

# 서울북부지역 유통 농산물의 잔류농약 모니터링 (2017~2018)

잔류농약검사팀

박정현 · 장미라 · 김은희 · 신재민 · 신 영  
박영혜 · 박혜원 · 김진경 · 홍미선 · 유인실

## Monitoring and Risk Assessment of Pesticide Residues present in Agricultural Products Marketed in the Northern Area of Seoul in 2017 and 2018

*Agricultural Product Inspection Team*

**Jung-hyun Park, Mi-ra Jang, En-hee Kim,  
Jae-min Shin, Young Shin, Young-hye Park, Hae-won Park,  
Jin-kyung Kim, Mi-sun Hong and In-sil Yu**

### Abstract

A survey was done to investigate the pesticide residues present in agricultural products and to assess their risk on the market in the northern area of Seoul during the years 2017 and 2018. A total of 5,308 agricultural product samples were studied and the residual pesticide levels of 265 different pesticide types were analysed by multi-residue methods using GC-ECD/NPD, GC-MSD, and HPLC-DAD/FLD. The violation rates of the samples over their maximum residue limits(MRLs) in the survey for 2017 and 2018 were 0.32% and 0.23%, respectively. The most frequently detected samples of 2017 and 2018 were mustard green, perilla leaves, and leek among vegetables and oranges and cherries among fruit products. The pesticides detected yearly over the two-year period were procymidone, dimethomorph, and chlorfenapyr. To assess the risk present in vegetables, the estimated daily intake of the detected pesticides was compared to the acceptable daily intake(ADI). The estimated daily intake ranged from 0.000~0.212% of the ADI, indicating by intake the commercial agricultural products detected with pesticide residues.

**Key words** : pesticide residues, agricultural products, risk assessment, %ADI

## 서 론

농약은 병해충 및 잡초로부터 농작물을 보호하여 식량생산성 향상과 농작물 재배작업의 편리성을 증대시키는 등 필수불가결한 도구이지만 이러한 유익성과 함께 농약이 남용 또는 오용될 경우 농산물에 잔류하여 인체에 해를 끼칠 우려가 있다. 농약이 농산물에 잔류하고 이를 계속적으로 섭취할 경우 체내에 축적되어 만성 독성을 유발할 수 있으며, 특히 농약의 잔류허용기준을 초과하는 농산물을 매일 섭취하는 경우 인체에 위해를 끼칠 수 있다. 그러므로 각 농약의 사용량, 사용횟수, 수확기에 따른 살포 횟수 및 시기 등에 관한 농약안전사용기준 배포와 농약의 잔류허용기준(maximum residue limits, MRLs) 설정을 통한 사후관리와 감시체계가 반드시 필요하다. 따라서 유통단계 농산물에 대한 잔류농약 모니터링을 통해 잔류 정도를 조사하고 농약의 안전성을 평가하여 안전한 농산물의 생산과 소비를 유도하는 것이 바람직하다(1, 2).

세계 각 국에서는 농산물의 수입 개방으로 인해 늘어나는 농산물과 새롭게 개발되는 농약에 대해 지속적으로 잔류농약 모니터링을 실시하고 있으며, 기준이 설정되지 않은 농약이 0.01 mg/kg 이상 잔류하는 농산물의 판매 등을 금지하는 농약허용물질목록관리제도(positive list system, PLS), 자국에 허용기준이 설정되지 않은 농약에 대하여 불검출을 원칙으로 하는 영(零)허용체제(Zero Tolerance System) 등을 도입하여 자국 내 유통되는 농산물의 안전성 확보에 주력하고 있다.

우리나라는 1968년부터 정부에서 자체 계획 하에 무작위로 시료를 채취하고 분석대상 농약도 기준 설정 여부와 관계없이 많은 종류의 잔류농약을 분석하여 왔고, 1998년부터 검출이력이 있거나 집중관리가 필요한 농약을 대상으로 국가잔류농약 모니터링 사업을 수행하였다. 2017년 1월 1일부터 PLS 제도를 도입하여 일차적으로 견과종실류 및 과일류 중 열대과일류에 잔류하는 농약에 대하여 잔류허용기준이 정해지지 않은 경우 0.01 mg/kg을 적용하였고, 2019년 1월 1일부터 모든 농산물에 대하여 PLS 제도가 도입되어 잔류허용

기준이 없는 농약에 대하여 일률적으로 0.01 mg/kg을 적용하고 있다(3, 4).

현재까지 국내 및 수입농산물에 대한 잔류농약 모니터링을 국가적 차원에서 계속사업으로 매년 실시하고 있고, 농약이 검출된 농산물의 경우 농민들의 농약의 안전사용기준 준수를 위해 국립농산물품질관리원에 통보하고 있으며, 식품위생정책 및 농약 잔류허용기준 제·개정 의 기초 자료로 활용하고 있다. 농산물의 잔류농약에 대한 모니터링은 소비자의 보호, 위해도 평가에 필요한 자료 축적, 훌륭한 농업정책과 공정한 무역확립에 필수적인 부분이다(5, 6).

이에 본 연구는 2017년부터 2018년까지 서울 북부(강북)지역 대형마트와 전통시장 등에서 유통되는 농산물에 대한 잔류농약 실태조사를 실시한 결과를 토대로 각 농산물에서 검출된 농약에 대한 섭취량을 추정하여 안전성을 평가하였고 앞으로 국가적 농산물 안전성 검사 체계 개선을 위한 기초자료 마련에 이바지하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 검사시료 및 분석농약

2017년 1월부터 2018년 12월까지 서울북부(강북구, 광진구, 노원구, 도봉구, 동대문구, 마포구, 서대문구, 성동구, 성북구, 용산구, 은평구, 종로구, 중구, 중랑구)지역 백화점, 대형매장 및 전통시장 등에서 유통되고 있는 농산물, 학교급식 식재료 및 직거래농산물 중 채소류 4,181건, 과일류 377건, 버섯류 252건, 곡류, 264건, 견과종실류 147건, 서류 63건 그리고 두류 24건에 대하여(전체 5,308건, 2017년 2,794건, 2018년 2,514건) 잔류농약을 검사하였으며, 분석대상 농약은 표 1과 같이 265종을 대상으로 하였다.

### 2. 표준품 및 분석용 시약

잔류농약 분석용 표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH(Augsburg, Germany), Chem Service (West Chester, USA), Sigma-Aldrich(St. Louis, USA), Honeywell(Wunstorf, Germany)제품을

**Table 1. List of target pesticides in this survey**

Classification	Pesticide
Insecticide (114)	Acetamiprid, Acrinathrin, Aldicarb, Aldrin, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Bendiocarb, BHC, Bifenthrin, Bromophos-methyl, Butocarboxim, Cadusafos, Carbaryl, Carbofuran, Carbophenothion, Chlorantraniliprole, Chlordane, Chlorfenapyr, Chlorobenzuron, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Chromafenozide, Clothianidin, Cyanophos, Cyfluthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin, DDT, Deltamethrin, Diazinon, Dichlorvos, Dicofol, Dieldrin, Dimethoate, Dimethylvinphos, Endosulfan, Endrin, EPN, Esprocarb, Ethiofencarb, Ethion, Ethoprophos, Etrimfos, Fenitrothion, Fenobucarb, Fenoxycarb, Fenpropathrin, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Fonicamid, Flubendiamide, Flufenoxuron, Flupyrazofos, Fluvalinate, Fonofos, Fosthiazate, Furathiocarb, Heptachlor, Hexaflumuron, Indoxacarb, Isofenphos, Isofenphos-methyl, Isoprocarb, Isoxathion, Lufenuron, Malathion, Mecarbam, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Methoxychlor, Methoxyfenozide, Metolcarb, Nitenpyram, Nonachlor, Novaluron, Oxamyl, Oxydemeton-methyl, Parathion, Parathion-Methyl, Permethrin, Phenthoate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidone, Pirimicarb, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Profenofos, Promecarb, Propoxur, Prothiofos, Pyaclofos, Pyridaben, Pyridalyl, Pyrimidifen, Pyriproxyfen, Quinalphos, Sulprofos, Tebufenozide, Tebupirimfos, Teflubenzuron, Tefluthrin, Terbufos, Tetrachlorvinphos, Thiacloprid, Thiamethoxam, Thiodicarb, Thiometon, Tolfenpyrad, Tralomethrin, Triazophos, Triflumuron, 2,3,5-Trimethacarb, 3,4,5-Trimethacarb
Herbicide (57)	Anilofos, Ametryn, Atrazine, Azafenidin, Bromacil, Brombutide, Bromoxynil, Butafenacil, Chloridazon, Chlorimuron-ethyl, Chlorotoluron, Chlorthal-dimethyl, Cinosulfuron, Clomeprop, Cyanazine, Diflufenican, Dimepilate, Dimethachlor, Dimethenamid, Diphenamid, Dithopyr, Esprocarb, Ethametsulfuron-methyl, Flufenacet, Flumiclorace-pentyl, Fluthiacet-methyl, Imazamox, Imazapic, Imazaquin, Imazethapyr, Indanofan, Isoproturon, Lactofen, Mefenacet, Mefenpyr-diethyl, Metamifop, Methabenzthiazuron, Molinate, Oxaziclomefone, Pendimethalin, Phenmedipham, Picolinafen, Piperophos, Propazine, Propisochlor, Propyzamide, Pyrazolate, Pyribenzoxim, Pyributicarb, Pyridate, Pyriminobac-methyl, Quinoclamine, Rimsulfuron, Tebutylazine, Thenylchlor, Thiazopyr, Tribenuron-methyl, Vernolate
Fungicide (78)	Amisulbrom, Azaconazole, Azoxystrobin, Binapacryl, Boscalid, Bupirimate, Captapol, Captan, Chinomethionate, Chlorothalonil, Cyazofamid, Cyflufenamid, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Dichlofluanid, Dicloran, Diethofencarb, Dimethomorph, Diniconazole, Diphenylamine, Edifenphos, Ethaboxam, Fenamidone, Fenarimol, Fenobuconazole, Fenhexamid, Fenoxanil, Ferimzone, Fludioxonil, Fluquinconazole, Flusilazole, Flusulfamide, Flutolanil, Folpet, Fthalide, Hexachlorobenzene, Imazalil, Imibenconazole, Iprobenfos, Iprodione, Iprovalicarb, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, Mepanipyrim, Mepronil, Metconazole, Metrafenone, Myclobutanil, Nitrapyrin, Nitrothal-isopropyl, Nuarimol, Ofurace, Oxadixyl, Penconazole, Pencycuron, Picoxystrobin, Probenazole, Prochloraz, Procymidone, Pyraclostrobin, Pyrazophos, Pyrimethanil, Pyroquilon, Quintozen, Simeconazole, TCMTB, Tebuconazole, Thifluzamide, Tiadinil, Tolclofos-methyl, Tolyfluanid, Triadimefon, Triadimenol, Tricylazole, Trifloxystrobin, Triflumizole, Vinclozolin, Zoxamide
Miticide	Benzoximate, Bromopropylate, Chlorobenzilate, Etoxazole, Fenazaquin, Fenothiocarb, Fenpyroxymate, Flucacrypyrim, Spirodiclofen, Tebufenpyrad, Tetradifon,
Plant growth regulator(5)	Forchlorfenuron, Paclobutrazole, Tribufos, Uniconazole
Plant activator	Probenazole

구입하여 사용하였고, 사용된 표준물질의 순도는 싸이퍼메트린(순도 91.5%)을 제외한 모든 제품이 98% 이상이었다. 주로 사용되는 추출용매인 아세트니트릴은 J.T. Baker(Center Valley, USA), 정제에 사용된 아세톤과 헥산은 Kanto Chemical(Tokyo, Japan)의 제품을 사용하였고, 층 분리를 위해 사용된 염화나트륨은 Merck(Darmstadt, Germany) 제품을 사용하였다.

### 3. 분석방법 및 분석기기

시료의 전처리 및 분석방법은 식품공전의 식품 중 잔류농약 분석법 다중농약다성분 분석법 제2법 및 식품공전 잔류농약 분석법 실무해설서에 따라 분석하였다(7). 분석에 사용된 GC는 Agilent

Technologies(Santa Clara, USA)의 HP 6890 및 7890 제품으로 유기염소계 농약은  $\mu$  electron capture detector( $\mu$ ECD)를 연결하여 사용하였고 유기인계 농약은 nitrogen phosphorus detector(NPD)로 분석하였다. 농약 검출 확인을 위한 mass selective detector(MSD)는 Agilent Technologies(Santa Clara, USA) HP 5973 모델을 사용하였다. High performance liquid chromatograph-diode array detector(HPLC-DAD)는 Agilent 1100 series를, high performance liquid chromatograph-fluorescence detector(HPLC-FLD)는 Waters Service(Milford, USA)의 2695 모델을 사용하여 분석하였으며, 분석 조건은 표 2~4와 같다.

**Table 2. Gas chromatographic conditions for the analysis of pesticides in agricultural commodities**

Specification		GC- $\mu$ ECD	GC-NPD
Column	Front	DB-1701 14% cyanopropyl phenyl methyl(30 m $\times$ 320 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m)	
	Back	HP-5 5% phenyl methyl siloxane(30 m $\times$ 320 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m)	
Oven		150°C(1 min) $\rightarrow$ 12°C/min $\rightarrow$ 240°C(2 min)	110°C(2 min) $\rightarrow$ 15°C/min $\rightarrow$ 200°C(8 min)
Temp.		$\rightarrow$ 10°C/min $\rightarrow$ 280°C(11 min)	$\rightarrow$ 10°C/min $\rightarrow$ 260°C(7 min)
Temp.	Injector	230°C	210°C
	Detector	280°C	270°C
Gas flow		N <sub>2</sub> (1.0 mL/min)	N <sub>2</sub> (1.4 mL/min)
			Air(60.0 mL/min) H <sub>2</sub> (3.5 mL/min)

**Table 3. Gas liquid chromatograph-mass selective detector(GC-MSD) conditions for the analysis of pesticides in agricultural commodities**

Specification		GC-MSD
Column		HP-5MS 5% phenyl methyl siloxane (30 m $\times$ 250 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m film thickness)
Temp.	Oven	100°C(2 min) $\rightarrow$ 10°C/min $\rightarrow$ 280°C(15 min)
	Injector	230°C
Carrier gas		He(splitless, 1.0 mL/min)
MSD parameter	Ionization method	Electron impact at 70 eV
	Ion source temp.	230°C
	Transfer line temp.	280°C
	Scan range	50~550 m/z(2.91 scan/sec)

#### 4. 잔류농약의 안전성 평가

농약이 검출된 농산물을 소비자가 섭취했을 때의 위해성을 알아보기 위해 안전성 평가를 실시하였다. 검출된 개별농약의 안전성 평가는 농약이 검출된 농산물을 섭취할 경우를 가정하여 농산물 중 검출농약의 평균 잔류량(mg/kg)을 농산물의 일일섭취량(kg/person/day)과 곱하여 잔류농약 일일섭취추정량(Estimated daily intake, EDI, mg/person/day)을 산출하였다. 농산물의 일일섭취량(kg/day)은 2017년 국민건강통계 국민건강영양조사 SPSS 자료를 이용하였다(8). 잔류농약의 일일섭취허용량(acceptable daily intake, ADI, mg/kg/day)은 식품의약품안전처 잔류농약 데이터베이스에서 제공하는 값을 이용하였으며, 잔류농약의 일일섭취추정량과 일일섭취허용량에 2017년 국민건강통계 국민건강영양조사 자료의 한국인 성인 평균 체중인 63.71 kg을 곱한 값을 이용하여 %ADI를 산출하여 평가하였다.

#### 5. 통계적 분석

각 특성별 잔류농약 검출에 대한 빈도의 차이는 카이제곱 검정을 통해 확인하였고 이분형 로지스틱을 통해 교차비(OR)와 95% 신뢰구간(CI)을 산출하였다. 통계처리는 SPSS Statistics ver. 24로 시행하였으며, 결과에 대한 통계적 유의수준은 0.05 미만으로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 유통농산물의 잔류농약 실태분석 및 검출 현황

2017년 1월부터 2018년 12월까지 서울 강북지역에서 유통된 농산물 전체 5,308건(2017년 2,794, 2018년 2,514)에 대하여 동시분석이 가능한 265종에 대한 잔류농약 실태를 조사하였다(표 5). 전체 농산물 중 잔류허용기준 이하로 농약이 검출된 농산물은 2017년 390건(14.0%), 2018년

**Table 4.** High performance liquid chromatographic conditions for the analysis of pesticides in agricultural commodities

Specification	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, v/v/v)			A : Acetonitrile B : Water		
	Time(min)	A(%)	B(%)	Time(min)	A(%)	B(%)
Gradient program	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			

**Table 5. Results of pesticide residue monitoring in agricultural commodities in 2017 and 2018**

Crop	Group	Commodity	No. of sample		No. of sample violated/ No. of sample detected(%)	
			2017	2018	2017	2018
	Total		2,794	2,514	9/390(0.3/14.0)	6/449(0.2/17.9)
		Lettuce(leaf)	334	210	33(9.9)	37(17.6)
		Spinach	139	110	29(20.9)	35(31.8)
		Ssam cabbage	44	25	2/13(4.5/29.5)	2/8(8.0/32.0)
		Perilla leaves	170	102	73(42.9)	52(51.0)
		Korean cabbage	66	67	1/8(1.5/11.9)	23(34.3)
		Radish leaves	30	61	1(3.3)	4(6.6)
		Crown daisy	40	45	11(27.5)	7(15.6)
		Chicory	36	42	2(5.6)	6(14.3)
		Kale	25	28	4(14.8)	1/10(3.6/35.7)
	Leafy vegetable	Mustard green	8	14	4(50.0)	1/10(7.1/71.4)
		Chamnamul	48	38	1/21(2.1/43.8)	10(26.3)
		Marsh Mallow	17	33	1(5.9)	1/4(3.0/12.1)
		Lettuce(head)	40	41	3(7.5)	4(9.8)
		Chwinamul	72	50	14(19.4)	1/25(2.0/50.0)
		Mustard leaf	14	8	2(14.3)	
		Bi-reum	31	9	2/8(6.5/25.8)	3(33.3)
		Chard	17	41	1(5.9)	26(63.4)
		Secum	23	17	7(30.4)	3(17.6)
		Others	214	160	1/23(0.5/10.7)	23(14.4)
		Subtotal	1368	1101	7/258(0.5/18.9)	6/290(0.5/26.3)
		Welsh onion	111	108	1/22(0.9/19.8)	18(16.7)
		Leek	87	61	1/36(1.1/41.4)	24(39.3)
		Water dropwort	109	66		3(4.5)
	Stalk and stem vegetable	Celery	36	26	7(19.4)	2(7.7)
		Green garlic	17	12	6(35.3)	
		Wild garlic	11	3	3(27.3)	
		Others	100	83		4(4.8)
		Subtotal	471	359	2/74(0.4/15.7)	51(14.2)
		Carrot	1	21		
	Root and tuber vegetable	Radish(root)	41	13	3(7.3)	
		Onion	6	17		
		Garlic	7	9		
		Others	29	65		2(3.1)
		Subtotal	84	125	3(3.6)	2(1.6)
		Cucumber	28	42	1(3.6)	2(4.8)
	Fruiting vegetable and cucurbits	Squash	45	49		2(4.1)
		Korean melon	15	10	4(26.7)	1(10.0)
		Others	4	3	1(25.0)	
		Subtotal	92	104	6(6.5)	5(4.8)
		Green & Red pepper	74	78	21(28.4)	16(20.5)
	Fruiting vegetable without cucurbits	Green & Red pepper(Dried)		58		47(81.0)
		Eggplant	5	20		
		Tomato	16	26		4(15.4)
		Others	17	22		2(9.1)
		Subtotal	112	204	21(18.8)	69(33.8)
		Broccoli	43	32		
	Flowerhead brassicas	Korean cabbage	32	20		
		Others	16	18	1(6.3)	
		Subtotal	91	70	1(1.1)	
	Subtotal		2,218	1,963	9/363(0.4/16.4)	6/417(0.3/21.2)

**Table 5. (Continued)**

Crop	Group	Commodity	No. of sample		No. of sample violated/ No. of sample detected(%)	
			2017	2018	2017	2018
Fruit	Stone fruit	Jujube	12	7	1(8.3)	1(14.3)
		Peach	5	3		
		Cherry	9	8	6(66.7)	6(75)
		Others	4	2		
		Subtotal	30	20	7(23.3)	7(35)
	Pome fruit	Apple	28	19	1(3.6)	1(5.3)
		Persimon	19	23		
		Others	19	13		
		Subtotal	66	55	1(1.5)	1(1.8)
	Citrus fruit	Mandarin	17	10	2(11.8)	2(20)
		Orange	9	5	7(77.8)	3(60)
		Lemon		4		2(50)
		Grapefruit	1	5		2(40)
		Subtotal	27	24	9(33.3)	9(37.5)
	Berries and other small fruit	Grape	12	15	5(41.7)	9(60)
		Strawberry	14	12	2(14.3)	
		Others	6	10	2(33.3)	3(30)
		Subtotal	32	37	9(28.1)	12(32.4)
	Assorted tropical and sub-tropical fruit	Kiwifruit	5	6		1(16.7)
		Banana	44	20	1(2.3)	2(10)
Mango		1				
Others			10			
Subtotal		50	36	1(2)	3(8.3)	
Subtotal		205	172	27(13.2)	32(18.6)	
Mushroom	Oyster mushroom	44	25			
	King oyster mushroom	30	39			
	Others	61	53			
	Subtotal	135	117			
Potatoes	Potato	11	18			
	Sweet potato	15	13			
	Others	1	5			
	Subtotal	27	36			
Nut & seed	Gingko nut	47	46			
	Others	14	40			
	Subtotal	61	86			
Cereal grain	Rice	111	107			
	Others	27	19			
	Subtotal	138	126			
Bean	Soybean	9	14			
	Others	1				
	Subtotal	10	14			

449건(17.9%)으로 나타났으며, 농약 잔류허용기준을 초과한 농산물은 2017년 9건(0.3%), 2018년 6건(0.2%)이었다. 최근 서울 강북지역 유통농산물의 농약잔류실태를 살펴보면 검출률은 2015년 351건(12.5%), 2016년 282건(9.6%)이었고, 부적합률은 2015년 11건(0.4%), 2016년 13건(0.4%)으로 나타나(9) 농약 검출률은 증가되는 추이를 보이는 반면, 부적합률은 비슷한 경향이였다. 광 등 (11)의 연구에서와 같이 농약 검출률의 증가는 시료 전처리기술 발달과 잔류농약 분석장비의 발전으로 미량의 농약분석이 가능해 진 것을 주요 원인으로 볼 수 있다(10).

농산물 분류에 따른 잔류농약 검출현황은 표 5와 같다. 채소류는 2017년 2,218건 중 잔류농약 검출이 363건(16.4%), 부적합 9건(0.4%), 2018년 1,963건 중 검출 417건(21.2%), 부적합 6건(0.3%)으로 나타났으며, 과일류의 농약 검출은 2017년 205건 중 27(13.2%)건, 2018년 175건 중 32(18.6%)건으로 나타났다. 반면에 버섯류, 서류, 견과종실류, 곡류 및 두류는 잔류농약이 검출되지 않았다.

채소류 중 검출률을 살펴보면 2017년도에 엽채류가 258건(18.9%), 박과이외 과채류 21건(18.8%) 및 엽경채류 74건(15.7%) 순으로 높았으며, 2018년도에 박과이외 과채류 69건(33.8%), 엽채류 290건(26.3%), 엽경채류 51건(14.2%) 순으로 검출되었다. 반면 가장 낮은 검출률을 보인 채소류는 2017년 결구엽채류 1건(1.1%), 2018년 근채류 2건(1.6%)으로 나타났다.

농산물 중에서 잔류허용기준 이하로 농약이 검출된 농산물은 2017년 겨자채 4건(50%), 참나물 21건(43.8%), 깻잎 73건(42.9%) 순으로 나타났고, 2018년은 겨자채 10건(71.4%), 근대 26건(63.4%), 깻잎 52건(51%) 순으로 높게 나타났다. 잔류허용기준을 초과한 부적합 농산물은 2017년은 비름나물 2건(6.5%), 쌈배추 2건(4.5%)이었고, 2018년은 쌈배추 2건(8%), 겨자채 1건(7.1%)이었다. 2년 연속 부적합 농산물은 쌈배추 이었고, 대체적으로 2017년보다 2018년에 농약 검출률과 부적합율이 높았다. 그 밖에 잔류허용기준을 초과한 부적합 농산물은 2017년 엇같이배추,

참나물, 봄동, 파, 부추가 각 1건씩이었고, 2018년은 케일, 아욱, 취나물 각 1건씩으로 나타났으며, 부적합 농산물 모두 엽채류와 엽경채류라는 공통점을 보였다. 살포농약의 작물 내 잔류량은 작물체의 형태, 재배방법, 성장속도 등 다양한 요인에 의해 결정된다. 특히 농약이 살포되어 부착되는 작물체 표면의 특성과 표면적 및 증체율 등은 농약의 작물잔류성에 영향을 미치는 중요한 요인으로 중량에 비해 표면적이 넓은 엽채류와 엽경채류에서 농약 살포시 농약의 부착 및 잔존량이 비교적 높게 나타났음을 알 수 있었다(11, 12). 따라서 농산물 섭취 시 흐르는 물에 충분히 씻는 등의 노력을 기울여야 할 것이며, 생활화 될 수 있도록 많은 훈련과 홍보가 필요할 것으로 판단된다(13).

과일류 중 검출률을 살펴보면 2017년도에는 감귤류 9건(33.3%), 장과류 9건(28.1%), 핵과류 7건(23.3%)의 순으로 나타났고, 2018년도는 감귤류 9건(37.5%), 핵과류 7건(35%), 장과류 12건(32.4%)의 순으로 높게 나타났다.

2017년, 2018년 모두 높은 검출률을 보인 과일은 핵과류에서는 체리(6건 66.7%, 6건 75%), 감귤류에서는 오렌지(7건 77.8%, 3건 60%), 장과류에서는 포도(5건 41.7%, 9건 60%)로 정도의 차이는 있지만, 2017, 2018년 동일 품목에서 높은 검출률을 보였음을 알 수 있었다. 박 등(14)의 연구결과에서는 감귤류에서는 레몬 6건(46.2%), 오렌지 5건(41.7%), 열대과일류에서는 망고 4건(28.6%), 키위 3건(15.8%)으로 검출률을 보여 본 연구와 다소 차이가 있는 것으로 나타났고, 이는 품목별 검사 건수의 차이에 따른 결과로 판단된다. 따라서 항목별 검사건수를 균일하게 하고 소비량이 적고 검사량이 많지 않았던 농산물에 대해서도 검사물량을 늘려야 정확한 현황 파악 및 비교가 가능할 것으로 보인다(15).

농산물 중에서 잔류농약이 검출된 채소류와 과일류에 대해 기준대비 검출률의 높은 정도를 교차비를 통해 살펴보았다(표 6). 채소류에서는 2017년 엽경채류의 검출률을 기준으로 보았을 때 근채류, 박과과채류, 결구엽채류가 상대적으로 낮은 검출률을 보였고( $p < 0.05$ ), 2018년은 엽경채류의



검출에 비해 박과외의 과채류의 농약검출이 3.1배(95% 신뢰구간, 2.04~4.67), 엽채류는 2.2배(95% 신뢰구간, 1.61~3.07)로 높게 나타났고, 과일류에서는 인과류를 기준으로 살펴보면 2017년은 감귤류의 검출이 32.5배(95% 신뢰구간, 3.86~273.73), 장과류 25.4배(95% 신뢰구간, 3.05~211.90), 핵과류 19.8배(95% 신뢰구간, 2.31~169.59)의 순으로 나타났고, 2018년은 감귤류 32.4배(95% 신뢰구간, 3.80~276.41), 핵과류 29.1배(95% 신뢰구간, 3.28~257.49), 장과류 25.9배(95% 신뢰구간, 3.19~210.48)의 순으로 나타났다. 2017년과 2018년 모두 인과류에 비해 감귤류, 장과류 그리고 핵과류에서 높은 검출률을 보였고, 열대과일류에서는 인과류에 비해 높은 검출률을 나타냈지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

## 2. 농약별 검출 빈도

2017년 1월에서 12월까지 잔류농약 모니터링 결과 265종의 검사 대상 농약 중 아크리나트린 등 53종의 농약이 총 390회 검출되었고 이 중 8종의 농약이 총 9회 잔류허용기준을 초과하였다(표 7).

또한 2018년은 아세타미프리트 등 45종의 농약이 총 449회 검출되었고 6종의 농약이 총 6회 잔류허용기준을 초과하였다(표 8). 2017년도에 비해 2018년도에 잔류농약의 검출횟수는 많았지만, 부적합 횟수는 더 적게 나타났다.

용도별 검출농약은 2017년 살충제 24종이 155회(39.7%), 살균제 27종이 228회(58.5%), 제초제 및 성장조절제 각 2종이 7회(1.8%) 검출되었고, 2018년에는 살충제 27종이 199회(44.3%), 살균제 17종이 229회(51%), 성장조절제가 21회(4.7%) 검출되었다. 2017년과 2018년 모두 살충제 농약보다 살균제 농약에서 검출빈도가 높았으나, 2017년에 비해 2018년은 살충제 농약의 검출이 다소 증가하는 반면 살균제 농약의 종류와 검출률은 감소하는 경향을 보였다. 또한 성장조절제 중 파클로부트라졸의 검출이 전년도 6회에서 22회로 큰 증가폭을 보였다. 최(9)의 연구에서 2015년 살충제 19종 178회(48.5%), 살균제 18종 195회(53.1%), 2016년에는 살충제 17종 141회(44.9%), 살균제 20종 170회(54.1%)로 나타난 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 한국작물보호협회의 농약 생산출하현황에서 2018년 3월을 기

**Table 6.** Factors related to pesticide residues detected in agricultural products

Type	Group	2017			2018		
		OR	95% CI	p-value	OR	95% CI	p-value
Vegetable	Stalk and stem vegetables	1	Referent		1	Referent	
	Leafy vegetables	1.249	0.944~1.652	0.120	2.221	1.605~3.073	0.000
	Root and tuber vegetables	0.192	0.059~0.625	0.006	0.098	0.024~0.410	0.001
	Fruiting vegetables, cucurbits	0.363	0.153~0.860	0.021	0.305	0.118~0.786	0.014
	Fruiting vegetables other than cucurbits	1.199	0.703~2.046	0.505	3.087	2.039~4.673	0.000
	Flowerhead brassicas	0.058	0.008~0.421	0.005	0.000	0.000	0.997
Fruit	Pome fruits	1	Referent		1	Referent	
	Berries and other small fruits	25.435	3.053~211.901	0.003	25.920	3.192~210.478	0.002
	Assorted tropical and sub-tropical fruits	1.327	0.081~21.738	0.843	4.909	0.490~49.172	0.176
	Stone fruits	19.783	2.308~169.588	0.006	29.077	3.284~257.487	0.002
	Citrus fruits	32.500	3.859~273.734	0.001	32.400	3.798~276.407	0.001

**Table 7.** Detection frequency of pesticide residues in agricultural commodities in 2017

Classification	Pesticide	Frequency of detection		Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
		≤ MRL <sup>a)</sup>	> MRL <sup>b)</sup>		
Insecticide	Acinathrin	1		0.074	5
	Bifenthrin	10		0.036~0.397	0.1~10
	Cabofuran		1	0.886	0.5
	Cadusafos	2		0.087~0.095	0.2
	Chlorantraniliprole	1		0.211	3
	Chlorfenapyr	32		0.005~1.29	0.5~10
	Chlorpyrifos	4	1	0.001~0.044	0.3~2
	Cyhalothrin	2		0.028~0.076	2~5
	Cypermethrin	40		0.061~1.907	0.5~15
	Diazinon	5	1	0.003~0.046	0.05~0.1
	Ethoprophos	3		0.02~0.013	0.02~0.05
	Fenazaquin	1		0.794	3
	Fenpropathrin	1		0.765	5
	Fenpyroximate	4		0.101~1.334	7~15
	Fenvalerate	5		0.05~0.401	0.5~5
	Flubendiamide	4		0.529~1.393	3~15
	Flufenoxuron	4		0.194~2.362	2~10
	Lufenuron	8		0.103~1.228	0.2~7
	Phenthoate	2		0.006~0.034	0.03~0.1
	Pyridaben	2		0.061~0.635	2~5
	Pyridalyl	3		0.055~1.547	0.7~15
	Pyriproxyfen	1		0.24	0.7
	Tefluthrin	2		0.015~0.034	2
	Tebuconazole	6	1	0.141~0.525	0.05~15
	Tebufenpyrad	12		0.004~0.432	1~5
		Subtotal	155	4	
Fungicide	Azoxystrobin	28		0.02~6.377	3~50
	Amisulbrom	6		0.299~1.789	1~10
	Boscalid	6		0.05~1.089	5~20
	Cyazofamid	3		0.195~0.536	3
	Cyflufenamid	1		0.223	0.3
	Cyprodinil	2		0.049~0.493	1~5
	Chlorothalonil	4		0.109~3.88	2~5
	Diethofencarb	8	1	0.2~1.519	5~30
	Dimethomorph	17		0.019~4.684	0.5~30
	Diniconazole	24	1	0.014~0.217	0.3
	Fenhexamid	1		0.35	3
	Fludioxonil	12		0.08~4.035	2~40
	Fluquinconazole	1		0.319	3
	Flutolanil	2		0.157~0.786	15
	Imazalil	6		0.02~0.266	0.5~5
	Iprodione	3		0.452~1.105	10
	Isoprothiolane	4		0.03~0.103	0.2
	Kresoxim-methyl	3		0.049~3	2~20
	Metrafenone	2		0.179~1.042	2~20
	Myclobutanil	3		0.016~0.213	2
	Pencycuron		2	0.294~0.611	0.05
	Prochloraz	1		0.061	2
	Procymidone	74	1	0.01~3.91	1~10
	Pyraclostrobin	5		0.27~2.258	10~20
	Pyrimethanil	8		0.031~0.761	2~5
	Tebufos	2		0.027~0.038	0.05
	Thifluzamide	1		0.007	0.05
	Triflumizole	1		0.173	2
	Subtotal	228	5		
Herbicide	Pendimethalin	1		0.048	0.2
Plant growth regulator	Paclobutrazole	6		0.064~1.183	2~7
	Total	390	9		

a) ≤ MRL : detectable pesticide residues below and at maximum residue limit.

b) &gt; MRL : detectable pesticide residues over maximum residue limit.

**Table 8.** Detection frequency of pesticide residues in agricultural commodities in 2018

Classification	Pesticide	Frequency of detection		Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
		≤ MRL <sup>a)</sup>	> MRL <sup>b)</sup>		
Insecticide	Acetamiprid	6		0.09~1.338	3~7
	Bifenthrin	14		0.034~1.339	1~7
	Chlorantraniliprole	11		0.116~1.193	5~10
	Chlorfenapyr	42		0.012~2.245	0.5~7
	Chlorpyrifos	7	1	0.015~0.22	0.05~1
	Cyhalothrin	1		0.262	3
	Cypermethrin	17	1	0.03~0.86	0.5~10
	Diazinon	3	1	0.011~0.038	0.05~0.1
	Endosulfan	1		0.024	0.1
	Ethoprophos	1		0.012	0.02
	Fenpropathrin	4		0.027~0.097	5
	Fenpyroximate	4		0.176~2.773	7~20
	Fenvalerate	5		0.01~1.81	0.5~5
	Flonicamid	3		0.011~0.029	1~2
	Flubendiamide	13		0.249~5.31	0.7~20
	Flufenoxuron	4		0.336~0.817	2~10
	Lufenuron	5		0.153~1.601	2~7
	Novaluron	1		0.307	5
	Parathion	1		0.225	0.3
	Phenthoate		1	0.634	0.1
	Pyridaben	1		3.23	5
	Pyridalyl	18		0.055~7.141	2~20
	Teflubenzuron	1		0.306	0.5
	Tefluthrin				
	Tebuconazole	27		0.062~3.908	3~5
	Tebufenozide	1		0.516	2
	Tebufenpyrad	5		0.04~0.167	5
Thiacloprid	1		0.3	7	
Thiamethoxam	2		0.192~0.743	1	
	Subtotal	199	4		
Fungicide	Azoxystrobin	40		0.107~3.506	2~50
	Boscalid	9		0.081~0.968	1~30
	Cyazofamid	2		0.713~0.821	3~10
	Cyprodinil	1		0.087	3
	Chlorothalonil	6		0.031~3.387	2~5
	Diethofencarb	16		0.098~1.577	5~30
	Dimethomorph	39		0.12~3.56	3~30
	Diniconazole	14	1	0.028~0.215	0.3
	Fludioxonil	27		0.031~1.357	0.5~40
	Fluquinconazole	1		3.228	20
	Flutolanil	2		0.244~1.22	0.7~15
	Imazalil	4		0.016~0.288	5
	Kresoxim-methyl	3		0.423~6.019	20~30
	Myclobutanil	8		0.058~0.833	2~20
	Procymidone	38		0.017~2.368	0.05~10
	Pyraclostrobin	14		0.294~1.102	3~20
	Pyrimethanil	5		0.03~1.076	3~30
	Subtotal	229	1		
Herbicide	Pendimethalin				
Plant growth regulator	Paclobotrazole	21	1	0.058~1.676	0.3~7
	Total	449	6		

a) ≤ MRL : detectable pesticide residues below and at maximum residue limit.

b) > MRL : detectable pesticide residues over maximum residue limit.

점으로 살균제의 생산 및 출하의 비중이 살충제보다 서서히 높아지고 있는 실정(16, 17)을 고려할 때 본 연구결과와 일치하고 있음을 알 수 있었다.

검출빈도가 높은 농약은 2017년 프로사이미돈 74회, 사이퍼메트린 40회, 클로르페나피르 32회, 아족시스트로빈 28회 순이었고, 2018년은 클로르페나피르 42회, 아족시스트로빈 40회, 디메토모르프 39회, 프로사이미돈 38회의 순으로 나타났다. 또한 잔류허용기준을 초과된 농약은 2017년 카보푸란, 클로르피리포스, 다이아지논, 테부코나졸, 디에토펜카브, 디니코나졸, 프로사이미돈 각 1건 그리고 펜사이큐론 2건이었고, 2018년에는 클로르피리포스, 싸이퍼메트린, 다이아지논, 펜토에이트, 디니코나졸 그리고 생장조절제인 파클로부트라졸 각 1건씩으로 나타났다. 부적합인 농약의 종류와 검출빈도수가 높은 농약과는 다소 차이가 있는데 이는 대부분 부적합 농약의 잔류허용기준이 더 낮기 때문인 것으로 판단된다. 또한 급속히 검출이 증가하고 있는 파클로부트라졸은 식물생장억제제로 국내 일부 쌈채소 농가에서 겨자채 등에 광택을 내거나 잎을 단단하게 하는 역할을 하는데 사용되고 있지만 토양에서 분해되는 데 시간이 많이 걸려 다음 작물에 피해를 줄 수 있다고 설명하였다(18). 따라서 향후 파클로부트라졸 농약에 대해 주의 깊은 관찰 및 모니터링이 필요할 것으로 보인다.

### 3. 유통 농산물 특성별 잔류농약 검출 현황

유통 농산물의 시기별, 수거처별 그리고 산지별 잔류농약 검출 경향을 살펴보면 표 9와 같다. 우선 시기별은 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월) 그리고 겨울(12~2월)로 나누고 시기별 잔류농약 실태를 정확하게 파악하기 위해 채소 및 과일 등 수확과 동시에 유통되는 농산물만을 대상으로 하였다. 시기별 농약 검출률은 2017년은 봄에 유통되는 농산물에서 가장 높은 농약 검출률(21.8%)을 보였고( $p < 0.001$ ), 2018년에는 여름(19.2%), 겨울(18.9%) 순으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 김 등의 연구(19)에서는 1년 중 9월과 10월에 가장 높은 농약 검출률과 부적합률을 보였고 이는 고온과 장마 등에 의해 유약해져 있는 농산물의 병충해 방제를 위해 농약사용이 여름철 증가하기 때문인 것으로 설명했으며, 김 등의 연구(18)에서는 12월에서 2월까지의 겨울철에 부적합률이 가장 높았고 비닐하우스 시설재배로 인하여 농약사용 증가와 더불어 강우, 바람에 의한 소실이 감소하기 때문이라고 설명하였다. 본 연구에서는 뚜렷한 경향성을 보이지 않았고 그 이유는 지역별, 시기별 수거되는 품목이 일정하지 않기 때문으로 판단된다.

수거처별로 살펴보면 대형마트나 소형마트 보다 전통시장에서 유통되는 농산물이 2017년(20.4%), 2018년(27.4%) 모두 월등히 높은 농약 검출률을

**Table 9.** General characteristics of pesticide residues detected in agricultural products

Characteristics	2017				2018			
	Total	Detection of pesticide		p-value	Total	Detection of pesticide		p-value
		No	Yes			No	Yes	
Season	Fall	683	618	65(9.5%)	0.000	526	445	81(15.4%)
	Winter	505	442	63(12.5%)		557	452	105(18.9%)
	Spring	781	611	170(21.8%)		718	620	98(13.6%)
	Summer	796	696	100(12.6%)		647	523	124(19.2%)
Collection place	Large Supermarket	1736	1500	236(13.6%)	0.000	1250	1048	202(16.20%)
	Small Mart	152	129	23(15.1%)		414	333	81(19.60%)
	Traditional market	687	547	140(20.40%)		620	450	170(27.40%)
	Other place	219	219	0(0.00%)		230	228	2(0.9%)

보였다( $p < 0.001$ ). 그리고 농산물의 원산지별로 살펴보면 2017년에는 경상도(19.7%), 2018년은 충청도(31.3%)에서 재배한 농산물의 농약 검출률이 가장 높게 나타났다( $p < 0.001$ ).

표 10에서는 시기별, 수거처별, 그리고 산지별 잔류농약 검출의 교차비를 살펴보았는데, 시기별로는 가을을 기준으로 보았을 때 2017년도에는 봄에 유통되는 농산물이 2.6배(95% 신뢰구간, 1.95~3.60) 높은 농약 검출률을 보였고, 2018년도에는 가을대비 여름이 1.3배 높았지만 통계적인 유의한 차이를 보이지 않았다. 수거처별로 보면 대형마트 유통 농산물을 기준으로 전통시장의 농산물이 2017년 1.6배(95% 신뢰구간, 1.29~2.04), 2018년 2.0배(95% 신뢰구간, 1.55~2.47)로 대형마트에 비해 전통시장의 잔류농약 검출이 확연히 높게 나타남을 알 수 있었다.

#### 4. 국내 혹은 수입 농산물의 농약분포 현황

조사대상 5,308건 중 원산지 표시가 되어있는 5,290건(99.6%)을 국내산과 수입산으로 나누어 살펴보았다(표 11). 국내산에서 가장 많이 유통되는 품목은 엽채류, 엽경채류, 박과이외과채류 순이었으나 농약 검출률은 박과이외과채류(28.7%)에서 가장 높았고 부적합 농약은 다이아지논, 디니코나졸, 클로르피리포스 등 엽채류에서 가장 많이 나타났다. 수입산에서 유통 빈도가 높은 농산물은 열대과일류, 장과류, 엽경채류의 순이었지만 농약

검출률은 핵과류(73.3%), 감귤류(60.9%) 그리고 장과류(56.3%)의 순으로 국내산과는 품목이 확연히 다름을 알 수 있었다.

농산물 5,308건 중 국내 생산지가 표시된 농산물은 3,573건으로 전체의 61.5% 이었으며, 표 12에서 유통농산물을 품목별로 나누어 각각의 산지별 잔류농약의 검출 현황과 기준치를 초과한 농약을 살펴보았다. 타 지역에 비해서 경상도에서 가장 많이 유통된 농산물의 품목은 박과과채류(45.5%), 과일류(40.6%), 결구엽채류(40%), 박과이외과채류(35.4%), 버섯류(30%) 순이었고, 서울경기지역에서는 엽채류(52.1%), 근채류(51.2%) 그리고 엽경채류(33.8%)로 나타났다. 반면 잔류농약 검출률은 박과이외과채류에서는 가장 유통이 많이 되는 경상도보다 충청도(58.8%), 전라도(52.4%)에서 높은 농약 검출률을 보였고, 엽경채류는 서울경기지역 보다 충청도(17.3%)에서, 엽채류는 서울경기지역보다 경상도(31.0%)에서 잔류농약이 높게 검출되었다. 그러나 엽채류의 검출률은 경상도지역에서 높았지만 펜사이큐론, 다이아지논 등 잔류농약 기준치를 초과한 농약의 빈도는 서울경기지역에서 높게 나타났다. 김 등의 연구(20)에서 각 농산물은 지역별로 집중 재배되고 있는데, 엽채류 중 근대, 청경채등은 주로 경기도에서 재배가 이루어지고 있으며 경기도 지역에서 높은 농약 부적합률을 나타내 본 연구와 같은 결과를 나타냈다.

**Table 10.** Factors related to pesticide residues detected in agricultural products

Characteristics	2017			2018			
	OR	95% CI	p-value	OR	95% CI	p-value	
Season	Fall	1	Referent	1	Referent		
	Winter	1.355	0.938~1.957	0.105	1.276	0.929~1.754	0.133
	Spring	2.645	1.946~3.596	0.000	0.868	0.632~1.194	0.385
	Summer	1.366	0.982~1.901	0.064	1.303	0.958~1.771	0.092
Collection place	Large Supermarket	1	Referent	1	Referent		
	Small Mart	1.133	0.712~1.803	0.598	1.262	0.948~1.679	0.110
	Traditional market	1.627	1.291~2.049	0.000	1.96	1.554~2.472	0.000
	etc.	0.000	0.000	0.094	0.046	0.011~0.185	0.000

**Table 11.** Distribution of pesticides violated their MRLs in domestic and imported agricultural products

Origin	Group	Total	NO. of sample detected(%)	Violated Pesticide (N)
Domestic Samples	Leafy vegetables	2463	548(22.2%)	Diazinon(2), Diniconazole(2), Diethofencarb(1), Cypermethrin(1), Chlorpyrifos(2), Tebuconazole(1), Paclobutrazole(1), Fenitrothion(1), Pencycuron(2), Phenthoate(1)
	Stalk and stem vegetables	803	120(14.9%)	Cabofuran(1), Procymidone(1)
	Fruiting vegetables other than cucurbits	314	90(28.7%)	
	Root and tuber vegetables	198	5(2.5%)	
	Mushrooms	249	0	
	Cereal grains	241	0	
	Fruiting vegetables, cucurbits	195	11(5.6%)	
	Flowerhead brassicas	144	1(0.7%)	
	Pome fruits	118	2(1.7%)	
	Nuts& seeds	115	0	
	Potatoes	60	0	
	Berries and other small fruits	37	3(8.1%)	
	Stone fruits	33	3(9.1%)	
	Citrus fruits	28	4(14.3%)	
	Beans	6	0	
	Assorted tropical and sub-tropical fruits	5	1(20%)	
	Oil seeds	1	0	
Imported Samples	Assorted tropical and sub-tropical fruits	78	3(3.8%)	
	Berries and other small fruits	32	18(56.3%)	
	Stalk and stem vegetables	27	5(18.5%)	
	Citrus fruits	23	14(60.9%)	
	Beans	18	0	
	Oil seeds	18	0	
	Flowerhead brassicas	17	0	
	Stone fruits	15	11(73.3%)	
	Cereal grains	14	0	
	Nuts & seeds	13	0	
	Root and tuber vegetables	11	0	
	Mushrooms	3	0	
	Potatoes	3	0	
	Leafy vegetables	3	0	
	Fruiting vegetables other than cucurbits	2	0	
	Pome fruits	2	0	
	Fruiting vegetables, cucurbits	1	0	

**Table 12.** Distribution of domestic agricultural products violated MRLs for pesticide

Group	Origin	Total(%)	NO. of sample detected(%)	Violated Pesticide(N)
Flowerhead brassicas	Gangwondo	15(20%)	0	
	Seoul & Gyeonggido	2(2.7%)	0	
	Gyeongsangdo	30(40%)	0	
	Jeollado	6(8.0%)	0	
	Chungcheongdo	6(8.0%)	0	
	Jeju	16(21.3%)	1(6.3%)	
Root and tuber vegetables	Gangwondo	7(8.1%)	0	
	Seoul & Gyeonggido	44(51.2%)	2(4.5%)	
	Gyeongsangdo	20(23.3%)	0	
	Jeollado	5(5.8%)	0	
	Chungcheongdo	7(8.1%)	0	
	Jeju	3(3.5%)	0	
Fruiting vegetables, cucurbits	Gangwondo	24(18.2%)	1(4.2%)	
	Seoul & Gyeonggido	12(9.1%)	0	
	Gyeongsangdo	60(45.5%)	5(8.3%)	
	Jeollado	20(15.2%)	0	
	Chungcheongdo	16(12.1%)	1(6.3%)	
Fruiting vegetables other than cucurbits	Gangwondo	39(20.3%)	3(7.7%)	
	Seoul & Gyeonggido	13(6.8%)	0	
	Gyeongsangdo	68(35.4%)	27(39.7%)	
	Jeollado	21(10.9%)	11(52.4%)	
	Chungcheongdo	51(26.6%)	30(58.8%)	
Stalk and stem vegetables	Gangwondo	10(2.1%)	0	
	Seoul & Gyeonggido	162(33.8%)	25(15.4%)	Cabofuran(1)
	Gyeongsangdo	113(23.6%)	18(15.9%)	
	Jeollado	109(22.8%)	6(5.5%)	
	Chungcheongdo	75(15.7%)	13(17.3%)	
	Jeju	10(2.1%)	1(10%)	
Leafy vegetables	Gangwondo	58(3.1%)	9(15.5%)	
	Seoul & Gyeonggido	987(52.1%)	202(20.5%)	Diazinon(1), Diethofencarb(1), Chlorpyrifos(1), Paclobutrazole(1), Pencycuron(2)
	Gyeongsangdo	394(20.8%)	122(31.0%)	Diazinon(1), Diniconazole(2)
	Jeollado	93(4.9%)	9(9.7%)	
	Chungcheongdo	307(16.2%)	85(27.7%)	
	Jeju	57(3%)	12(21.1%)	Phenthoate(1)
Mushrooms	Gangwondo	13(6.5%)		
	Seoul & Gyeonggido	53(26.5%)		
	Gyeongsangdo	60(30%)		
	Jeollado	22(11%)		
	Chungcheongdo	52(26%)		
Fruits	Seoul & Gyeonggido	14(9.8%)	2(14.3%)	
	Gyeongsangdo	58(40.6%)	1(1.7%)	
	Jeollado	19(13.3%)	1(5.3%)	
	Chungcheongdo	24(16.8%)	1(4.2%)	
	Jeju	28(19.6%)	4(14.3%)	

## 5. 잔류 농약의 안전성 평가

소비자들의 소비가 많은 농산물 중 검사 건수가 많고 잔류농약 검출빈도가 높은 부추, 시금치, 깻잎, 파, 고추, 참나물, 취나물, 그리고 비름나물 등 8종의 농산물을 대상으로 안전성 평가를 실시하였다. 표 13과 같이 농약의 일일섭취허용량(ADI) 대비 일일추정섭취량(EDI)은 0.000~0.212%로

모든 조사 대상 농산물에서 안전한 수준으로 평가되었다.

안전성 평가 대상 농약들의 채소별 %ADI는 부추에서 플루페녹수론 0.204%, 시금치에서 비펜트린 0.212%, 파에서 프로사이미돈 0.134%, 고추에서 테부코나졸 0.166%로 다른 채소보다 높게 나타났지만 이들의 일일섭취허용량 대비 일일추정

**Table 13.** Risk assessment of pesticides frequently found in agricultural products showing high occurrence of pesticide residues

Commodity	Pesticide detected	NO. of detected Pesticide	Daily food intake (kg/person/day)	Average conc. <sup>a)</sup> (mg/kg)	MRL (mg/kg)	ADI (mg/kg/day)	EDI <sup>b)</sup> (mg/person/day)	%ADI <sup>c)</sup>
Leek	Chlorfenapyr	13		0.181	3.0	0.026	0.001	0.032
	Procymidone	25	2.881	1.134	5.0	0.1	0.003	0.051
	Flufenoxuron	4		0.452	2.0	0.01	0.001	0.204
Spinach	Dimethomorph	11		1.292	20	0.2	0.008	0.065
	Bifenthrin	16	6.370	0.212	7.0	0.01	0.001	0.212
	Cypermethrin	6		0.399	2.0	0.02	0.003	0.199
Perilla leaves	Diethofencarb	14		0.560	20	0.43	0.001	0.005
	Azoxystrobin	22	2.479	0.990	20	0.2	0.002	0.019
	Tebufenpyrad	15		0.141	5.0	0.01	0.000	0.055
Welsh onion	Dimethomorph	5		0.523	3.0	0.2	0.005	0.042
	Procymidone	8	10.223	0.833	5.0	0.1	0.009	0.134
	Pyrimethanil	5		0.324	3.0	0.2	0.003	0.026
Green&red pepper	Chlorfenapyr	15		0.239	0.7	0.026	0.001	0.062
	Tebuconazole	8	4.322	0.733	3.0	0.03	0.003	0.166
	Procymidone	9		0.180	5.0	0.1	0.001	0.012
Chamnamul	Dimethomorph	2		0.723	30	0.2	0.000	0.001
	Diethofencarb	3	0.259	2.989	5.0	0.43	0.001	0.003
	Procymidone	19		0.386	5.0	0.1	0.000	0.002
Chwinamul	Myclobutanil	9		0.178	2.0	0.03	0.000	0.016
	Azoxystrobin	7	1.700	0.996	3.0	0.2	0.002	0.013
	Chlorfenapyr	7		0.133	3.0	0.026	0.000	0.014
Bi-reum	Azoxystrobin	3		0.397	20	0.2	0.000	0.000
	Pencycuron	2	0.155	0.453	0.1	0.053	0.000	0.002
	Procymidone	2		1.284	5.0	0.1	0.000	0.003

a)  $\sum(\text{detected concentration})/\text{number of total sample}$

b) Estimated daily intake(mg/person/day) = {mean of conc. of pesticide(mg/kg) × daily food intake (kg/person/day)}/1000

c) % Acceptable daily intake = {EDI/(ADI × 63.71)} × 100



섭취량이 모두 1% 미만으로 인체에 위해한 영향을 미치지 않는 수준으로 평가되었다.

## 요 약

2017년 1월부터 2018년 12월까지 서울북부지역에서 유통되는 농산물 5,308건을 대상으로 265종의 동시분석 농약에 대한 잔류실태를 조사하였다.

1. 농약이 검출된 농산물은 2017년 390건(14.0%), 2018년 449건(17.9%) 이었으며, 잔류허용기준을 초과한 경우는 2017년 9건(0.32%), 2018년 6건(0.23%)으로 나타났다. 농산물의 잔류농약 검출은 채소류에서 2017년 엽채류 258건(18.9%), 박과이외 과채류 21건(18.8%), 엽경채류 74건(15.7%)이었고, 2018년은 박과이외 과채류 69건(33.8%), 엽채류 290건(26.3%), 엽경채류 51건(14.2%) 순이었다. 과일류에서는 2017년 감귤류 9건(33.3%), 장과류 9건(28.1%), 핵과류 7건(23.3%)이었고, 2018년은 감귤류 9건(37.5%), 핵과류 7건(35.0%), 장과류 12건(32.4%) 순이었다.
2. 개별 농산물별 잔류농약 검출은 채소류에서 2017년 겨자채 4건(50%), 참나물 21건(43.8%), 깻잎 73건(42.9%), 부추 36건(41.4%)순으로 높게 나타났고, 2018년은 겨자채 10건(71.4%), 근대 26건(63.4%), 깻잎 52건(51.0%), 취나물 25건(50.0%) 순이었다. 잔류농약 검출률이 높은 과일류는 2017년 오렌지 7건(77.8%), 체리 6건(66.7%)이었고, 2018년 체리 6건(75%), 오렌지 3건(60%), 포도 9건(60%)으로 나타났다.
3. 부적합률이 높았던 농산물은 2017년 비름나물 2건(6.5%), 짬배추 2건(4.5%)이었고, 2018년 짬배추 2건(8%), 겨자채 1건(7.1%)이었다.
4. 농산물 분류별 교차비 분석을 채소류에서는 엽경채류를 기준으로 했을 때, 2017년은 근채류, 박과과채류, 결구엽채류에서 유의하게 낮은 검출률을 보였으며, 2018년은 박과이외 과채류 3.1배, 엽채류 2.2배의 높은 검출률을 보였다. 과일류에서는 인과류를 기준으로 보았을 때

- 2017, 2018년 모두 감귤류, 핵과류 그리고 장과류에서 약 19배 이상의 높은 검출률을 보였다.
5. 검출농약을 용도별로 분류하면 2017년 살충제 24종, 살균제 27종, 제초제 및 성장조절제 2종이 검출되었고, 2018년은 살충제 27종, 살균제 17종, 성장조절제 1종이 검출되었다. 개별농약 중에서도 2년 동안 프로사이미돈, 클로르페나피르, 싸이퍼메트린 순으로 검출빈도가 높았다.
  6. 시기별 유통 농산물의 잔류농약 특성을 살펴보면 2017년은 봄에 검출률이 가장 높았고, 가을을 기준으로 2.6배 높은 교차비를 보였으며, 2018년에는 여름과 겨울에 가장 높은 검출률을 보였지만 가을 대비 통계적인 유의한 차이가 없었다. 수거처별로는 2017년, 2018년 모두 전통시장에서 유통되는 농산물의 잔류농약 검출률이 20% 이상 높았고, 대형마트를 기준으로 보았을 때 1.5배 이상 높은 수치를 나타내었다.
  7. 검출 농약에 대한 위해성 평가 결과 %ADI는 0.212% 미만으로 모든 조사 대상 농산물에서 안전한 수준으로 평가되었다.

## 참고문헌

1. 박덕웅, 김예경, 김태순, 양용식, 김광곤, 장길식, 하동룡, 김은선, 조배식 : 온라인 판매 농산물 잔류농약 실태 및 안전성 평가, 농약과학회지, p.22~31, 2015.
2. 김미옥, 황혜신, 임무송, 홍지은, 김순선, 도정아, 최동미, 조대현 : LC/MS/MS를 이용한 국내 유통 농산물의 잔류농약 실태조사, 한국식품과학회지, 42(6):664~675, 2010.
3. 양용식, 강경리, 이세미, 김선경, 이민규, 최은아, 서계원, 김은선, 김진희 : 광주지역 도매시장 반입농산물의 잔류농약 실태 및 위해성 평가, 농약과학회지, p.341~354, 2017.
4. 강남숙, 김성철, 강윤정, 김도현, 장진욱, 원세라, 현재희, 김동언, 정일용, 이규식, 신영민, 정동윤, 김상엽, 박주영, 권기성, 지영애 : 국내 유통 다소비 농산물의 잔류농약 모니터링 및 노출평가, 농약과학회지, p.32~40,

- 2015.
5. 김성훈, 최원조, 백용규, 김우성 : 국내유통농산물 중 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가, 한국식품영양과학회지, 37(11):1515~1522, 2008.
  6. 김희연, 전종섭, 김용훈, 최희주, 정소영, 이화정, 김재인, 김영선, 최계선, 최재천 : 국내산 녹차의 잔류농약 모니터링, 한국식품과학회지, 41(5):483~489, 2009.
  7. 식품의약품안전처 : 식품공전 잔류농약 분석법 실무해설서, 2015.
  8. 국민건강영양조사 : <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/>
  9. 최채만, 박경애, 장미라, 조성애, 이경아, 김윤희, 박혜원, 이상미, 유인실, 정권 : 서울북부지역 유통농산물의 잔류농약 실태 및 안전성 평가(2015~2016), 서울특별시보건환경연구원보, 53:102~113, 2017.
  10. 2015년 국내 유통 농산물 잔류농약 모니터링 연구. 식품위해평가부 자체연구개발 과제 최종보고서, 114~118, 2015.
  11. 광재은, 이명숙, 김태량, 윤용태, 최부철, 정희정, 김나영, 김유나, 광보람, 김지혜, 신기영, 김무상 : 서울 강남지역 유통농산물의 잔류농약 실태 조사 및 위해성 평가(2017), 서울특별시보건환경연구원보, 53:66~79, 2017.
  12. 조성애, 이정숙, 박경애, 정소영, 김남훈, 김윤희, 박혜원, 류희진, 이정미, 유인실, 정권 : 서울북부지역 유통농산물의 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가(2014), 서울특별시 보건환경연구원보, 51:83~98, 2015.
  13. 식품안전나라 식품안전정보 Available from : <http://www.foodsafetykorea.go.kr>
  14. 박경애, 이정숙, 정소영, 조성애, 김남훈, 김윤희, 박혜원, 류희진, 이정미, 유인실, 정권 : 열대과일, 감귤류 및 인과류의 과일 부위별 잔류농약 안전성 검토(2015), 서울특별시보건환경연구원보, 51:71~82, 2015.
  15. 광보람, 이명숙, 장민수, 조성자, 최부철, 이용철, 김나영, 김지혜, 김지민, 김유나, 조한빈, 김무상 : 서울 강남지역 유통농산물의 잔류농약 실태 조사(2016), 서울특별시보건환경연구원보, 52:71~83, 2016.
  16. 김남훈, 이정숙, 김윤희, 최영희, 한성희, 김윤희, 김희선, 이새람, 이정미, 유인실, 정권 : 2013년 서울북부지역 유통농산물의 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가, 식품위생안전성학회지, 29(3):170~180, 2014.
  17. 한국작물보호협회 Available from : <http://www.koreacpa.org/new/main.html>. Accessed March, 2018.
  18. 김경식, 유영아, 황광호, 최채만, 조성애, 이은순, 엄정훈, 이춘영, 김은희, 한성희, 최은정, 김정현, 신기영, 박석기 : 시중 유통 농산물 중 농약잔류실태, 서울특별시보건환경연구원보, 44:44~57, 2008.
  19. 김일영, 조성자, 류승희, 정보경, 전수진, 신재민, 정애희, 박석기 : 2005년도 서울시 강서지역 유통 농산물 중의 농약잔류 실태조사(1), 서울특별시보건환경연구원보, 41:86~96, 2005.
  20. 김태량, 육동현, 장미라, 홍채규, 황광호, 조성애, 이은순, 최채만, 김은희, 한성희, 최은정, 김정현, 박석기 : 서울 강남지역 유통 농산물의 농약 잔류특성(2009), 서울특별시보건환경연구원보, 45:21~3, 2009.
  21. 김윤희, 박성규, 하광태, 최영희, 승현정, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현, 김민영 : 국내 산지별 채소류의 잔류농약 실태 및 안전성 평가, 서울특별시보건환경연구원보, 45:44~65, 2009.
  22. 이명진, 김명길, 정홍래, 윤희정, 김난영, 김한택, 김철영, 이운형, 윤미혜 : 경기도내 유통 건조농산물의 잔류농약 실태, 농약과학회지, p.238~245, 2011.
  23. 이명숙, 장민수, 조성자, 이인숙, 이윤정, 금진영, 김나영, 김지혜, 광보람, 조한빈, 김무상, 정권 : 서울 강남지역 유통 농산물 중 농약 잔류실태(2015), 서울특별시보건환경연구원보, 51:39~52, 2015.
  24. 김지영, 황래홍, 육동현, 이재규, 박소현, 김지혜, 박정현, 박주성, 김무상 : 서울 강서지역 유통농산물 중 트리아졸계 농약의 잔류 특

- 성 및 위해성 평가(2011~2015), 서울특별시 보건환경연구원보, 52:107~116, 2016.
25. 황광호, 이춘영, 이은순, 엄정훈, 한성희, 김경식, 김정현, 박석기 : 가락시장에서 유통된 농산물의 잔류농약 변화추이(2004~2008), 서울특별시보건환경연구원보, 44:35~43, 2008.
  26. 김미라, 나미애, 정우영, 김창수, 선남규, 서은채, 이은미, 박유경, 변정아, 엄준호, 정래석, 이진하 : 지역특산품 중 잔류농약 실태조사, 농약과학회지, p.323~334, 2008.
  27. 강경리, 문수진, 김광곤, 양용식, 이세미, 최은아, 하동룡, 김은선, 조배식 : 건조채소류의 잔류농약 실태조사, 농약과학회지, p.49~61, 2017.
  28. 양용식, 서정미, 김종필, 오무슬, 정재근, 김은선 : 광주지역에서 유통되고 있는 수입 농산물의 잔류농약 실태조사, J. Fd Hyg. Safety, 21(2):52~59, 2006.
  29. 권순목, 권용해, 최옥경, 박명기, 김기철, 강석호, 강홍규, 하진옥, 유수환, 이무영, 장진호, 박광희, 김중범 : 경기지역 농산물도매시장 일부 업체류의 월별 농약 잔류특성(2009~2013년), 한국식품위생안전성학회지 30(2): 196~201, 2015.