검출횟수는 procymidone에 이어 두 번째였고 부적합횟수는 가장 높았다(Table 2).

이것은 2010년 서울 강북지역의 농산물 중 procymidone과 endosulfan의 검출빈도 및 부적합빈도를 비교해 본 결과에서도 검출횟수는 procymidone이 211회로 endosulfan 195

**Table 1.** List of the endocrine disruptor-suspected pesticides

No	Pesticidie	WWF <sup>a)</sup>	Korea <sup>b)</sup>	UNEP <sup>c)</sup>	EPA <sup>d)</sup>	GEMS <sup>e)</sup>	SED <sup>f)</sup>
1	Acetochlor						○
2	Alachlor	○					○
3	Aldicarb	○					
4	Aldrin			○	○	○	
5	Azoxystrobin		○				
6	BHC	○					○
7	Carbaryl	○					
8	Chlordane	○		○	○		○
9	Chlorfenapyr		○				
10	Chlorothalonil		○				
11	Chlorpyrifos		○				
12	Cypermethrin	○	○				
13	DDT	○		○		○	○
14	Diazinon					○	
15	Dicofol	○					
16	Dieldrin	○		○	○	○	
17	Endosulfan	○	○			○	
18	Endrin			○		○	
19	Fenitrothion	○				○	
20	Fenvalerate	○					
21	Heptachlor			○		○	
22	Isoprothiolane		○				
23	Linuron						
24	Malathion	○					
25	Methomyl	○					
26	Methoxychlor	○					
27	Metribuzin	○					
28	Parathion	○				○	
29	Parathion-methyl					○	
30	Permethrin	○					
31	Procymidone		○				
32	Trifluralin	○					
33	Vinclozolin	○					○

a) reference is Kim et al, 2010  
 b) reference is Na et al, 2007  
 c) reference is Ministry of Environment, 2004  
 d) reference is US/EPS, 1998  
 e) reference is Lee et al, 2010b  
 f) reference is European Commission DG ENV, 2000

회보다 높았으나 부적합횟수는 endosulfan이 19회로 12회인 procymidone보다 높았다는 결과와 일치하였다(Seung 등, 2010). 2005~2009년까지 서울 유통 농산물의 다빈도 잔류 농약을 비교한 결과 부적합빈도가 procymidone은 2008년을

정점으로 감소하였고 endosulfan 매년 꾸준히 높은 부적빈도를 나타냈다고 보고되어 같은 추세를 이어갔다(Kim, 2009c). Endosulfan은 고독성 농약으로서 현재 우리나라에서 사용되고 있는 유일한 cyclodiene계 살충제로 작물 잔류성으로

**Table 2.** Monthly distribution of the endocrine disruptor-suspected pesticides detected and found over MRLs in agricultural products

Pesticides	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		Total		V/F (%)	
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V		
Procymidone	5	-	11	-	24	-	25	-	11	-	11	-	5	-	8	-	11	-	4	-	12	1	9	1	133	2	1.5	
Cypermethrin	2	-	5	-	2	-	6	-	6	-	11	-	18	-	9	-	13	-	10	-	13	-	17	-	112	-	-	
Endosulfan	3	-	4	1	7	-	10	2	3	1	5	-	12	1	15	1	18	1	8	2	10	1	14	1	109	10	9.1	
Chlorfenapyr	1	-	1	-	17	-	9	-	3	-	7	-	7	-	5	-	17	-	10	-	12	-	14	-	103	-	-	
Chlorpyrifos	2	-	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	2	-	9	1	4	1	19	1	8	-	50	3	5.9	
Fenvalerate	-	-	4	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	-	8	-	2	-	-	-	9	-	31	-	-	
Chlorothalonil	-	-	3	-	1	-	2	-	-	-	-	-	6	1	2	-	3	-	2	-	1	1	-	-	20	2	10.0	
Azoxystrobin	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-	9	-	-	-	-	-	19	-	-	
Diazinon	1	-	-	-	1	1	-	-	1	1	1	-	1	-	5	2	1	-	3	-	2	-	-	-	15	4	26.7	
Vinclozolin	1	-	2	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	20.0	
Isoprothiolane	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	
Fenitrothion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
Total	16	-	33	-	62	-	53	-	26	2	37	-	53	-	50	-	81	2	52	3	69	4	69	2	600	22	3.6	

인해 2004년 10월 식용작물에 대한 사용이 금지되어 분제와 유제가 담배, 콩나물 등 비식용 작물에 담배나방, 토양해충 방제를 위해 제한적으로 사용되며 접촉독 및 식독작용에 의해 효과를 나타내는 농약이다(정 등, 2004;Na 등, 2008).

이렇게 식용작물에 사용이 금지되었음에도 불구하고 endosulfan은 다른 농약에 비해 부적합 횟수가 10회로 가장 높았고 전체 부적합 횟수 중 43.5%를 차지했는데 이는 2008년 개정고시에서 국내 기준이 하향 조정되어 사용금지 이후 잔류기준이 강화되었으며(식품의약품안전청, 2007), 여전히 식용작물에 부적절하게 사용될 가능성이 있기 때문인 것으로 생각되었다. Kang 등(2007)의 연구에서도 1998년 우리나라 수입된 쇠고기에서 검출되어 20여톤 불합격 폐기되었는데 이는 농약 중 유기염소계 농약은 반감기가 매우 길어서 토양에 오염되었을 경우 물을 통한 어류의 오염이 생길 수 있기 때문인 것으로 생각되었다. 한국인 장기조직 중 유기염소계 농약의 분포에 관한 조사자료에 따르면 한국인 남녀의 사후 조직에서 혈액, 뇌, 지방조직, 신장 피질, 간장 등에 유기염소계 농약이 고르게 분포하고 있었으며, 외국의 자료와 비교할 때 상대적으로 함량이 낮았으나 장기 조직 내 함량과 연령, 남녀간, 거주지역과의 상관관계는 없이 분포하였다(Park 등, 2005). 내분비계 장애 추정물질로서 endosulfan의 에스트로젠 영향성은 fenvalerate, cypermethrin의 2배로 높아 다른 농약에 비해 내분비계 장애 추정물질로서 활성율이 높았다(Lee 등, 2004). 그러므로 농산물 섭취로 인한 endosulfan의 노출량을 낮추기 위해 유통농산물과 토양 중의 잔류량에 대한 지속적

인 모니터링이 요구되었으며 일선 농가에 올바른 농약사용에 대한 지도가 필요하였다.

Cypermethrin은 부적합 사례는 없으나 검출횟수가 높았는데 이는 cypermethrin이 UNEP의 잔류성 유기오염물질에 분류된 dieldrin의 대체물질 중 하나로 사용이 권장되어 사용되었기 때문이었다(환경부, 2004). 또한 썩갓에서 fenvalerate, cypermethrin 분해감소 특성을 살펴본 결과 cypermethrin의 반감기는 가장 길었으나, 6.28 mg/kg의 초기 잔류량에서 잔류허용기준 이하로 감소되는 시점은 하루반 밖에 걸리지 않았다는 보고(박 등, 2006)에서 볼 수 있듯이 오래 잔류하였으나 잔류허용기준이 높아 기준 이내로 검출될 확률이 높았다. Cypermethrin은 fenvalerate와 같이 pyrethroid계통의 농약으로 토양이나 지표수에서 햇빛에 의해 분해가 잘 되었으나 물에 잘 녹지 않고 옥탄올-물 분배계수가 5~6.6 정도의 범위로 환경 잔류성이나 생체 농축성이 높고 특히 물고기에 대한 급성 독성이 강해서 수계의 직접 처리가 금지되었다(식품의약품안전청, 1998). 농약은 먹이사슬을 통해 생물체 내에 계속 잔류하였으므로 축적 정도를 살펴보면 우리나라 주요 하천유역에 서식하는 어류에서 cypermethrin이 0.26~16 µg/kg 검출되었고(Oh 등, 2002), 7년간의 잔류농약의 추세변화 관찰 결과에서도 cypermethrin은 부적합 사례는 드물었으나 검출 사례가 늘어났으므로(Kim, 2007a) 주의 깊게 관찰해야 할 농약이었다.

Diazinon은 주로 접촉 및 식독작용에 의해 살충효과를 보였고 흡입독성도 있었으나 토양 및 식물체내에서 비교적 신

속하게 분해되므로 잔류성이 낮은 특성을 가지고 있었다(정 등, 2004). 또한 diazinon은 최다 부적합 농약 endosulfan 다음으로 부적합횟수가 많았는데 특히 검출횟수 대비 부적합횟수가 높아 농약 사용 시 농약사용지침을 초과하여 사용하였거나 수확시기를 지키지 않았을 확률이 높은 것으로 생각되었다. 1997년 1년간 캐나다 Humber강에 합쳐지는 6개강의 물, 분산퇴적물 및 침적퇴적물에서 diazinon을 분석한 결과 침적퇴적물 및 분산퇴적물에서 각각 1.7, 1.3 mg/kg이 검출되어 물을 여과하고 남은 퇴적물이 오염되었고, 부유입자에 흡착하는 성질이 커서 연안이나 수권 생태계에 많은 영향을 줄 수 있었다는 보고도(환경부, 2004) 있는바 diazinon 사용에 주의가 요망되었다.

Chlorpyrifos는 50회 검출에 3회 잔류허용기준에 초과하였는데 이 농약은 분자 내 3개의 염소원자를 가지고 있는 분자구조 때문에 생물학적 분해가 어렵고 반감기가 길어서 환경이나 농산물에 검출되는 경우가 많았다고 보고되었다(Hernandez 등, 1998).

또한 5회 검출에 1회 잔류허용기준 초과인 vinclozolin은 검출횟수는 작았으나 검출횟수 대비 부적합 비율이 20.0%로 diazinon 다음으로 높아 살포시 농약사용지침을 준수하도록 현장지도가 필요하였다. 항안드로겐 살균제인 vinclozolin은 수컷 쥐의 경우 임신기간 14일부터 출산 후 3일 동안 노출되면 다양한 생식기 장애가 발생하였다고 보고되었다(환경부, 2004).

그리고 본 연구에서 DDT, BHC, aldrin, chlordane, dieldrin, endrin, heptachlor 등의 농약이 검출되지 않았는데 대부분의 국가에서 이들 농약의 사용이 금지되었고, endosulfan을 제외한 사용금지농약은 국내에서 금지되어 생산 및 사용실적이 없었기 때문에(Na 등, 2008) 검출이 되지 않은 것으로 생각되었다.

그러나 미국 FDA에서 2004~2006년 동안 미국 내 유통 곡류, 우유/달걀, 어류, 과일, 야채, 기타식품에서 aldicarb, BHC, DDT, dieldrin, endrin, heptachlor 등이 매년 검출되었다고 보고되었고(Na 등, 2008), 우리나라에서도 한약재에서는 DDT, BHC 등이 검출되었으므로(Cho 등, 2000) 검출되지 않은 내분비 장애 추정농약에 대해서도 계속 관심을 가지며 조사, 관리할 필요가 있다고 생각되었다.

농약별 검출현황을 월별로 살펴보면 3월이 가장 빈도가 높았고 9월이 그다음이었으며 10월, 11월, 7월, 8월 순이었다(Table 2). 이는 부산지역과 광주지역의 농산물 중 잔류농약의 검출 분포가 1/4분기가 가장 높고 2/4분기에 낮아졌다가 다시 3/4분기, 4/4분기로 갈수록 다소 상승하는 결과와 비슷

하였다(Kim, 2009a; Kim 등, 2005). 1/4분기의 농약 검출률이 높아지는 이유는 겨울철 시설재배로 하우스의 따뜻하고 습윤한 환경 때문에 농작물의 병충해 피해가 늘어나므로 농약의 사용이 많았기 때문이었고 2/4분기 봄철이 되면 시설의 비닐을 제거하니 강우에 작물 표면의 농약이 씻겼고 또 바람에 의해서도 증발이 촉진되므로 상대적으로 농약의 검출빈도가 낮아졌다고 보고되었다(정 등, 2004). 그러나 여름철 들어서면서 다시 검출빈도가 높아졌는데 그 이유는 장마철의 높은 온도와 습도가 지속되면서 병충해 발생 증가, 채소가격이 폭등하므로 농약사용지침을 어기고 출하시켰기 때문인 것으로 보고되었다(Lee, 2008a).

### 농산물 유형별 잔류농약 현황

2010년 서울 강북지역 유통농산물 3,081건의 내분비장애 추정 잔류농약을 검사한 결과 466건으로 전체 건수 대비 15.1%가 검출되었고 22건이 잔류허용기준에 초과하여 0.7%의 부적합율을 나타냈다(Table 3). 분석 대상 농산물을 유형별로 구분해보면 채소류 2,561건으로 분석 농산물의 83%를 차지하였고, 과실류 260건, 버섯류 80건, 차류 72건, 견과류 및 종실류 46건, 곡류 16건, 콩류 5건, 기타 41건이었다. 유형별 검출률은 기타가 29건, 70.7%로 가장 높았고 과채류 74건, 35.2%, 차류 17건, 23.6%, 엽경채류 134건, 21.2%, 과실류 38건, 14.6%, 엽채류 161건, 11.2% 순이었다.

부적합건수는 엽채류가 14건으로 압도적으로 많았고 검사 건수 대비 1.0%의 부적합율을 나타냈으며 엽경채류는 7건으로 1.1%의 부적합율을 보였고 근채류 1건이 잔류허용기준에 초과하여 부적합율 0.4%로 채소류가 잔류농약 집중관리대상을 다시 한번 확인시켜주었다. 이것은 Lee 등(2010b)의 연구에서 채소류와 과일류가 주된 농약섭취급원이라는 결과와도 일치하였다. 이렇게 분류상 엽채류 및 엽경채류의 잔류농약 검출률이 높았던 것은 중량 당 표면적이 커서 부착량이 증가하고 주로 비닐하우스에서 재배하여 자정분해 능력이 떨어졌기 때문이라고 보고되었다(Kim, 2009c). Hwang 등(2008a)은 2004~2008년까지 5년 동안 서울시 가락도매시장에 반입되는 농산물의 검출률이 엽경채류 22.4%, 엽채류 11.8%, 과채류 7.7%, 과실류 4.3%, 근채류 3.7%, 버섯류 1.3%이라고 보고하였다. 본 연구결과와 비교하여 엽경채류, 엽채류, 근채류의 검출률은 본 연구와 비슷하였으나 과채류와 과실류, 버섯류의 검출률은 본 연구결과가 월등히 높았다. 또한 2010년 서울 강북지역 유통 농산물에서는 엽채류 51.8%, 과채류 25.1%, 엽경채류 19.5%, 근채류 3.6%, 과실류 10.2%, 고춧가루 2.0%, 버섯류 0.1%의 검출률로 엽경채류, 근채류,

**Table 3.** Pesticide detection profile from agricultural products by type and groups

Type	Group	No. of sample analyzed	No. of sample detected (%) <sup>a)</sup>	No. of sample violated (%) <sup>b)</sup>
Cereal grain	-	16	-	-
Beans	-	5	-	-
Nuts and seeds	-	46	2 (4.3)	-
Fruits	-	260	38 (14.6)	-
Vegetable	Leafy vegetables	1,438	161 (11.2)	14 (1.0)
	Stalk and stem vegetables	633	134 (21.2)	7 (1.1)
	Root and tuber vegetables	280	9 (3.2)	1 (0.4)
	Fruiting vegetables	210	74 (35.3)	-
Mushrooms	-	80	2 (2.5)	-
Tea leaves	-	72	17 (23.6)	-
Others	-	41	29 (70.7)	-
Totals	-	3,081	466 (15.1)	22 (0.7)

<sup>a)</sup> The ratio (%) of detected to analyzed samples.

<sup>b)</sup> The ratio (%) of violated to analyzed samples.

과실류는 본 연구결과와 비슷하였으나, 엽채류와 고춧가루는 큰 차이를 보였다(Seung 등, 2010).

차류의 검출률은 Lee 등(2008b)의 연구결과 차류의 검출률이 1.4%로 23.6%인 본 연구결과와 큰 차이를 보였고 검출된 농약종류도 cypermethrin 검출되어 본 연구에서 chlorfenapyr가 9회, endosulfan 5회, fenvalerate 4회 검출된 것과 다르게 나타났다. Kim 등(2009b)의 국내산 녹차제품에서 잔류농약을 분석한 결과에서도 chlorfenapyr와 chlorpyrifos가 각각 16%, 3% 검출되었고 서울시의 유통 녹차제품 수거검사 결과에서도 두 제품에서 fenvalerate가 잔류허용기준에 초과하여 2.6%의 부적합율을 나타냈고 chlorfenapyr는 15.4% 검출되었다고 보고되었다(머니투데이, 2007).

이렇게 연구들마다 유형별 검출률과 부적합율이 차이가 나는 것은 같은 지역이거나 같은 년도에 분석한 결과라 할지라도 반입되는 농산물의 생산지, 생산자 및 수거되는 농산물의 분포에 따라서 검출 또는 부적합되는 농약의 종류와 패턴이 차이가 나는 것이라고 생각되었다.

### 농산물별 잔류농약 현황

개별 농산물별로 내분비 장애추정농약의 오염정도를 파악하기 위해 분석검체수 30건 이상의 농산물을 대상으로 분석건수 대비 검출 건수의 비율을 살펴본 결과 고춧가루 70.7%로 가장 높았고 부추 43.1%, 고추 38.7%, 피망(파프리카 포함) 28.9%, 참나물 28.2%, 취나물 27.5%, 들깨잎 22.1%, 겨자채 18.4%, 파 18.1%, 시금치 17.2%, 차 16.1%, 썩자

15.0%, 사과 14.3%, 셀러리 13.3%, 더덕 12.9%, 엇갈이 8.4%, 상추 8.3%, 미나리 8.0% 순이었다(Fig. 1). 고춧가루와 고추에서 검출률이 높았고 분석검체 수가 10건으로 그림에서는 제외되었으나 건고추 10건을 분석했을 때 8건이 잔류허용기준 이내로 검출되었으며 부적합한 경우는 없었다. 이와 같은 결과는 건조 엽채류보다 건조과채류의 농약잔류빈도가 높고 그 중 건고추에서 검출률이 높았다는 보고와 비슷하였다(Kim 등, 2007b).

고추와 건조 고추에서 검출되는 농약은 cypermethrin, endosulfan, chlorothalonil, chlorpyrifos, chlorfenapyr, fenvalerate, procymidone이었고 고춧가루에서는 chlorothalonil만 제외하고 위의 농약이 모두 검출되었다(Table 4). 검출된 cypermethrin과 fenvalerate는 합성피레스로이드계 농약으로 응애방제로 과채류에 많이 사용되었으며(Oh 등, 2003), 고추가 연속수확작물이기 때문에 농약성분이 누적되었고 건조, 분쇄과정에 따라 고춧가루에서도 검출된 것으로 보고되었다(정 등, 2004). 생고추보다 건조 고추와 고춧가루에서 중량당 잔류량이 다소 증가하였는데, 이것은 홍고추를 60°C에서 건조했을 때 chlorpyrifos의 잔류량을 살펴본 결과 건조과정을 거쳐 수분함량이 감소하면서 생고추보다 중량당 잔류량이 높아졌다는 보고와 같은 결과였다(Lee 등, 2010a). 그런데 Jo 등(2009)은 고춧가루에서 chlorfenapyr, chlorpyrifos, cypermethrin, fenvalerate의 저장기간에 따른 농약감소율을 측정했을 때 수확 후 저장 중 농산물의 호흡작용과 효소작용으로 잔류농약이 분해되어 chlorpyrifos를 제외하고 50%이상 감소하였다고 보고되어

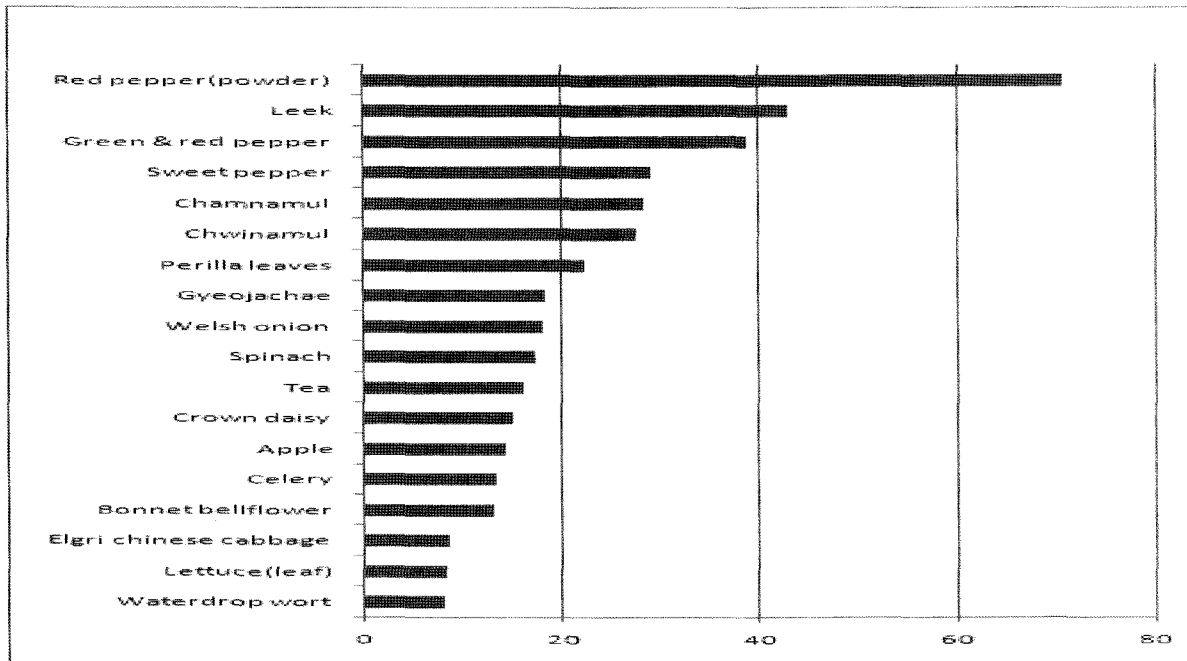


Fig. 1. Detection rate (%) of the endocrine disruptor-suspected pesticides from some agricultural products.

Table 4. List of violated pesticides in fresh pepper, red pepper, red pepper dried and red pepper powder

Pesticide	Fresh and red pepper (N=118)			Red pepper dried (N=11)			Red pepper powder (N=41)		
	No. of detection	Range (mg/kg)	MRL	No. of detection	Range (mg/kg)	MRL	No. of detection	Range (mg/kg)	MRL
Cypermethrin	3	0.02~0.12	0.5	5	0.08~0.54	1.0	21	0.15~1.64	1.0
Endosulfan	1	0.06	0.1	1	0.07	0.5 <sup>a)</sup>	13	0.10~0.39	0.6 <sup>a)</sup>
Chlorothalonil	3	0.01~0.04	5.0	1	0.06	15	-	-	-
Chlorpyrifos	2	0.01	0.5	7	0.01~0.17	1.0	15	0.04~0.69	1.0
Chlorfenapyr	27	0.01~0.32	0.7	3	0.12~0.42	5.0	17	0.03~0.16	5.0
Fenvalerate	4	0.05~0.18	1.0	3	0.37~1.74	5.5 <sup>a)</sup>	9	0.04~0.51	5.7 <sup>a)</sup>
Procymidone	13	0.01~0.34	5.0	1	0.15	15	2	0.09~0.23	15

<sup>a)</sup> : Calculated MRLs by moisture factor

잔류허용기준 이내로 검출된 농약성분은 고춧가루 저장기간 동안 더 감소될 것으로 추정되므로 크게 문제되지 않을 것으로 생각되었다. 그러나 본 연구 뿐 아니라 Kim 등(2007a)의 연구에서도 건조 고추에서 검출률이 높다고 보고되었으므로 우리나라 식생활에서 김치나 반찬류에 많이 사용되는 건조 고추 및 고춧가루의 농약 잔류량에 대한 지속적인 조사 연구는 필요하였다.

부추, 사과 등의 검출률은 2008년 서울시 강남지역 농산물의 잔류농약 실태 조사결과보다 2배 이상 높았고, 들깨잎의 검출률은 17.6%, 상추 8.1%로 비슷하였다(Kim 등, 2008; Kim 등, 2009c).

그 밖에 감잎, 고춧잎(건조), 방아잎, 취나물(건조), 고들빼기, 무시래기 등은 검사건수가 1~2건이어서 1건 검출로 100%, 50% 검출률을 나타냈다. 특히 이런 소면적 재배작물은 사용할 수 있는 농약이 없거나 부족하여 다른 작물에 등록된 농약을 관행적으로 사용하였고 작물 특성상 살포된 농약의 부착량이 단위 면적당 다른 작물에 비해 많기 때문에 검출률이 높은 것으로 보고되었다(Kim 등, 2009c). 이렇듯 이들 작물에 농약의 사용이 무분별하게 이루어질 수 있었으므로 소면적 재배 농산물의 검사물량을 늘려 확인, 관리할 필요가 있다고 생각되었다.

잔류허용기준을 초과한 농산물별로 검사, 검출, 부적합 건



수를 표시하고 검출 및 부적합 농약의 횟수와 잔류허용기준을 Table 5에 제시하였다. 해당 품목 농산물 검사건수가 30건 이상인 썩갓, 취나물의 부적합율은 각각 5.0%, 2.5%였고 검출률은 15.0%, 27.5%로 썩갓의 부적합율이 높았고, 취나물은 검출률이 높았다. 특히 부추는 본 연구 뿐 아니라 다른 연구 등에서도 높은 검출률과 부적합율을 보였고 잔류허용기준을 초과한 농약이 외에 다른 농약들도 함께 검출되었으므로 주의 깊게 관리해야할 품목이었다(Kim 등, 2009c). 그 외 시금치, 엇갈이배추 및 미나리는 각각 1.9%, 1.7%, 1.8%로

약 2% 대의 부적합율을 보였고 검출률은 17.2%, 8.4%, 8.0%로 차이를 보였다. 열무는 1.0% 부적합율이었고 검출률은 7.5%로 엇갈이배추 및 미나리와 비슷했다. 시료건수가 30건 이하였던 농산물 중 잔류허용기준 초과 농약이 있었던 고들빼기, 고춧잎, 열무(건조)는 분석한 시료건수가 적어 이 결과로 검출률이나 부적합율이 높다고 판단할 수 없었고 추후 많은 건수를 분석하여 신뢰성 있는 데이터를 얻도록 해야 할 것이다. 비름나물은 총 22건을 분석하여 2건, 9.1% 부적합율을 보였고 31.8% 검출률로 다소 검출률과 부적합율이 높은 품목으

**Table 5.** List of the MRL-violated pesticides in some vegetables

Agricultural product	No. of sample			No. of pesticide			Range of violation (mg/kg)	MRL (mg/kg)
	A <sup>a)</sup>	D <sup>b)</sup> (%)	V <sup>c)</sup> (%)	Pesticide	D <sup>d)</sup> (%)	V <sup>e)</sup> (%)		
Leafy vegetable								
Spinach	157	27(17.2)	3(1.9)	Endosulfan	-	2	0.8~1.0	0.1
				Chlorothalonil	-	1	11.2	5.0
Elgri chinese cabbage	154	13(8.4)	2(1.7)	Diazinon	-	2	1.9~2.1	0.1
Crown daisy	40	6(15.0)	2(5.0)	Diazinon	-	2	0.4~0.9	0.1
Amaranth	22	7(31.8)	2(9.1)	Endosulfan	-	2	0.3~1.9	0.1
				Procymidone	1	-	1.3	2.0
Chwinamul	40	11(27.5)	1(2.5)	Chlorpyrifos	-	1	0.1	0.01
				Cypermethrin	1	-	0.6	5.0
Korean lettuce	2	1(50.0)	1(50.0)	Chlorpyrifos	-	1	0.3	0.01
Paper leaves	4	2(50.0)	1(25.0)	Endosulfan	-	1	0.7	0.1
Radish leaves	107	8(7.5)	1(1.0)	Endosulfan	-	1	0.3	0.1
Radish leaves (dried)	2	1(50.0)	1(50.0)	Endosulfan	-	1	1.7	0.4
Stalk and stem vegetable								
Leek	144	62(43.1)	5(3.5)	Procymidone	1	2	0.1~10.0	5.0
				Chlorothalonil	1	1	15.3	1.0
				Endosulfan	1	1	1.3	0.1
				Vinclozolin	1	1	1.6	1.0
				Chlorfenapyr	2	-	0.1~1.0	3.0
				Cypermethrin	2	-	0.02~0.2	0.5
Waterdrop wort	112	9(8.0)	2(1.8)	Azoxystrobin	1	-	0.8	2.0
				Endosulfan	-	1	0.2	0.1
				Chlorpyrifos	-	1	1.21	0.01
Root and tuber vegetables								
Ginger	15	1(6.7)	1(6.7)	Endosulfan	-	1	1.3	0.1
<b>Total</b>			<b>22</b>		<b>11</b>	<b>22</b>		

<sup>a)</sup> : Numbers of analyzed samples

<sup>b)</sup> : Numbers of detected samples

<sup>c)</sup> : Numbers of violated samples

<sup>d)</sup> : Times of detected pesticide

<sup>e)</sup> : Times of violated samples

로 좀 더 신중하게 관리해야 할 것이다.

다소 특이하게, 평소 검출이나 부적합 제품이 없었던 생강에서 endosulfan이 기준을 초과하여 검출되었다. 이것은 잔류허용기준에 13배 초과하여 농약사용안전지침을 지키지 않아서 발생했을 가능성도 컸지만 endosulfan이 농작물 재배지 토양에서 다른 농약에 비해 검출수준이 높았다는 보고와(홍, 2003) 살포된 농약이 토양으로 이행되어 토양에서의 작물체 내로 이행되는 것이 농산물의 생육기간 및 뿌리발육 등의 차이에 의해 달라졌다고 보고를 근거로(Park 등, 2004) 오염된 토양과 생육기간이 긴 작물의 특성 때문인 것도 배제할 수 없었으므로 이에 따른 연계조사도 필요하였다.

또한 본 연구에서는 들깨잎의 잔류허용기준을 초과한 농약이 없었으나 다른 연구에서는 procymidone이 8.1~18.0 mg/kg 검출되어 부적합율이 4.3%로 부추 다음으로 높았고(Choe 등, 2009), 강서지역 유통되는 들깨잎에서도 chlorpyrifos, endosulfan 및 chlorothalonil 등이 각각 기준을 초과하여 5.9%의 높은 부적합율을 나타냈다(Hwang 등, 2008b). 이렇게 검출률이나 부적합율이 농산물별로 차이를 보이는 이유는 검사 대상 농산물의 종류와 건수가 매년 다르기 때문이라고 보고되었다(Nam 등, 2006).

그러므로 소비자들이 직접 구매하는 최종단계의 유통 농산물 중 내분비 장애추정 농약의 모니터링은 광범위하고 지속적으로 진행되어 농약의 종류와 검출, 부적합 동향을 꾸준히 관찰하여야 한다. 그리고 국내 안전관리차원 뿐 아니라 국가별로 농업환경에 따라 농약의 사용 등록, 금지, 최소에 관련된 정책을 달리하고 자국 국민들의 건강과 수출을 위해 규제와 정책을 내놓고 있으므로 우리나라도 이에 대응하기 위해 국가 모니터링 체계를 마련하고 관련기관의 합리적이고 유기적인 협조가 요구된다. 그 밖에 내분비계 장애추정물질들이 혼합되어 나타나는 상승작용 또는 상가 작용에 대한 연구와 더불어 공통 독성 기작을 나타내는 여러 농약 성분에 대한 누적 위해평가에 대해서도 연구가 진행되어야 할 것이다.

## >> 인 / 용 / 문 / 현

- Choe B. C., L. H. Hwang, J. H. Uhm, Y. S. Hwang, I. S. Cho, Y. J. Lee, K. Y. Shin, S. G. Park (2009) Status of Pesticide Residues in Agricultural Products Collected in Gangseo Area of Seoul in 2009. Report of Seoul Institute of Health and Environment. 45:34~43.
- Cho J. H., D. H. Kim, H. S. Kim, M. H. Oh, I. H. Kang, Y. H. Shim, W. K. Hwang, S. W. Myung, B. K. Choi (2000) Monitoring Research for Residual Pesticides as Endocrine Disruptors in Natural Medicines (I). Kor. J. Pharmacogn. 31(4):455~458.
- European Commission DG ENV (2000) Towards the Establishment of a Priority List of Substances for further Evaluation of their Role in Endocrine Disruption - Preparation of a Candidate List of Substances as a Basis for Priority Setting. Final report
- Hernandez J., Robledo NR, Velasco L, Quintero R, Rickard MA, Duhalt RV (1998) Chloroperoxidase mediated oxidation of organophosphorus pesticides. Pesticide biochemistry and physiology. 61:87~94.
- Hwang K. H., C. Y. Lee, E. S. Lee, J. H. Uhm, S. H. Han, K. S. Kim, J. H. Kim, S. G. Park (2008a) Trend of Pesticide Residues from Agricultural Products in Garak Wholesale Market (2004~2008). Report of Seoul Institute of Health and Environment. 44:35~43.
- Hwang Y. S., T. R. Kim, S. J. Jeon, B. C. Choe, J. S. Ahn, Y. J. Lee, M. S. Hong, N. W. Park, S. G. Park (2008b) Current Status of Pesticide Residues in Commercial Agricultural Products in the Gangseo Area of Seoul(2008). Report of Seoul Institute of Health and Environment. 44:58~69.
- Jo S. A., E. H. Kim, K. S. Kim, J. H. Kim, S. G. Park (2009) Change of the Concentration of Pesticide Residues in Pepper Powder by Storage Temperature and Storage Period. The Korean Journal of Pesticide Science. 13(3):127~132.
- Kang C. G., S. H. Lee, E. K. Kim (2007) Endocrine disruptors. the Journal of the Korean Medical Association. 50(4):359~368.
- Kang I. H., M. G. Kim, T. S. Kim, H. S. Nam, S. G. Hong, H. J. Yoon (2010) OECD Endocrine Disruptor Testing and Assessment. Food Science and Industry. 43(2):105~114.
- Kim C. J., J. J. Seung, S. J. Lee, Y. S. Park, S. H. Ko (2010) Calculation of Food commodity Intake for Safety Control of Pesticide Residues. Food Science and Industry. 43(2):67~78.
- Kim H. J. (2009a) Analysis of Pesticide Residues on Agricultural Products in Busan. Gyeongsang National University. master's thesis
- Kim H. Y., J. S. Jeon, Y. H. Kim, H. J. Choi, S. Y. Cheong, H. J. Lee, J. I. Kim, Y. S. Kim, G. S. Choi, J. C. Choi (2009b) Monitoring of Pesticide Residues in Green Tea Produced in Korea. Korean Journal of Food Science and Technology. 41(5):483~489.
- Kim J. P., G. G. Gang, Y. S. Yang, H. H. Lee, J. K. Chung, E. S. Kim (2005) A Survey on Pesticide Residues of Commercial Agricultural Products in Gwangju Area. J. Fd Hyg. Safety. 20(3):165~174.
- Kim K. S., J. H. Kim, H. J. Ham, A. K. Kim, Y. A. Yoo, S. Y. Jung, J. I. Lee, C. M. Choi, G. H. Whang, J. H. Eom, C. Y. Lee, S. H. Han, M. S. Kim, S. G. Park (2007a) A Survey on the Pesticides Suspected as an Endocrine Disrupter

- in Distributed Agricultural Products (2007). Report of Seoul Institute of Health and Environment. 43:89~100.
- Kim K. S., Y. A. Yu, K. H. Hwang, C. M. Choi, S. A. Jo, E. S. Lee, J. H. Uhm, C. Y. Lee, E. M. Kim, S. H. Han, E. J. Choi, J. H. Kim, K. Y. Shin, S. G. Park (2008) Current State on Pesticide Residues in Agricultural Products from Wholesale Markets in Seoul (2008). Report of Seoul Institute of Health and Environment. 44:44~57.
- Kim S. D., B. S. Kim, S. G. Park, M. S. Kim, T. H. Cho, C. H. Han, H. B. Jo, B. H. Choi (2007b) A Study of Current Status on Pesticide Residues in Commercial Dried Agricultural Products. Korean Journal of Food Science and Technology 39(2):114~121.
- Kim T. R., D. H. Yak, M. R. Jang, C. K. Hong, K. H. Hwang, S. A. Jo, E. S. Lee, C. M. Choi, E. H. Kim, S. H. Han, E. J. Choi, J. H. Kim, S. G. Park (2009c) Characteristics of Pesticide Residues in Agricultural Products Collected from the Southern Area of Seoul in 2009. Report of Seoul Institute of Health and Environment., 45:21~33.
- Lee H. M., J. E. Han, E. K. Yoon, H. M. Kim, I. G. Hwang, D. M. Choi, K. B. Lee, K. P. Won, I. S. Song, S. E. Park, D. C. Shin (2001) Cumulative Risk Assessment of Organophosphorus Pesticides in the Diet. J. Fd Hyg. Safety 16(1): 21~26.
- Lee J. B., J. S. Shin, H. D. Lee, M. Jeong, A. You, J. Y. Kang (2004) Risk Assessment for Estrogenic Effect of the Suspected Endocrine Disrupting Pesticides. The Korean Journal of Pesticide Science 8(2):95~102.
- Lee J. K., H. D. Woo (2010a) Current Status for Management of Pesticide Maximum Residue Limits in Food. Food Science and Industry 43(2):2~23.
- Lee J. Y. (2008a) Study on the Pesticide residues and removal efficiency of leafy lettuce (*Lactuca sativa*) and ssamchoo (*Brassica lee ssp. namai*). Pukyong national university, master's thesis
- Lee, K. A., S. K. Park, K. T. Ha, Y. H. Choi, H. J. Seung, S. J. Kim, J. I. Jang, H. B. Jo, B. H. Choi (2008b) A Survey on Residual Characteristics of Endocrine Disruptors-Suspected Pesticides in Collected from the Northern Area of Seoul (2008). Report of Seoul Institute of Health and Environment. 44:86~98.
- Lee M. G., J. H. Shim, S. H. Ko, H. R. Chung (2010b) Research Trends on the Development of Scientific Evidence on the domestic Maximum Residue Limits of Pesticides. Food Science and Industry. 43(2):41~66.
- Lee S. M., M. L. Papatkakis, H. C. Feng, F. H. Gray, E. C. Joyce (1991) Multi-pesticide Residue Method for Fruits and Vegetables. Fresenius' Journal of Analytical Chemistry 339(6):376~383.
- Na H. J. (2007) Making Out Road Map and Risk Assessment on each Risk Materials and Driving current Problems. KFDA report.
- Na H. J. (2008) Management of Restricted Pesticide in Food and Study of Pesticide Risk Assessment Method. Report of KFDA.
- Nam H. S., Y. H. Choi, S. H. Yoon, H. M. Hong, Y. C. Park, J. H. Lee, Y. S. Kang, J. O. Lee, Y. S. Ahn, Y. P. Hong, H. Y. Kim (2006) Monitoring of Residual Pesticides in Commercial Agricultural Products. Korean Journal of Food Science and Technology. 38(3):317~324.
- Oh D. J., Y. B. Kim, J. Y. Lee, J. Y. Moon, G. H. Jeong (2002) Accumulation of Organonitrogen Pesticides in Fishes and Amphibians from the Basin of Major Rivers of S. Korea. Analytical Science and Technology. 15(6):489~495.
- Oh K. S., Y. B. Ihm, H. K. Oh, B. M. Lee, K. S. Kyung, N. S. Kim, B. Y. Kim, J. W. Kim, G. H. Ryu (2003) Survey on Pesticide Usage for the Development of Pesticide Use Indicator in Fruit Vegetables. Korean Journal of Pesticide Science. 7:66~73.
- Park H. J., J. H. Choi, B. J. Park, C. S. Kim, Y. B. Ihm, G. H. Ryu (2004) Uptake of Endosulfan and Procymidone from Arable Soil by Several Vegetables I (Green House Study). The Korean Journal of Pesticide Science. 8(4):280~287.
- Park M. J., S. K. Lee, J. Y. Yang, K. W. Kim, S. Y. Lee, W. T. Lee, K. H. Chung, Y. P. Yun, Y. C. Yoo (2005) Distribution of organochlorines and PCB congeners in Korean human tissues. Archives of Pharmacal Research. 28(7):829~838.
- Ryu J. C. (2002) Overall Review on Endocrine Disruptors. The Korean Journal of Pesticide Science. 6(3):135~156.
- Seung H. J., S. K. Park, K. T. Ha, O. H. Kim, Y. H. Choi, S. J. Kim, K. A. Lee, J. I. Jang, H. B. Jo, B. H. Choi (2010) Survey on Pesticide Residues in Commercial Agricultural Products in the Northern Area of Seoul. J. Fd Hyg. Safety. 25(2):106~117.
- Takayauki Shibamoto (2002) Pesticide regulation and residue monitoring in the United State of America. Food Hygienic Society of Japan. 43(2):67~73.
- US/EPA (1998) A Multimedia Strategy for Priority Persistent, Bioaccumulative, and Toxic (PBT) Pollutants : In Persistent, Bioaccumulative and Toxic Pollutants (PBT) Plenary Group and The USEPA Office Directors Multimedia and Pollution Prevention Forum.
- US/EPA (2002) Federal register notice.
- Woo H. D., J. K. Lee, G. D. Han (2010) Consumer Awareness Survey on Safety Management of Pesticide Residue. Food Science and Industry 43(2):24~40.
- 박희원, 최훈, 문준관, 박소영, 정동식, 이경훈, 이화경, 박병수, 김정한 (2006) 썩갠에 처리한 imidacloprid, fenvalerate, cypermethrin 의 분해감소 특성. 한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술대회 pp. 113.
- 식품의약품안전청 (1998) 내분비계 장애물질에 대한 연구계획과 대처방안. 행정간행물 등록번호 40200-65050-57-04.
- 식품의약품안전청 (2007) 고시 2007-63호.
- 식품의약품안전청 (2009) 식품공전. 문영사, 한국.
- 이창주, 이호준, 윤용달 (2001) 내분비계 장애물질이 생식계에 미치는

는 영향. 대한내분비학회지 16(6):596~623.  
 정영호, 김장역, 김정한, 이영득, 임치환, 허장현 (2004) 최신 농약학. 시그마프레스, 한국, pp. 5-7, pp. 135~263.  
 최규일, 성기용, 김정규 (2004) 살균제 Procymidone의 토양환경 중 동태. 한국농약과학회 2004년도 임시총회 및 추계 학술발표회 pp. 85.  
<http://www.mt.co.kr/view/mtview.php?type=1&no=2007092709>

134745069&outlink=1  
 머니투데이 (2007).  
 환경부 (2004) 내분비계 장애물질에 대한 국제 기구 및 선진국의 연구동향과 정책방향.  
 홍무기 (2003) 식품 중 잔류농약 모니터링. 식품의약품안전청연구보고서 7:104~111.

## 서울지역 유통 농산물 중 내분비계 장애 추정농약의 잔류실태 조사

김옥희\* · 박성규 · 최영희 · 승헌정 · 한성희 · 이영주 · 장정임 · 김윤희 · 조한빈 · 박건용 · 유인실 · 한기영

서울시보건환경연구원 강북검사소

**요 약** 2010년 서울 강북지역에서 유통되고 있는 농산물에서 내분비 장애추정농약의 오염상태를 조사하기 위해서 실행되었다. 우리는 총 3,081건의 농산물에서 내분비 장애추정농약 33종을 동시다성분 방법으로 분석하였다. 12종의 농약이 600회 검출되었고 22회 부적합하였다. 검출빈도가 가장 높은 농약은 procymidone이었고 부적합 빈도는 endosulfan가 가장 높았다. 검출빈도 대비 부적합빈도가 높은 농약은 diazinon이었다. 농산물별로는 466건에서 농약이 검출되었고 22건이 최대잔류허용기준에 부적합하였다. 농산물은 유형별로 분류되었고 기타 유형에 속한 고춧가루의 검출률이 70.7%로 가장 높았고 과채류는 35.3%, 차류는 23.6%, 엽경채류는 21.2%, 과실류는 14.6%, 엽채류는 11.2%였다. 부적합율은 엽경채류와 엽채류, 근채류가 각각 1.0%, 1.1%, 0.4%였다. 부추가 주요 관리대상 농산물로 검출률 및 부적합율이 높았고 여러 농약이 함께 검출되었다.

**색인어** 내분비장애추정 농약, 농산물, 모니터링