

경기도내 유통 건조농산물의 잔류농약 실태

이명진* · 김명길 · 정홍래 · 윤희정 · 김난영 · 김한택 · 김철영 · 이운형 · 윤미혜

경기도보건환경연구원 안양 농산물 검사소

(2011년 7월 14일 접수, 2011년 8월 3일 수리)

Residual Pesticides in Dried Agricultural Products Collected from Gyeonggi Province

Myung-Jin Lee*, Myung-Gil Kim, Hong-Rae Jeong, Hee-Jeong Yun, Nan-Young Kim, Han-Taek Kim, Chol-Young Kim, Woon-Hyung Lee and Mi-Hye Yoon

Anyang Agricultural Products Inspection Center, Gyeonggi-do Institute of Health & Environment

Abstract

This study was carried out to examine residual pesticides in dried agricultural products collected from Gyeonggi province in 2010. A total of 102 samples was collected and analyzed for 206 pesticides by multiresidue method using GC- μ ECD, GC-NPD, GC/TOF/MSD, HPLC-UV, HPLC-FLD and HPLC/MS/MS. The detection rate of residual pesticides was 23.5% (24 of 102 samples) and the agricultural products exceeding their MRLs (Maximum Residue Limits) were 1 sample of pepper leaves. Additionally, the frequently detected pesticide were chlorothalonil, fenvalerate, chlorpyrifos, endosulfan, bifenthrin, cypermethrin, hexaconazole and iprodione. The pesticide types detected in the dried agricultural products showed in the descending order of organophosphorus (22%), pyrethroid (22%), organochloride (17%), dicarbonyl (11%), carbonyl (6%), carbamate (6%), triazole (5%) and the others (11%).

Key words dried agricultural products, residual pesticides, organochloride, organophosphorus

서론

최근 산업화로 인한 경제성장은 국민 소득의 증대를 가져왔고 우리의 생활 방식과 사고도 많이 변화하였다. 식품을 섭취하는 데도 과거에는 '많이 먹는 것'에 초점을 두었다면 현재는 '잘 먹는 것'에 더 중점을 두게 되었다. 특히 참살이(웰빙)의 유행과 함께 면역을 증강시켜 질병을 예방할 수 있는 피토화합물과 같은 기능성 물질이 풍부하게 함유된 신선한 채소와 과일류에 대한 소비자의 관심이 고조되고 있으며 농산물 소비량은 증가추세에 있다. 따라서 이러한 농식품 생산 및 수확 과정에서 사용될 수 있는 농약은 식탁의 안전을 위협

하는 위해요소로 등장하게 되었다.

우리나라에서 실시한 식품 위해요인 인지도 조사결과에 의하면 농약과 식품첨가물을 위해요인으로 들었으며, 최근에 수행된 '식품 구매시 소비자가 가장 먼저 고려하는 항목'을 묻는 조사에서 식품의 안전성이 최우선 순위로 선정되었다는 것은 농약에 대한 안전성 확보의 중요성을 말해주고 있다(엄, 2010).

생산비의 효과적인 절감과 더불어 노동생산성을 높이고 농산물의 품질향상 및 그 생산성의 극대화를 위하여 도입된 농약의 유익성과 함께 거론되어 온 유해성 시비는 농약자체가 대부분 유기합성물질, 즉 인간에 내재되어 있지 않는 외부로부터 유래되는 유기화합물질로 인해 일어난다고 본다. 농약은 병해충 및 잡초를 효과적으로 죽이기 위해서 합성된 유기합성물질로서 이들 병해충 및 잡초만을 목표로 방제가 가

*연락처 : Tel. +82-31-250-2550, Fax. +82-31-250-2559

E-mail: lmjin@gg.go.kr

능하도록 설계되어 있으나 인간이 다량 섭취했을 때는 여러 가지 부작용이 일어날 수 있으며 환경에 미치는 영향 또한 간과 할 수 없을 것이다(홍, 2010).

인간생활의 기본이 되는 농산물은 온도, 일조량, 강수량 등의 작물재배환경이 계절 및 지역에 따라 달라서 일정한 시기에만 생산이 가능하며 생산량도 항상 일정치 않다. 농산물을 소비자에게 안정적으로 공급하기 위해서는 저장기술이 필요하게 되었다. 수분이 많은 채소, 과일류의 저장법으로는 수분함량을 조절하여 보관하는 건조법이 가장 오래된 가공저장법이며 생산시기에 농산물을 건조시켜 상품가치를 향상시켜 농산물의 가격 및 유통체계를 안정화시키는데 기여하고 있다.

농산물의 건조는 수분을 탈수시켜 농산물 속에 녹아있는 물질의 농도가 증가하여 삼투압이 높아지고, 미생물의 생육을 억제하는 방법으로 건조식품은 미생물에 의한 부패 방지, 부피와 중량의 감소로 저장과 유통의 편리, 단위당 영양 성분 등 식품 가치가 향상되며, 건조 과정 중에 풍미, 색, 텍스처 등이 좋아지는 장점이 있는 반면, 단점으로는 건조 중 품질의 변화나 영양의 파괴가 발생 할 수 있고, 보존 중에 수분을 흡수하여 미생물 증식이 우려된다.

우리나라에서는 식품 중 잔류농약의 기준은 식품원료인 농산물과 축산물 및 인삼에 대하여 설정되고 있으나, 대부분의 농산물과 축산물은 그대로 섭취하기보다는 세척, 건조, 저장 및 조리 등의 가공 과정을 거쳐 소비되기 때문에 농산물의 건조 및 가공, 조리 과정에 따른 농약의 가공계수를 정확히 알아야 합리적으로 가공식품에 대해 농약 잔류허용기준을 설정할 수 있으며, 이미 고추, 배추, 파, 인삼 등의 가공계수 연구가 진행되었으며, 여러 농산물로 확대되고 있다(경 2006; 이등 2007).

식생활 양상의 다양화에 따라 가공식품의 개발이 요구되어지면서 부재료로 첨가되는 건조 농산물의 국내수요는 증가 추세이며(홍 등, 1999) 수입되는 건조농산물도 급격하게 증가되어 식품 중 잔류농약에 대한 위생적 품질의 원료관리 및 안전성 확보가 어려워지고 있어, 유통중인 건조농산물의 농약 잔류량을 파악하여 유통 및 소비에 안전성을 확보하고 기준규격이 설정되어 있지 않은 원료에 대한 검토 자료로 활용코자 본 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

시료채취

2009년 12월~2010년 4월까지 경기지역 도매시장, 대형

유통센터 등에서 유통되고 있는 국산 및 수입산 건조농산물을 구입하여 총 102건을 대상으로 농약잔류량을 분석하였다.

조사대상농약

식품공전에 규정되어 있는 농산물의 다중농약다성분 분석방법(식품의약품안전청, 2010)에 따라 유기염소계 75종, 유기인계 74종, UV계 45종 및 카바메이트계 농약 12종으로 총 206종을 조사 대상 농약으로 선정하였다.

시약 및 기구

농약성분의 표준품은 Dr. Ehrenstorfer사(Augsburg, Germany), Wako사(Osaka, Japan) 및 ChemService사(West Chester, PA, USA)의 제품을 사용하였다.

추출용매와 정제용매로 사용된 아세토니트릴은 B&J사(Honeywell, USA), 아세톤과 헥산은 Wako사(Osaka, Japan) 잔류농약분석용을 사용하였다. 또한 염화나트륨은 Duksan pure chemical 사(Korea)을 사용하였으며, 여과지는 5A여지로 HYUNDAI Micro사(Korea), 0.2 μ m PVDF syringe filter(13 mm)는 Waters Corporation사(USA)을 사용하였고, 정제용 Florisil SPE(500 mg/6 mL)은 Applied Separations 사(USA) 및 Aminopropyl SPE(500 mg/ 6 mL)은 Phenomenex 사(USA)제품을 사용하였다.

건조채소류 분쇄용 분쇄기는 대성이트론사 후드믹서(KOREA), 균질기는 Omni International사 Omni Macro ES(Marrieta, GA, USA)를 사용하였고 농축기는 Caliper LifeScience(USA) 제품을 사용하였다.

분석기기

유기염소계와 유기인계 잔류농약을 정량분석하기 위한 기기는 GC- μ ECD와 GC-NPD로서 Agilent Technologies사 7890N(USA)를 사용하였으며, 주입방법은 dual injection 방법으로 GC- μ ECD는 서로 극성이 다른 2가지의 칼럼 DB-1701, DB-5를 사용하였고 GC-NPD 역시 서로 극성이 다른 2가지의 칼럼 DB-35, DB-5를 사용하여 교차분석 하였다. 잔류농약이 검출된 시료는 GC/TOF/MSD로 확인하였고 사용된 TOF/MSD는 LECO사 PEGASUS HT(Singapore), GC는 Agilent Technologies사 7890N(USA)였다. GC- μ ECD, GC-NPD 및 TOF/MS 분석조건은 Table 1, 2와 같다.

UV계 잔류농약을 정량분석하기 위한 기기는 HPLC/UVD으로 분석하였으며, 분석기기는 Waters사 Acquity Ultra Performance LC(USA)였다. 카바메이트계 잔류농약 정량분

Table 1. Analysis conditions of GC- μ ECD and GC-NPD

Instrument	Agilent 7890 GC	
Detector	μ Electron capture detector	Nitrogen-Phosphorus detector
Column	DB-5 (30mx0.25mm, 0.25 μ m) DB-1701 (30mx0.25mm, 0.25 μ m)	DB-5 (30mx0.25mm, 0.25 μ m) DB-35 (30mx0.25mm, 0.25 μ m)
Oven temp.	160 $^{\circ}$ C (1min) \rightarrow 4.7 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 240 $^{\circ}$ C (4min) \rightarrow 13 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 275 $^{\circ}$ C (17min)	130 $^{\circ}$ C (1min) \rightarrow 8 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 180 $^{\circ}$ C (1min) \rightarrow 4 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 210 $^{\circ}$ C (3min) \rightarrow 10 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 295 $^{\circ}$ C (5min)
Injection temp.	270 $^{\circ}$ C	300 $^{\circ}$ C
Detector temp.	300 $^{\circ}$ C	320 $^{\circ}$ C
Gas flow	N2 (60ml/min)	N2 (5.0ml/min) H2 (3.5ml/min) Air (60ml/min)

Table 2. Analysis conditions of TOF-MS

Instrument	PEGASUS $\text{\textcircled{R}}$ HT High Throughput TOFMS	
Column	Rtx-5MS(30mx0.25mm, 0.25 μ m)	
Oven temp.	70 $^{\circ}$ C (3min) \rightarrow 20 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 180 $^{\circ}$ C (0min) \rightarrow 5 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 300 $^{\circ}$ C (7.5min)	
Injection temp.	heater 250 $^{\circ}$ C	
Carrier gas	He(splitless, 1.0ml/min)	
MS	Ionization method	Electron impact at 70 eV
	Ion source temp.	220 $^{\circ}$ C
	Transfer line temp.	
	Scan range	10-700 m/z(1.68scan/sec)

Table 3. Analysis conditions of HPLC-UVD and HPLC-FLD

Instrument	Acquity Ultra Performance LC	Waters 2695 Separations module
Column	BEHC18 (2.1x50mm, 1.7 μ m)	C18 (4.6 x 75mm, 3.5 μ m)
Detector	PDA 254nm (210-490nm)	2475 multi λ Fluorescence detector * Excitation λ : 330nm * Emission λ : 466nm
Postcolumn reaction	-	O-Phthalaldehyde, NaOH
Flow rate	0.4ml/min	1.0ml/min
Column oven		42 $^{\circ}$ C
Injection volume	2 μ l	5 μ l
Mobile Phase	A=20%MeOH B=100%MeOH	A=20%Water:40%MeOH:40%ACN B=12%MeOH

석하기 위한 기기는 PCR(Post Column Reaction)으로 분석하였으며, 분석기기는 Waters사 2695 separation module & 2475 multi λ Fluorescence detector (Milford, MA, USA)였다. 잔류농약이 검출된 시료는 HPLC/MS/MS로 확인하였고 사용된 MS/MS는 Waters사 TQ Detector(USA)였으며, HPLC는 Acquity Ultra Performance LC(USA)였다. HPLC/ UVD, HPLC/FLD 및 HPLC/MS/MS 분석조건은 Table 3, 4와 같다.

Table 4. Analysis conditions of LC-MS/MS

Instrument	Acquity UltraPerformance LC
Detector	TQ Detector
Capillary voltage	4.0 kV
Extractor voltage	1.0 V
Source temp.	120 $^{\circ}$ C
Desolvation temp.	380 $^{\circ}$ C
Cone gas flow	50 L/h (argon gas)
Desolvation gas flow	850 L/h (nitrogen gas)

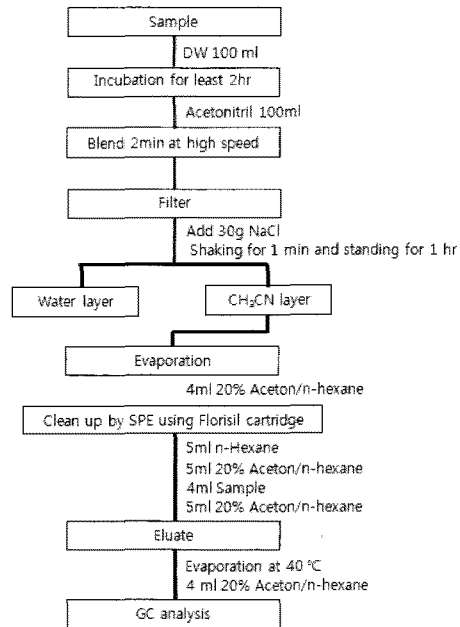


Fig. 1. Scheme for sample extraction.

분석방법

약 100 g의 시료를 분쇄하여 그 중 균질화된 시료 25 g에 중류수 100 mL를 첨가하여 2시간 정지한 후 식품공전의 다중농약다성분 분석법(제2법) Fig. 1에 따라 추출정제한 후, GC-NPD, GC- μ ECD, GC-MSD, HPLC-UVD, HPLC-FLD, 및 LC-MS/MS로 분석하였다.

회수율 및 검출한계

각 농약성분의 회수율은 Table 5에 나타난 건조채소류에서 검출된 잔류농약 항목에 준하여 실시하였으며 농약표준용액을 조제하여 잔류농약이 검출되지 않은 균질화된 건조농산물 중 검출률이 높은 건시래기, 무말랭이, 건대추에 0.5~2.5 mg/kg 농도로 첨가한 뒤 시료와 같은 방법으로 처리하여 3회 반복 처리하여 측정하였으며, 검출한계(limits of detection, LOD)와 정량한계(limits of quantification, LOQ)는 회수율

Table 5. Concentration of residual pesticides in dried agricultural products

Group	No. of sample	No. of sample detected	No. of sample violated	Commodity	Pesticide	Residual level (mg/kg)	Applied MRL (mg/kg)	Converted MRL - dried (mg/kg)
Stone fruits	10	7		Jujube 1	Fenvalerate	1.2	3.0 ¹⁾	4.6
					Bifenthrin	0.1	0.1 ²⁾	0.2
					Chlorothalonil	0.1	2.0 ²⁾	4.6
					Chlorpyrifos	0.2	0.5 ¹⁾	1.1
				Jujube 2	Cypermethrin	0.7	2.0 ¹⁾	4.6
				Jujube 3	Hexaconazole	0.03	0.5 ²⁾	1.1
				Jujube 4	Chlorpyrifos	0.1	0.5 ¹⁾	1.1
				Jujube 5	Hexaconazole	0.1	0.5 ²⁾	1.1
					Iprodione	0.7	10.0 ²⁾	22.9
					Bifenthrin	0.04	0.1 ²⁾	0.2
					Cypermethrin	0.1	2.0 ¹⁾	4.6
					Fenvalerate	0.6	3.0 ¹⁾	4.6
					Tebufenpyrad	0.04	0.5 ²⁾	1.2
					Fenazaquin	0.1	0.1 ²⁾	0.2
				Jujube 6	Chlorpyrifos	0.6	0.5 ¹⁾	1.1
					Fenvalerate	3.8	3.0 ¹⁾	4.6
					Boscalid	0.7	1.0 ¹⁾	2.3
				Jujube 7	Chlorothalonil	0.5	2.0 ²⁾	4.6
					Chlorpyrifos	0.1	0.5 ¹⁾	1.1
					Endosulfan	0.1	0.1 ²⁾	0.2
					Iprodione	0.5	10.0 ²⁾	22.9
Berries and other small fruits	7	4		Chinese matrimony vine 1	Chlorothalonil	2.6	1.0 ²⁾	3.3
					Chlorpyrifos	0.1	0.5 ¹⁾	1.7
				Chinese matrimony vine 2	Chlorothalonil	0.1	1.0 ²⁾	3.3
					Fenvalerate	0.4	3.0 ¹⁾	3.3
				Maximowiczia chinensis	Fenvalerate	1.2	0.05 ⁴⁾	3.1
					Chlorothalonil	0.3	0.05 ³⁾	3.1
					Cypermethrin	0.8	0.05 ⁴⁾	1.6
Rubi fructus	Fenvalerate	0.2	3.0 ¹⁾	10.4				
Leafy vegetables	26	8	1	Pepper leaves 1	Endosulfan	19.4	0.1 ²⁾	0.4
					Chlorothalonil	1.5	5.0 ²⁾	18.5
				Pepper leaves 2	Methomyl	0.5	0.5 ²⁾	1.9
					Hexaconazole	1.3	1.0 ¹⁾	4.1
				Chwinamul 1	Bifenthrin	1.1	3.0 ¹⁾	4.1
					Deltamethrin	0.6	1.0 ²⁾	0.8
				Chwinamul 2	Bifenthrin	1.8	3.0 ¹⁾	4.1
					Chlorothalonil	0.4	5.0 ²⁾	20.7
				Chwinamul 3	EPN	0.3	0.05 ³⁾	0.4
					Radish leaves 1	Endosulfan	0.3	0.1 ¹⁾
				Radish leaves 2	Endosulfan	0.2	0.1 ¹⁾	0.4
				Radish leaves 3	Fenitrothion	0.1	0.2 ²⁾	0.9
				Stalk and stem vegetables	15	1		Taro stem
Root and tuber vegetables	10	1		Radish (root)	Chlorpyrifos	0.1	2.0 ¹⁾	9.4
					Squash 1	Procymidone	1.0	1.0 ²⁾
Cucurbitaceous fruit vegetables	5	2		Squash 2	Heptachlor	0.01	0.01 ³⁾	0.05
					Endosulfan	0.02	0.1 ²⁾	0.5
Fruit vegetables except cucurbitaceous fruit vegetables	4	1		Eggplant	Fenvalerate	0.5	1.0 ¹⁾	5.1
Nuts	8	-						
Seeds	4	-						
Pome fruits	2	-						
Mushrooms	11	-						
Total	102	24	1					

1) MRLs

2) Minimum pesticide residue value in similar agricultural product

3) MRLs in other agricultural products

4) Minimum pesticide residue value in applicable agricultural product

Reference : KFDA Pesticide Residue Database (<http://fse.foodnara.go.kr/residue/mrl/mrl.jsp>)

시험에 사용한 각 농도의 표준용액을 분석하여 얻은 자료로 ICH에서 제시한 산출방법에 따랐다.

$$LOD = 3.3\delta / s$$

$$LOQ = 10\delta / s$$

δ = the standard deviation of the response

S = the slope of the calibration curve

결과 및 고찰

회수율 및 검출한계

각 농약성분의 회수율은 3회 반복 처리하여 분석한 평균치로 전체적인 회수율은 71.5~112.2% 였으며, 다중농약다성분 분석법적용이 가능하였고 검출한계는 0.006~0.01 mg/kg 이었다.

농산물별 잔류농약 분석결과

도내 유통 건조농산물 102건에 대하여 잔류농약을 검사하였으며 농산물의 시료별 건수 및 결과는 Fig. 2, Table 5와 같았다.

이들 건조농산물에 대하여 검출된 잔류농약을 분석한 결과 24건의 시료에서 잔류농약이 검출되어 검출률은 23.5%로 나타났으며, 이중 잔류농약 기준치를 초과하여 부적합인 농산물은 1건으로 부적합률은 1.0%로 나타났고 나머지 78건에서는 농약이 검출되지 않았다. Table 5의 농약 잔류허용기준(MRLs)은 식품공전 제2.식품일반에 대한 공통기준 및 규격, 5.식품일반의 기준 및 규격, 10) 농약의 잔류허용기준을 적용하였으며 건조농산물 농약 잔류허용기준(MRLs-dried)은 (5) 가공식품의 잔류농약 잠정기준적용 항에 따라 수분함량을 고려한 가공계수를 적용하였다.

농약이 많이 검출된 농산물의 소분류로는 엽채류 8건, 핵과류 7건, 장과류 4건, 박과 과채류 2건, 엽경채류 1건, 근채류 1건, 박과 이외과채류 1건으로 나타났으며, 품목별로는 대추 7건, 건취나물 3건, 무청시래기 3건, 구기자 2건, 건고춧잎 2건, 건호박 2건, 오미자 1건, 복분자 1건, 토란줄기 1건, 무말랭이 1건, 건가지 1건으로 나타났다(Fig. 3, Fig. 4).

건조농산물의 소분류별 농약 검출률은 핵과류 10건 중 7건(70%), 장과류 7건 중 4건(57.1%), 엽채류 26건 중 8건(30.8%), 엽경채류 15건 중 1건(6.7%), 근채류 10건 중 1건(10.0%), 박과 과채류 5건 중 2건(40.0%), 박과 이외과채류 4건 중 1건(25.0%)에서 농약이 검출되었다(Table. 6). 대분

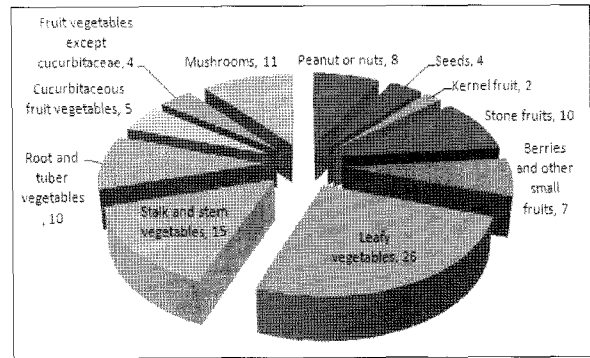


Fig. 2. Number of tested samples.

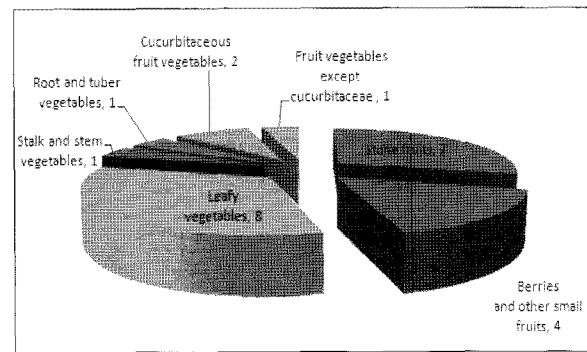


Fig. 3. Number of detected samples.

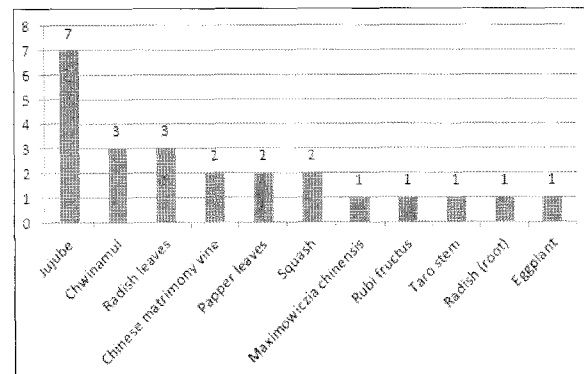


Fig. 4. Number of detected samples.

류별 잔류농약 분포는 과실류 19건 중 11건(57.9%), 채소류 60건 중 13건(21.7%)의 순으로 검출율이 높았으며, 견과종실류 12건, 버섯류 11건에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.

과실류 중 핵과류 검출 7건은 모두 대추에서 잔류농약이 기준 이내로 검출 되었으며, Kim 등(Kim et al., 2008)의 연구에서도 2002년 대추, 구기자에서 농약이 검출되었고 그 중 대추에서 73.3%로 높았지만, 허용기준 이내로 검출되었다는 보고와 일치하였다. 본 연구에서 대추는 동일 시료에서 다중농약이 검출되는 특성을 나타냈고 요리, 제과, 약용으로 널리 이용되고 매년 그 수요가 증가하고 있으므로 지속적인 관리

Table 6. Detection and violation rates of pesticides in dry agricultural products

Type	Group	No. of samples	No. of sample detected (%)	No. of violated sample (%)
Nuts and seeds	Nuts	8	-	
	Seeds	4	-	
	subtotal	12	-	
Fruits	Pome fruits	2	-	
	Stone fruits	10	7 (70.0)	
	Berries and other small fruits	7	4 (57.1)	
	subtotal	19	11 (57.9)	
Vegetables	Leafy vegetables	26	8 (30.8)	1 (3.8)
	Stalk and stem vegetables	15	1 (6.7)	
	Root and tuber vegetables	10	1 (10.0)	
	Cucurbitaceous fruit vegetables	5	2 (40.0)	
	Fruit vegetables except <i>cucurbitaceae</i>	4	1 (25.0)	
	subtotal	60	13 (21.7)	
Mushrooms		11	-	

와 이에 대한 위해성 평가가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 동일시료에서 2종 이상의 농약이 동시에 검출되는 경우는 혼합제의 농약이 사용되거나 토양으로부터 기인되었을 가능성, 주변의 다른 농작물에 살포된 농약에의 오염, 농작물간의 교차오염, 저장기간 중의 오염 등의 원인으로 예상된다(이 등, 2009). 장과류 중 검출된 품목은 구기자, 오미자, 복분자로 57.1%의 검출률을 나타내었으며, 이는 이(2010)의 보고서에서 과실류의 잔류농약 분석결과 구기자, 대추, 복분자, 오미자의 다빈도 검출과 동일하였다.

채소류에서는 박과 과채류에서 검출율이 가장 높았으며 그 다음은 엽채류, 박과이외 과채류, 근채류, 엽경채류 순으로 나타났다. 잔류농약 검출률은 대부분 허용기준 이하의 수준으로 검출되었으나, 엽채류 중 건고춧잎 1건에서 엔도설판이 허용기준 0.4 mg/kg에 19.4 mg/kg이 검출 되어 기준치 대비 50배 정도 초과하였고, 건취나물의 경우 동일시료에서 다종 농약이 검출되었다. 2010년 수거농산물 중 고춧잎 50건 검사 결과 검출이 14건(28%), 기준초과가 9건(18%)으로 나타나 건조농산물에서의 잔류농약 검출과 관계가 있는 것으로 나타났다. 건조엽채류에서 잔류농약의 검출이 많은 이유는 농작물의 중량 당 표면적이 넓어 살포된 농약의 부착량이 증가하기 때문이며(정 등, 2005) 김 등(2007)의 보고결과와 일치하였다.

농약성분별 잔류농약 분석결과

건조농산물 중의 검출된 잔류농약의 분포와 농도는 Table

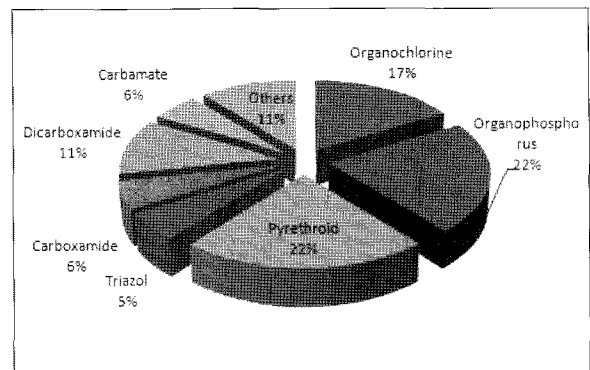


Fig. 5. Ratio of pesticide residues detected in samples.

7과 같이 24건의 시료에서 18종의 농약이 검출되었고, 주성분 조성에 따른 분포를 보면 유기인계 22%, 피레스로이드계 22%, 유기염소계 17%, 디카르복시미드계 11%, 카르복시미드계 6%, 카바메이트계 6%, 트리아졸계 5%, 기타 계열 11%의 순으로 나타나 유기인계와 피레스로이드계 살충제가 높은 비율을 보였다(Fig. 5).

유기인계 농약은 현재사용 중인 농약 중에서 가장 많으며 유기염소계에 비해 지속성이 적어 잔류의 위험이 적으며 살충력이 강하고 적용해충의 범위가 넓다는 장점이 있는 반면 사람과 가축에 대한 독성이 강하고 지속성이 적어 많은 양이 필요하므로 생산물에 대해 높은 가격이 형성된다는 단점이 있다. 검출된 성분으로는 chlorpyrifos, iprobenfos, EPN, fenitrothion이 있다. 피레스로이드계 농약은 천연과 합성이 있으며 사람과 온혈동물에 대한 독성이 매우 낮고 조리시 또는

Table 7. Level of residual pesticides in dry agricultural products

Pesticides	No. of sample detected	Range (mg/kg)	Class
Chlorothalonil	7	0.1-2.6	Organochlorine
Fenvalerate	7	0.2-3.8	Pyrethroid
Chlorpyrifos	6	0.1-0.6	Organophosphorus
Endosulfan	5	0.02-19.4	Organochlorine
Bifenthrin	4	0.04-1.8	Pyrethroid
Cypermethrin	3	0.1-0.8	Pyrethroid
Hexaconazole	3	0.03-1.3	Triazol
Iprodione	2	0.5-0.7	Dicarboxamide
Deltamethrin	1	0.6	Pyrethroid
Methomyl	1	0.5	Carbamate
Boscalid	1	0.7	Carboxamide
Iprobenfos	1	0.1	Organophosphorus
EPN	1	0.3	Organophosphorus
Tebufenpyrad	1	0.04	-
Fenazaquin	1	0.1	-
Fenitrothion	1	0.1	Organophosphorus
Procymidone	1	1	Dicarboxamide
Heptachlor	1	0.01	Organochlorine

소화액에 의해 쉽게 분해되기 때문 이상적이거나 가격이 고가이며, fenvalerate, bifenthrin, cypermethrin, deltamethrin이 검출되었다. 높은 화학적 안정성, 물에 대해 낮은 용해도 및 휘발성 등의 특징으로 저렴한 생산원가와 광범위한 살충효과, 잔류성이 크고 지용성이어서 동물 지방조직에 먹이사슬을 한 생물농축작용이 있는 유기염소계 농약으로는 chlorothalonil, endosulfan, heptachlor가 검출되었으며, 이중 엔도설판은 척추동물과 특히 어류에 독성이 강하며 고등동물에 독성이 매우 높아 미국 환경보호청(EPA)은 2010년 6월 엔도설판 사용을 전면금지 하였으며 농업노동자와 야생동물의 신경, 생식기능에 위험을 초래할 뿐만 아니라 환경속에서 오래 잔류한 우려가 있으며 흡입과 피부접촉을 통해 노출될 가능성이 있다.

2010년 식품안전관리지침 농약별 농산물부적합 현황('07~'09)에 따르면 농약별로는 엔도설판 부적합율이 13.9%로 가장 높은 빈도로 검출되었으며 농산물별 267건 중 엽채류가 181건 기준초과로 67.8%의 부적합율을 나타냈다. 본 연구 결과에서도 건 고춧잎에서의 부적합이 엔도설판이었으며 엔도설판 5건 검출 중 엽채류가 3건(60%)으로 가장 높은 검출율을 보여 동일한 결과를 나타냈다.

식품별 농약잔류허용기준을 보면 기준설정이 적용되어 있는 농산물은 일부이며 건조농산물의 경우 잔류허용기준을 확대해 나가고 있으나, 신선농산물 기준에 수분함량을 고려한

가공계수를 적용하고 있는 실정이다. 건조농산물의 국내수요 신장과 농산물 수입이 급격하게 증가됨에 따라 식품 중 잔류 농약에 대한 위생적 품질의 원료관리 및 안전성 확보차원에서 보다 현실적인 농약잔류 허용기준이 설정되어야 할 것이다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

Hong JG, S.S. Ham, C.H. Park, G.J. Jang, W.B. Kim (1999) Production and Utilization of Wild Edible Greens. Jinsol, Seoul, Korea:26~55.

Jeong YH, J.H. Kim, Y.D. Lee, C.H. Ihm, J.H. Hur (2005) Choishin Nongyakhak (latest pesticides). Sigmaphress, Seoul, Korea:19.

Kim, M. R., M. A. Na, W. Y. Jung, C. S. Kim, N. K. Sun, E. C. Seo, E. M. Lee, Y. G. Park, J. A. Byun, J. H. Eom, R. S. Jung and J. H. Lee (2008) Monitoring of Pesticide Residues in Special Products. The Korean Journal of Pesticide Science. 12(4):323-334.

<http://fse.foodnara.go.kr/residue/mrl/mrl.jsp>

경기성 (2006) 건조농산물 감소계수 연구, 식품의약품안전청 용역 보고서.

김성단, 김복순, 박성규, 기미선, 조태희, 한창호, 조한빈, 최병현 (2007) 서울시 유통 건조농산물 중의 농약잔류실태연구, 한국

- 식품과학회지 39(2):114~121.
 식품안전관리지침 (2010) 식품의약품안전청.
 식품공전 (2010) 식품의약품안전청
 엄애선 (2010.6) 생활과 농약: pp.22~25
 이경아 (2010) 건조과실류 약용식물의 잔류농약분석과 위해성 평가.
 대학교 석사학위논문
- 이규승, 김장억, 경기성 (2007) 건조농산물 감소계수 연구, 식품의
 약품안전청 용역보고서.
 이주영, 최원로, 이희정, 신용운, 도정아, 김우성, 최동미, 채감용, 강
 찬순 (2009) 2009년 유통농산물 중 잔류농약실태조사, 한국식
 품위생안전성학회지 25(2):192~202.
 홍무기 (2010.11) 생활과 농약:pp.18~21.

경기도내 유통 건조농산물의 잔류농약 실태

이명진* · 김명길 · 정홍래 · 윤희정 · 김난영 · 김한택 · 김철영 · 이운형 · 윤미혜

경기도보건환경연구원 안양 농산물 검사소

요 약 2010년도 경기도에 유통되는 건조농산물에 대하여 잔류농약에 대한 안전성 조사를 실시하였다. 총 102건을 대상으로 206항목에 대하여 다중농약다성분 분석을 GC- μ ECD, GC-NPD, GC/TOF/MSD, HPLC-UV, HPLC-FLD 및 HPLC/MS/MS로 실시하였다. 검사결과 102건 중 24건의 시료에서 잔류농약이 검출되어 검출률은 23.5%로 나타났고 건고춧잎 1건이 기준초과로 검출되었다. 가장 많은 빈도로 검출된 농약은 chlorothalonil, fenvalerate, chlorpyrifos, endosulfan, bifenthrin, cypermethrin, hexaconazole, iprodione의 검출 순을 보였다. 이들의 계열별 분포를 보면 유기인계 22%, 피레스로이드계 22%, 유기염소계 17%, 디카르복시미드계 11%, 카르복시미드계 6%, 카바메이트계 6%, 트리아졸계 5%, 기타계열 11%로 나타났다.

색인어 건조 농산물, 잔류농약, 유기염소계, 유기인계