

서울 강북지역 유통 농산물의 농약잔류실태 조사

잔류농약검사팀

김윤희 · 박성규 · 두옥주 · 김옥희 · 최영희
한성희 · 이춘영 · 김유경 · 한기영 · 채영주

Survey on Pesticide Residues in Commercial Agricultural Products in the Northern Area of Seoul

Residue Pesticide Inspection Team

**Yun-hee Kim, Sung-kyu Park, Ok-ju Doo, Ouk-hee Kim,
Young-hee Choi, Sung-hee Han, Chun-young Lee,
Yoo-kyung Kim, Ki-young Han and Young-zoo Chae**

Abstract

This study was carried out to investigate the current status of 285 pesticide residue levels in 2,961 agricultural products in the northern area of Seoul in 2012, using multi-residue methods, including GC, HPLC and GC-MSD. The detection rate of pesticide residues was 12.9%(381 of 2,961 samples) and the order of agricultural products in which the pesticide residues were detected was ginseng 85.0%(17/20), sedum 57.1%(12/21), jujube 50%(6/12), mandarin 41.7%(5/12), leek 41.2%(42/102) and perilla leaves 35.6%(16/45) etc. The excess rate of MRLs(maximum residue limits) was 0.9%(26 of 2,961 samples) and the products that exceeded their MRLs were red pepper(6), leek(3), welsh onion(3), perilla leaves(2), radish leaves(2) and spinach(2) etc. 52 kinds of pesticides were detected in this study, 14 of which were detected at levels which were over their MRLs. Procymidone was detected with considerably high frequency. Additionally, residual pesticides exceeded their MRLs in the order of endosulfan, chlorothalonil, tebuconazole and EPN.

Key words : Agricultural products, Pesticide residues, MRLs.

서 론

농약은 농작물을 재배하기 위한 농경지의 토양 소독으로부터 시작하여 종자를 소독하는 것과 작물의 재배기간 중에 농작물을 병해충으로부터 보호하고, 수확한 농산물의 저장시 병해충에 의한 손실을 방지하기 위하여 사용되는 모든 약제를 포함한다. 그리고 농작물의 생육을 촉진 또는 억제하는 약제, 낙과를 촉진 또는 방지하는 약제, 착색을 좋게 하여 농작물의 품질을 향상시키는 약제 및 이들 약제의 효과를 증진시키기 위하여 사용되는 전착제와 농약의 제제화에 사용되는 여러 가지 보조제들도 농약으로 규정한다(1). 즉, 농약은 현대 농업에 있어서 생산량 증대 및 노동력과 생산비 절감, 세계 인구 증가에 따른 충분한 식량자원 공급에 있어서 큰 역할을 하며, 그 종류와 생산량 및 소비량은 지속적으로 증가하여 현재 농촌진흥청에 등록된 농약 품목현황은 총 1,558건으로 살균제 541건, 살충제 448건, 합제 50건, 제초제 461건, 생장조절제 49건, 기타 9건이다(2~3).

농약은 잔류하지 않고 자연계에서 쉽게 광분해 및 생물학적으로 분해되는 것이 이상적이지만, 대부분이 유기합성물질로 일부는 분해되지 않고 농산물에 잔류하게 되는 경우도 있어 각국에서는 식품안전과 식품교역상의 공정성을 확보하기 위한 목적으로 자국에 등록된 농약에 대해 잔류허용기준을 설정하여 관리하고 있다. 농산물별 농약의 잔류허용기준은 농산물의 섭취량과 농약의 일일섭취허용량인 ADI(acceptable dietary intake)를 기초로 설정하는데, 국내에서는 1988년 보건복지부에서 농산물 28종에 대하여 17종 농약의 잔류허용기준을 최초로 설정한 이후 지속적인 제·개정을 통하여 현재 431종의 농약의 기준이 설정되어 관리되고 있다(4~5).

또한 생산자들이 농약관리법에 따라 농약을 안전하게 사용하고 있는지에 대한 사후관리를 위하여 국내에서 1968년부터 유통농산물의 잔류농약 모니터링을 실시하여 다성분 동시분석 및 단성분 분석법으로 분석이 가능한 농약에 대해 잔류실태를 조사를 하고 있다. 세계 각국에서도 잔류농약 모니터링 연구를 수행하고 있으며, 미국의 경우

FDA에서, 유럽의 경우 각국 또는 EFSA에서, 일본의 경우 후생노동성에서 매년 잔류농약 모니터링 연구결과를 발표하고 있다(4).

따라서 본 연구는 2012년 서울특별시 강북지역에서 유통되고 있는 농산물의 농약잔류실태를 조사하여 향후 농산물 안전성 관리 기준의 설정 및 잔류농약의 안전성 평가를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시료 및 분석농약

2012년 1월부터 12월까지 서울 강북지역의 백화점, 대형마트 및 재래시장에서 유통되고 있는 농산물 148품목 2,961건을 대상으로 잔류농약을 검사하였다. 분석농약은 표 1에 나타낸 것처럼 285종의 농약을 대상으로 하였다.

2. 시약 및 기구

285종 농약 표준품은 Riedel-de Haen사(Germany), Chem Service(USA), Dr. Ethrenstorfer GmbH(Germany), 그리고 Wako사(Japan) 등의 제품을 사용하였으며, 일반시약은 잔류농약분석용 및 HPLC용을 사용하였다. 분석기기는 GC(6890 및 7890, Agilent, USA)와 HPLC(1100, Agilent, USA)를 사용하였으며, 검출된 농약의 최종 정성 확인을 위해 GC-MSD(7890, Agilent, USA)를 사용하였다.

3. 실험방법

시료의 전처리 및 분석은 식품공전의 식품 중 잔류농약 분석법의 다중농약다성분 분석법(6)에 따라 전처리 하여 GC- μ ECD, GC-NPD, GC-MSD 및 HPLC-FLD, HPLC-DAD를 이용하여 분석하였으며, 분석조건은 표 2~4에 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 농산물별 잔류농약 분포

2012년 서울 강북지역에서 유통된 농산물 2,961건

Table 1. List of target pesticides for the monitoring in agricultural products

Classification	Pesticide
Insecticide (136)	Acephate, Acetamiprid, Acrinathrin, Alanycarb, Aldicarb, Aldrin, Azinphos-Methyl, Benfuracarb, Benzoximate, BHC, Bifenthrin, Bromopropylate, Buprofezin, Cadusafos, Carbaryl, Carbofuran, Carbophenothion, Carbosulfan, Carboxin, Chlorantraniliprole, Chlordane, Chlorfenapyr, Chlorfenvinphos, Chlorfluazuron, Chlorobenzilate, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Chromafenozide, Clothianidin, Cycloprothrin, Cyfluthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin, DDT, Deltamethrin, Diazinon, Dichlorvos, Dicolol, Dieldrin, Diflubenzuron, Dimethoate, Dimethylvinphos, Disulfoton, Endosulfan, Endrin, EPN, Esprocarb, Ethiofencarb, Ethion, Ethoprophos, Etoxazole, Etrimfos, Fenamiphos, Fenazaquin, Fenitrothion, Fenobucarb, Fenothiocarb, Fenoxycarb, Fenpropathrin, Fenpyroximate, Fensulfothion, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Flonicamid, Fluacrypyrim, Flubendiamide, Flucythrinate, Flufenoxuron, Fluvalinate, Formothion, Fosthiazate, Heptachlor, Hexaflumuron, Imidacloprid, Indoxacarb, Isazofos, Isofenphos, Isoprocarb, Lufenuron, Malathion, Mecarbam, Metaflumizone, Metamidophos, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Methoxychlor, Methoxyfenozide, Metolcarb, Mevinphos, Monocrotophos, Novaluron, Omethoate, Oxamyl, Parathion, Parathion-Methyl, Permethrin, Phenothrin, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidone, Phoxim, Pirimicarb, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Profenofos, Propoxur, Prothiofos, Pymetrozine, Pyaclofos, Pyrethrines, Pyridaben, Pyridaryl, Pyridaphenthion, Pyrimidifen, Pyriproxifen, Quinalphos, Simeconazole, Spirodiclofen, Spiromecifen, Tebufenozide, Tebepenyrad, Tebupirimfos, Telfubenzuron, Tefluthrin, Thiacloprid, Thiamethoxam, Thiodicarb, Thiometon, Tralomethrin, Triazmate, Triaophos, Vamidothion
Herbicide (57)	Acetochlor, Alachlor, Anilofos, Bendiocarb, Bifenox, Bromacil, Bromobutide, Butachlor, Cinosulfuron, Cyhalofop-butyl, Dichlobenil, Diclofop-methyl, Dimepiperate, Dimethenamid, Diphenamid, Dithiopyr, Diuron, Ethalfluralin, Fluazifop-butyl, Flufenacet, Flumioxazine, Indanofan, Linuron, Mefenacet, Metamifop, Methabenzthiazuron, Metobromuron, Metolachlor, Metribuzin, Molinate, Napropamide, Norflurazon, Oryzalin, Oxadiazon, Oxaziclomefone, Oxyfluorfen, Pendimethalin, Pentoxazone, Pretilachlor, Piperophos, Prometryne, Propanil, Propisochlor, Pyrazolate, Pyribenzoxim, Pyributicarb, Pyriminobac-methyl, Quinoclamine, Simazine, Simetryn, Tebutryne, Tebuthylazine, Thenylchlor, Thiazopyr, Thiobencarb, Tri-allate, Trifluralin
Fungicide (87)	Amisulbrom, Azoxystrobin, Benomyl, Benthiavalicarb-isopropyl, Bitertanol, Boscalid, Captapol, Captan, Carbendazim, Chinomethionat, Chlorothalonil, Cyazofamid, Cyflufenamid, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Dichlofluanid, Dicloran, Diethofencarb, Dimetomorph, Diconazole, Diphenylamine, Edifenphos, Ethaboxam, Fenamidone, Fenarimol, Fenobuconazole, Fenhexamid, Fenoxanil, Ferimzone, Fluazinam, Fludioxonil, Fluquinconazole, Flusilazole, Flusulfamide, Flutolanil, Folpet, Fthalide, Furathiocarb, Imazalil, Imibenconazole, Iprobenfos, Iprodione, Iprovalicarb, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, Mepanipyrim, Mepronil, Metalaxyl, Metconazole, Metrafenone, Myclobutanil, NITrapyrin, Nuarimol, Oxadixyl, Ofurace, Penconazole, Pencycuron, Probenazole, Prochloraz, Procymidone, Propamocarb, Propiconazole, Pyaclostrobin, Pyrazophos, Pyrimethanil, Pyroquilon, Quintozene, Tebuconazole, Tecnazene, Tebusof, Tetraconazole, Tetradifon, Thifluzamide, Thiophanate-methyl, Tiadinil, Tolclofos-methyl, Tolyfoluanid, Triadimefon, Triadimenol, Trichlorfon, Tricylazole, Trifloxystrobin, Triflumizole, Triflumuron, Vinclozolin, Zoxamide
Plant growth regulator (5)	Chlorpropham, Forchlorfenuron, Hexaconazole, Paclobutrazole, Uniconazole

Table 2. Analytical conditions of GC- ECD and GC-NPD

Instrument	GC- ECD	GC-NPD
Detector	μ Election capture detector	Nitrogen-phosphorus detector
Column	DB-1701 14% cyanopropyl phenyl methyl(30 m \times 320 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness) HP-5 5% phenyl mehtyl siloxane(30 m \times 320 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness)	
Oven temp.	150 $^{\circ}$ C (1 min) \rightarrow 12 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 240 $^{\circ}$ C (2 min) \rightarrow 10 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 280 $^{\circ}$ C (13.5 min)	110 $^{\circ}$ C (1 min) \rightarrow 15 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 200 $^{\circ}$ C (8 min) \rightarrow 10 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 260 (8 min)
Injection temp.	230 $^{\circ}$ C	250 $^{\circ}$ C
Detector temp.	280 $^{\circ}$ C	325 $^{\circ}$ C
Gas flow	N ₂ (1.0 ml/min)	N ₂ (1.4 ml/min) Air(120 ml/min) H ₂ (3.0 ml/min)

Table 3. Analytical condition of GC-MSD

Instrument	GC-MSD	GC-NPD
Column	HP-5MS 5% phenyl mehtyl siloxane(30 m \times 250 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness)	
Oven temp.	100 $^{\circ}$ C (2 min) \rightarrow 10 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 320 $^{\circ}$ C (5 min)	
Injection temp.	230 $^{\circ}$ C	
Gas flow	He(splitless, 1.0 ml/min)	
Detector : MSD	Ionization method	Electron impact at 70 eV
	Ion source temp.	230 $^{\circ}$ C
	Transfer line temp	280 $^{\circ}$ C
	Scan range	50-550 m/z(2.91 scan/sec)

(채소류 2,452건, 과일류 242건, 버섯류 167건, 서류 64건, 견과종실류 21건, 곡류 12건, 콩류 3건)에 대하여 285종의 잔류농약 실태를 조사한 결과 표 5와 같이 전체 농산물 중 농약이 검출된 농산물은 381건으로 12.9%의 검출률을 나타내었고, 이 중에서 농약 잔류허용기준을 초과한 농산물은 26건으로 전체 농산물 중 0.9%를 차지하였다. 최근 4년 동안 서울 강북지역 유통농산물의 농약잔류실태를 살펴보면 2009년 농약 검출률 25.6%(7), 2010년 15.1%(8), 2011년 14.8%(9) 그리고 2012년 12.9%로 잔류농약 검출률이 점차 감소되었음을 알 수 있다(그림 1). 이러한 결과는 농약사

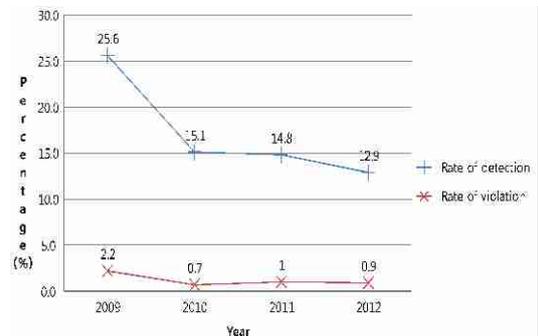
**Fig. 1.** Monitoring results from 2009 to 2012.

Table 4. Analytical conditions of HPLC-FLD and HPLC-DAD

Instrument	HPLC-FLD			HPLC-DAD		
Detector	Scanning fluorescence detector			Diode array and multiple wavelength detector		
Column	Waters carbamate analysis column (3.9 × 150 mm)			Zobax Eclipse XDB-C18 (5.0 μm, 4.6 × 150 mm)		
Wavelength	Ex λ : 339 nm Em λ : 445 nm			200 nm, 254 nm		
Flow rate	0.9 ml/min			1.0 ml/min		
Injection vol.	10 μℓ			10 μℓ		
Mobile phase	A : 12% MeOH B : MeOH : AcCN : Water (35 : 35 : 30)			A : 100 % Acetonitrile B : Water		
Gradient program	Time(min)	A(%)	B(%)	Time(min)	A(%)	B(%)
	0	95	5	0	27	73
	2	80	20	3	36	64
	4	60	40	8	90	10
	6	40	60	14	67.5	32.5
	8	20	80	15	45	55
	10	0	100	16	27	73
	15	95	5			

용안전기준이 잘 지켜지고 있다고 볼 수 있으며 또한 지속적으로 실시하는 서울 강북지역의 잔류농약 모니터링 검사에 의한 긍정적인 효과라고 생각한다.

검출된 381건의 분류별 비율을 살펴보면 채소류 88.5%(엽채류 38.6%, 엽경채류 25.5%, 박과 이외 과채류 13.9%, 근채류 5.5%, 박과 과채류 3.7%, 결구엽채류 1.3%), 과일류 11.3%(감귤류 3.4%, 인과류 3.1%, 핵과류 2.6%, 장과류 1.3%, 열대과일류 0.8%), 서류 0.3% 이었으며, 견과종실류, 곡류, 버섯류, 콩류에서는 잔류농약이 검출되지 않았다. 가장 높은 비율을 차지한 채소류의 검사건수 대비 농약 검출률은 13.7% 이었으며 그 중에서 인삼(85.0%), 돌나물(57.1%), 부추(41.2%), 들깨잎(35.6%), 고추(32.5%), 참나물(32.0%)에서 검사건수 대비 잔류농약 검출률이 30% 이상을 차지하였다. 고춧잎(100%), 민들레 (100%), 비름나물(66.7%)은 분석한 시료건수가 3건 이하이므로

검출률이 높다고 판단할 수 없었다. 인삼, 돌나물, 부추, 들깨잎, 고추, 참나물은 2009년과 2011년 서울 강북지역 유통 농산물의 잔류실태조사(7,9)에서도 높은 검출률을 나타낸 품목이었으며, 인삼의 경우 검사건수 20건 중 17건에서 농약이 검출되어 85.0% 검출률을 나타냈고, 이는 2009년 강북지역 유통 농산물 농약잔류실태조사(7)의 인삼 검출률 91.7%(11/12) 만큼이나 높은 수준이었다. 인삼 모잘록병은 인삼묘포장의 병해 중에서 가장 문제가 심각한 병으로 4월 중하순경에 걸쳐 발병하기 시작하여 5월 상순에 걸쳐 집단적으로 발생하여 땅과 접한 줄기부위가 암갈색 또는 수침상으로 변하면서 잘록해져 쓰러지거나 지상부가 말라 죽는 병이며, 이를 방제하기 위하여 농약의 사용이 필요한 것으로 사료된다(7). 인삼은 가정에서 주로 물에 넣고 달여서 마시는 차의 형태나 보양식인 삼계탕의 재료로 소비되므로 인삼에 대한 안전성 검사가 향후 꾸준히 이루어져야 한다고 생각한다.

Table 5. Number of pesticides detected or violated in agricultural products

Type	Group	Commodity	No. of sample	No. of detection(%)	No. of violation(%)				
Vegetables	Leafy vegetables	Mustard leaf	19	3 (15.8)	0 (0.0)				
		Gyeojachae	22	2 (9.1)	1 (4.5)				
		Papper leaves	1	1 (100.0)	1 (100.0)				
		Chard	38	5 (13.2)	0 (0.0)				
		Shepherd's purse	19	2 (10.5)	0 (0.0)				
		Danggi leaf	7	1 (14.3)	0 (0.0)				
		Perilla leaves	45	16 (35.6)	2 (4.4)				
		Radish leaves	80	6 (7.5)	2 (2.5)				
		Amaranth	3	2 (66.7)	1 (33.3)				
		Lettuce(leaf)	131	18 (13.7)	0 (0.0)				
		Korean cabbage	120	20 (16.7)	0 (0.0)				
		Spinach	164	40 (24.4)	2 (1.2)				
		Dandelion	1	1 (100.0)	1 (100.0)				
		Sinsuncho	22	3 (13.6)	0 (0.0)				
		Crown daisy	45	4 (8.9)	0 (0.0)				
		Marsh mallow	33	2 (6.1)	0 (0.0)				
		Lettuce(head)	109	6 (5.5)	0 (0.0)				
		Chamnamul	25	8 (32.0)	0 (0.0)				
		Chinese vegetable	25	2 (8.0)	0 (0.0)				
		Chwinamul	23	4 (17.4)	0 (0.0)				
		Chicory	30	1 (3.3)	0 (0.0)				
		Other	107	0 (0.0)	0 (0.0)				
		Vegetables	Stalk and stem vegetables	Sedum	21	12 (57.1)	0 (0.0)		
				Water dropwort	66	7 (10.6)	0 (0.0)		
				Leek	102	42 (41.2)	3 (2.9)		
				Celery	47	6 (12.8)	1 (2.1)		
				Welsh onion	239	29 (12.1)	3 (1.3)		
				Green garlic	31	1 (3.2)	0 (0.0)		
				Other	54	0 (0.0)	0 (0.0)		
				Vegetables	Root and tuber vegetables	Carrot	42	2 (4.8)	0 (0.0)
						Garlic	29	0 (0.0)	0 (0.0)
						Radish(root)	47	2 (4.3)	0 (0.0)
						Ginger	17	0 (0.0)	0 (0.0)
		Ginseng	20			17 (85.0)	1 (5.0)		
		Onion	78			0 (0.0)	0 (0.0)		
		Vegetables	Fruiting vegetables, cucurbits	Other	24	0 (0.0)	0 (0.0)		
				Cucumber	63	8 (12.7)	0 (0.0)		
				Korean melon	15	1 (6.7)	0 (0.0)		
				Squash	59	5 (8.5)	0 (0.0)		
		Vegetables	Fruiting vegetables other than cucurbits	Other	23	0 (0.0)	0 (0.0)		
				Eggplant	49	4 (8.2)	0 (0.0)		
				Green & Red pepper	120	39 (32.5)	6 (5.0)		
				Cherry tomato	14	2 (14.3)	0 (0.0)		
				Tomato	18	1 (5.6)	0 (0.0)		
		Vegetables	Flowerhead brassicas	Sweet pepper	39	7 (17.9)	0 (0.0)		
				Korean cabbage, Head	35	3 (8.6)	1 (2.9)		
				Broccoli	69	0 (0.0)	0 (0.0)		
Vegetables	Cabbage	Cabbage	62	2 (3.2)	0 (0.0)				
		Subtotal	2,452	337 (13.7)	25 (1.0)				

Table 5. (Continued)

Type	Group	Commodity	No. of sample	No. of detection(%)	No. of violation(%)			
Fruits	Stone fruits	Jujube	12	6	(50.0)	0	(0.0)	
		Peach	30	2	(6.7)	0	(0.0)	
		Plum	14	1	(7.1)	0	(0.0)	
		Cherry	11	1	(9.1)	0	(0.0)	
		Other	5	0	(0.0)	0	(0.0)	
	Pome fruits	Persimmon	15	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Quince	2	1	(50.0)	0	(0.0)	
		Pear	11	3	(27.3)	0	(0.0)	
		Apple	28	8	(28.6)	0	(0.0)	
	Citrus fruits	Mandarin	12	5	(41.7)	0	(0.0)	
		Orange	23	6	(26.1)	0	(0.0)	
		Korean lemon	4	2	(50.0)	1	(25.)	
		Other	6	0	(0.0)	0	(0.0)	
	Berries and other small fruits	Strawberry	14	1	(7.1)	0	(0.0)	
		Grape	28	4	(14.3)	0	(0.0)	
	Assorted tropical and sub-tropical fruits	Banana	14	2	(14.3)	0	(0.0)	
		Kiwifruit	10	1	(10.0)	0	(0.0)	
		Other	3	0	(0.0)	0	(0.0)	
	Subtotal			242	43	(17.8)	1	(0.4)
	Mushrooms	-	Oyster mushroom	27	0	(0.0)	0	(0.0)
Winter mushroom			42	0	(0.0)	0	(0.0)	
Oak mushroom			12	0	(0.0)	0	(0.0)	
Other			86	0	(0.0)	0	(0.0)	
Subtotal			167	0	(0.0)	0	(0.0)	
Potatoes	-	Potato	38	1	(2.6)	0	(0.0)	
		Sweet potato	22	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Other	4	0	(0.0)	0	(0.0)	
Subtotal			64	1	(1.6)	0	(0.0)	
Nuts and seeds	Peanut or nuts	Chestnut	14	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Gingko	2	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Other	3	0	(0.0)	0	(0.0)	
	Oilseed	Perilla-Seed	1	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Seasam	1	0	(0.0)	0	(0.0)	
Subtotal			21	0	(0.0)	0	(0.0)	
Cereal grains	-	Rice	7	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Corn	4	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Foxtail millet	1	0	(0.0)	0	(0.0)	
Subtotal			12	0	(0.0)	0	(0.0)	
Beans	-	Kidney bean	1	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Cowpea	1	0	(0.0)	0	(0.0)	
		Pea	1	0	(0.0)	0	(0.0)	
Subtotal			3	0	(0.0)	0	(0.0)	
Total			2,961	381	(12.9)	26	(0.9)	

한편 농약잔류허용기준을 초과한 농산물은 고추 6건(5%), 들깨잎 2건(4.4%), 부추 3건(3.0%), 무(잎) 2건(2.5%), 파 3건(1.3%), 시금치 2건(1.2%), 고춧잎, 비름나물, 민들레, 유자, 인삼, 겨자채, 배추, 셀러리에서 각각 1건으로 총 26건이었다. 대부분 채소류의 비율이 높았으며, 특히 고추에서 부적합 건수가 많았는데 6건 모두 건조 고추 유형이었으며 그 중에서 4건은 고춧가루 형태였다. 식품공전에 보면 건조고추는 대부분 풋고추와 함께 농약 잔류허용기준이 설정되어 있음에도 불구하고 이를 초과하는 농약이 잔류하는 것은 생산자가 농약 안전사용기준을 올바르게 준수하지 않았기 때문일 것으로 추정된다. 고추가 우리나라에서 가장 많이 소비되는 양념료로서 대부분 건조·분쇄되어 고춧가루로 이용되는 점을 고려하여 생산지에서의 농약 안전사용에 관한 교육이 절실히 요구되며, 또한 건조고추의 농약 잔류량에 대한 꾸준한 검사가 필요할 것으로 사료된다(10).

들깨잎, 부추, 파, 비름나물, 셀러리, 인삼 등은 2011년 서울 북부지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사의 부적합 농산물과 중복되는 품목이었다(9). 기준초과 농산물 중 채소류가 96.2%의 비율로 대부분을 차지하였으며, 이는 채소류가 무게 대비 표면적 즉, 비표면적이 크므로 농약의 잔류농도가 높은 것으로 추정된다(11, 12). 따라서 채소류의 안전성 확보를 위해 지속적인 잔류농약 검사가 필요할 것으로 사료된다.

2. 농약별 분포

분석대상 농약 285종 중에서 52종의 농약이 529회 검출되었으며 표 6에 농약의 용도별로 분류하여 나타내었다. 용도별 검출횟수는 살충제 266회, 살균제 255회, 생장조절제 8회 였다. 검출빈도를 살펴보면 procymidone이 총 122회로 가장 높았고, 다음으로는 cypermethrin 54회, chlorfenapyr 52회, chlorpyrifos 36회, endosulfan 33회, bifenthrin 25회 등의 순으로 나타났다. 이는 2011년 서울 북부지역 유통 농산물의 농약 잔류실태(9)와 비교해 볼 때 검출빈도가 높은 농약의 종류가 대체로 유사하였으며, 특히 procymidone의 경우 2011년과 2012년 모두 검출빈도가 가장 높

은 농약이었다.

Procymidone은 물리화학적으로 빛과 열과 습기에 안정한 살균제로(13) 토양환경에서 흡착량이 높고 이동성이 낮아 타 환경계로의 전이 정도가 매우 낮으며, 살포된 환경내에서 분해가 서서히 진행되어 약제의 소실속도가 다소 느린 특징이 있다(14). 그러므로 작물중에 procymidone의 검출률이 높은 것은 이러한 물리적 특성이 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

한편 잔류허용기준을 초과한 농약은 총 14종이었으며, endosulfan 4회, chlorothalonil, tebuconazole, EPN 이 각각 3회, procymidone, ethion, bifenthrin 이 각각 2회, carbendazim, fludioxonil, iprodione, uniconazole, diniconazole, ethoprophos, fenthion이 각각 1회로 총 26회였다.

잔류허용기준을 초과한 농약 중 endosulfan, chlorothalonil, tebuconazole 및 EPN이 부적합 농약횟수의 절반을 차지하였으며, 가장 많은 부적합률을 나타낸 endosulfan은 파 2건, 시금치, 민들레에서 기준 0.1 mg/kg보다 약 5~18배 초과하여 0.598~1.838 mg/kg을 나타냈다. Endosulfan은 cyclodiene계 살충제로(1) 작물 잔류성 및 내분비계 장애 추정 물질로 활성이 높아(15) 고독성의 농약으로 분류되어 2011년 12월 생산이 금지되었다(16). 그러므로 농산물의 endosulfan 잔류량 조사는 향후 철저히 관리되어야 할 것이다.

다음으로 부적합률이 높은 chlorothalonil도 유기염소계 농약으로 높은 화학적 안정성, 물에 대한 낮은 용해도 및 휘발성의 특징이 있어 광범위한 살균효과를 가지며 잔류성이 큰 지용성 물질이다(17). Chlorothalonil은 배추, 부추, 들깨잎에서 기준 2.0~5.0 mg/kg 보다 약 1~6배 초과한 3.219~12.966 mg/kg 을 나타냈다. 또한 사과, 고추, 차 등의 탄저병과 흰가루병 방지를 위해서 사용되는 tebuconazole은(18) 3건 모두 고춧가루에서 잔류허용기준 5.0 mg/kg 보다 약 1~2배 초과한 6.138~10.757 mg/kg을 나타냈다.

EPN은 고춧가루, 시금치, 부추에서 잔류허용기준 0.05~0.35 mg/kg 보다 약 6~9배 높은 0.330~2.969 mg/kg 으로 나타났다. EPN은 유기인계 살충제로 포유동물에 대한 독성이 비교적

Table 6. Detection of pesticide residues in agricultural products and their MRLs

Classification	Pesticide	No. of sample detected	No. of sample violated	Detection range (mg/kg)	MRL (mg/kg)
Insecticide	Bifenthrin	25	2	0.007~1.196	0.05~3.0
	Chlorfenapyr	52	0	0.006~0.473	0.1~7.0
	Chlorpyrifos	36	0	0.004~0.407	0.01~2.0
	Chlorpyrifos-methyl	1	0	0.030	0.20
	Cyhalothrin	5	0	0.038~0.099	0.2~2.0
	Cypermethrin	54	0	0.029~1.466	0.5~6.3
	Diazinon	11	0	0.018~0.082	0.1~0.5
	Dicofol	1	0	0.584	1.00
	Diniconazole	13	1	0.025~0.372	0.05~0.3
	Endosulfan	33	4	0.004~1.838	0.05~1.0
	EPN	6	3	0.004~2.969	0.05~0.35
	Ethion	2	2	0.210~0.550	0.07
	Ethoprophos	1	1	0.327	0.02
	Fenitrothion	4	1	0.030~0.880	0.2~2.0
	Fenobucarb	1	0	0.067	0.50
	Fenpropathrin	1	0	0.092	0.20
	Fluacrypyrim	1	0	0.017	3.00
	Methidathion	2	0	0.004~0.032	0.20~0.30
	Phenthoate	1	0	0.077	1.00
	Phorate	1	0	0.083	0.10
	Pyridaben	2	0	0.180~1.374	2.00
	Pyridalyl	1	0	0.057	5.00
	Spiromecifen	2	0	0.042~0.130	0.2~3.0
	Tebufenpyrad	8	0	0.036~0.737	0.5~5.0
	Triazophos	2	0	0.080~0.097	0.35
	Subtotal		266	14	
Fungicide	Azoxystrobin	4	0	0.525~2.142	3.0~20.0
	Boscalid	1	0	0.405	7.00
	Carbendazim	5	1	0.228~2.566	1.0~20.0
	Chlorothalonil	21	3	0.020~12.966	1.0~5.0
	Cyprodinil	2	0	0.027~0.411	1.00
	Dichlofluanid	1	0	0.104	10.00
	Diethofencarb	8	0	0.325~3.923	2.0~20.0
	Dimethomorph	5	0	0.492~5.345	2.0~20.0
	fenhexamide	1	0	0.077	3.00
	Fenvalerate	10	0	0.009~0.680	0.5~9.4
	Fludioxonil	8	1	0.025~2.212	0.05~7.0
	Flutolanil	3	0	0.114~0.496	0.70
	Iprodione	3	1	0.068~4.242	0.1~5.0
	Kresoxim-methyl	10	0	0.005~0.591	0.1~10.0
	Metalaxyl	5	0	0.086~0.389	2.00
	Myclobutanil	1	0	0.028	1.00
	Procymidone	122	2	0.016~34.836	0.2~15.0

Table 6. (Continued)

Classification	Pesticide	No. of sample detected	No. of sample violated	Detection range (mg/kg)	MRL (mg/kg)
Fungicide	Pyrimethanil	3	0	0.263~3.024	3.0~10.0
	Tebuconazole	20	3	0.081~10.757	0.5~5.0
	Tetraconazole	3	0	0.070~0.286	1.0~2.0
	Thiifluzamide	1	0	0.561	1.00
	Tolclofos-methyl	13	0	0.021~0.459	1.00
	Tolyfluanid	3	0	0.168~0.749	0.2~1.0
	Triflumizole	1	0	0.281	1.00
	Vinclozolin	1	0	0.346	2.00
Subtotal		255	11		
Plant growth regulator	Hexaconazole	7	0	0.030~0.622	0.1~2.0
	Uniconazole	1	1	0.55	Not established
	Subtotal	8	1		
Total		529	26		

높아 45% 유제의 경우 고독성 농약으로 분류되며 엔도설판과 함께 2011년 12월 농약안전성심의위원회 심의를 거쳐 생산 금지된 품목 중 하나이다(1, 16). 그러므로 생산농가에서 농약사용지침에 따라 올바르게 사용하는지 관리감독을 더욱 강화 해야 할 것이다.

그 밖에 잔류허용기준을 초과한 농약을 살펴보면 procymidone, fludioxonil, iprodione, diniconazole, ethoprophos, carbendazim은 2009년과 2011년 서울 강북지역 유통 농산물의 농약 잔류실태조사에서 잔류허용기준을 초과한 이력이 있는 농약이었으며(7, 9) 장 등(19)의 서울지역 유통 채소류의 잔류농약 조사에 의하면 bifenthrin 도 잔류허용기준을 초과한 이력이 있는 농약이었다. Ethion, fenthion, uniconazole 은 2012년 새롭게 부적합 농약으로 나타났으며 이중에서 uniconazole은 triazole계 화합물로 성장조절제 및 곰팡이 억제 목적으로 사용되는 국내 미등록 농약성분이다. 현재 uniconazole이 검출될 경우 식품의약품안전청의 지시에 따라 불검출 기준을 적용하므로, 겨자 채에서 0.550 mg/kg이 검출되어 부적합 통보를

하였다. 국내에 등록되지 않은 농약에 대한 사용 규제 및 안전성 확보가 필요한 것으로 판단된다.

요 약

2012년 1월부터 12월까지 서울 강북지역에서 유통되고 있는 농산물 148품목, 2,961건을 대상으로 다중농약다성분 분석법을 이용하여 285종 농약의 잔류실태를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 농산물 2,961건 중 381건에서 농약이 검출되어 12.9%의 검출률을 나타냈으며, 이 중 잔류허용기준을 초과하여 부적합 농산물로 판정된 시료는 26건으로 부적합률은 0.9%였다.
2. 검출된 381건 중에서 채소류가 88.5%로 가장 높은 비율을 나타내었고 다음으로 과일류 11.3%, 서류 0.3%였으며, 견과종실류, 곡류, 버섯류, 콩류에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.
3. 농산물별 농약 검출빈도는 부추 42회, 시금치 40회, 고추 39회, 파 29회, 엇갈이배추 20회

- 순으로 높았으며, 검사건수 대비 검출률은 인삼 85.0%(17/20), 돌나물 57.1%(12/21), 대추 50.0%(6/12), 감귤 41.7%(5/12), 부추 41.2%(42/102), 들깨잎 35.6%(16/45) 등의 순으로 나타났다.
4. 농약 잔류허용기준을 초과한 농산물은 14품목으로 고춧가루 6건, 파 3건, 부추 3건, 들깨잎 2건, 무(잎) 2건, 시금치 2건, 고춧잎, 비름나물, 민들레, 유자, 인삼, 겨자채, 배추, 셀러리에서 각각 1건씩 초과하여 총 26건 이었다.
 5. 분석대상 농약 285종 중에서 검출된 농약 성분은 52종 이었으며 procymidone 122회, cypermethrin 54회, chlorfenapyr 52회, chlorpyrifos 36회, endosulfan 33회, bifenthrin 25회 등의 순으로 나타났다.
 6. 잔류허용기준을 초과한 농약은 14종 이었으며 endosulfan 4회, chlorothalonil, tebuconazole, EPN 이 각각 3회, procymidone, ethion, bifenthrin이 각각 2회, carbendanzim, flou-dioxonil, iprodione, uniconazole, diniconazole, ethoprophos, fenthion 이 각각 1회로 총 26회 초과한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 정형호, 김장억, 김정환, 이영득, 임치환, 허장현 : 최신농약학, 개정판, 시그마프레스(주), 서울, p1, p141~148, 2004.
2. OS KA, AH AI, AR SM and AR KN: Estimated daily intake of pesticide residues exposure by vegetables grown in greenhouses in Al-Qassim region, Saudi Arabia. Food Control, 22:947~953, 2011.
3. 농촌진흥청 농약관리시스템, <http://epmso.rda.go.kr>
4. 권기성 : 2011년 식품 중 잔류농약 안전성 평가 연구 - 신규 기준설정 농약 위해평가 및 다소비 농산물 잔류실태 조사. 식품의약품안전평가원 자체연구개발과제 최종보고서, p5~7.
5. 이미경, 홍무기, 박건상, 최동미, 임무혁, 이서래 : 한국에서 농산물중 농약잔류 허용기준의 설정 절차. 한국식품과학회지, 37(4):685~694, 2005.
6. 식품의약품안전청 식품공전. 2011.
7. 승현정, 박성규, 하광태, 김옥희, 최영희, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현 : 서울특별시 강북지역 유통 농산물들에 대한 농약 잔류실태조사. 한국식품위생안전성학회지, 25(2):106~117, 2010.
8. 김옥희, 박성규, 최영희, 승현정, 한성희, 이영주, 장정임, 김윤희, 조한빈, 박건용, 유인실, 한기영 : 서울지역 유통 농산물 중 내분비계 장애 추정농약의 잔류실태 조사. 농약과학회지, 15(1):36~47, 2011.
9. 한성희, 박성규, 김옥희, 최영희, 승현정, 이영주, 정희정, 김윤희, 유인실, 김유경, 한기영, 채영주 : 서울 북부지역 유통 농산물의 농약 잔류실태. 농약과학회지, 16(2):109~120, 2012.
10. 김성단, 김복순, 박성규, 김미선, 조태희, 한창호, 조한빈, 최병현 : 서울시 유통 건조농산물 중의 농약잔류 실태 연구. 한국식품과학회지, 39(2):114~121, 2007.
11. 김경식, 유영아, 황광호, 최채만, 조성에, 이은순, 엄정훈, 이춘영, 김은희, 한성희, 최은정, 김정현, 신기영, 박석기 : 시중 유통 농산물 중 농약잔류실태(2008). 서울특별시 보건환경연구원보, 44:44~57, 2008.
12. 황광호, 이춘영, 이은순, 엄정훈, 한성희, 김경식, 김정현, 박석기 : 가락시장에서 유통된 농산물의 잔류농약 변화 추이(2004~2008). 서울특별시 보건환경연구원보, 44:35~43, 2008.
13. KFDA잔류농약데이터베이스 http://fse.foodnara.go.kr/residue/pesticides/pesticides_info.jsp
14. 최규일, 성기용, 김정규(2004) 살균제 Procymidone의 토양환경 중 동태. 한국농약과학회 2004년도 임시총회 및 추계 학술발표회 p.85 <http://www.mt.co.kr/view/mtview.php?type=1&no=2007092709>
15. 이제봉, 신진섭, 이희동, 정미혜, 유아선, 강규영 : 내분비계 장애추정농약에 대한 에스트로겐성 영향검색 및 위해성 평가. 농약과학회

- 지, 8(2):95~102, 2004.
16. 농촌진흥청 농촌진흥일보, http://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=view&prgId=day_farmprmninfoEntry&dataNo=100000461319
 17. 이명진, 김명길, 정홍래, 윤희정, 김난영, 김한택, 김철영, 이운형, 윤미혜 : 경기도내 유통 건조농산물의 잔류농약 실태. 농약과학회지, 15(3): 238~245, 2011.
 18. 한국작물보호협회 농약사용지침서 : <http://www.koreacpa.org/new/sub.html?sub=2>
 19. 장미라, 문현경, 김태랑, 육동현, 김은희, 홍채규, 최채만, 황인숙, 김정현, 김무상 : 서울 지역 유통 채소류의 잔류농약 조사. 농약과학회지, 15(2):114~124, 2011.