

# 서울 강남지역 유통농산물의 잔류농약 실태 및 위해성 평가(2019)

농산물검사팀

지정윤 · 김태랑 · 손여준 · 황광호 · 김미선 · 박재은  
한은정 · 정희정 · 김리라 · 신여재 · 윤은선 · 김일영

## **A Survey on the Pesticide Residues and Risk Assessment for Agricultural Products sold in the Kangnam area of Seoul in 2019**

*Agricultural Products Inspection Team*

**Jung-youn Ji, Tae-rang Kim, Yae-jun Son, Kwang-ho Hwang,  
Mi-sun Kim, Jae-eun Kwak, Eun-jung Han, Hee-jeong Jeong,  
Ri-ra Kim, Yae-Jae Shin, Eun-sun Yun and Il-young Kim**

### **Abstract**

A survey was performed to monitor the pesticide residue levels in commercial agricultural products collected from the Kangnam area of Seoul, as well as, risk assessment for the pesticide residues which exceeded maximum residue limits(MRLs) was carried out. A total of 5,360 samples were analysed for 280 different pesticide types using the second method of multi-residue analysis of pesticides. Residual pesticides were detected from 942 samples(17.6%) and 32 samples(0.6%) had pesticide levels which exceeded their MRLs. Most of the residual pesticides were detected from vegetables(> 90%) and only a few pesticides were detected in fruits and spices. The highest violation rates were found in curled mallow(6 cases), chamnamul(5 cases), chicory(3 cases), lettuce(2 cases), Korean angelica leaves(2 cases), and coriander leaves(2 cases). Residual pesticides that exceeded their MRLs were procymidone(9 cases), diazinon(4 cases), and paclobutrazol, flubendiamide, and fenpropathrin were detected thrice each. The safety levels of these residual pesticides that exceeded their MRLs were assessed using the ratio of estimated daily intake(EDI) and acceptable daily intake (ADI) and the results indicated that their ratios were between 0.00~23.49% of ADI, which indicated that these pesticides were within the safe limit.

**Key words** : pesticides, agricultural products, MRLs, ADI

## 서 론

농약은 농산물에 해를 미치는 생물을 살멸시키고 병해충과 잡초로부터 농작물을 보호하는 중요한 농업자재이나 독성을 갖고 있는 화학물질로서 어느 정도의 잔류성을 가지고 있어야 농약의 효능을 나타낼 수 있다. 잔류 농약은 농약을 수천 배 희석하여 농작물에 사용 후 강우, 광분해, 미생물 등에 의해 소실 분해되어 농산물에 남아 있는 극미량의 농약이다. 그러나 안전사용기준 이상으로 남용하거나 작물에 부적절한 농약을 사용 및 살포 후 잘못된 시기에 수확할 경우, 농산물에 잔류 농약의 허용기준량을 초과하여 장기적으로 섭취할 경우 인체에 위해를 끼쳐 만성 중독을 야기할 수 있다. 이러한 농약 안전사용기준 미준수는 소비자에게 부정적 인식과 함께 불안감을 유발한다(1, 2). 또한 국내 곡물자급률이 낮아 수입 식품의 비중이 55%를 넘어서고 있으며 시장개방의 확대로 수입농산물이 증가하고 다양화됨에 따라 안전성이 검토되지 않은 농약이 사용된 농산물의 유입이 늘어나고 있는 추세로 농약의 기준강화가 불가피한 실정이다(3).

이러한 국민들의 불안감을 해소시키기 위해 국내 여러 기관에서 농약의 안전한 사용을 위하여 독성에 따라 규정을 정하고 체계적인 관리 제도를 운영하고 있다. 농약의 등록 및 안전사용기준을 고시하며 부정농약을 단속하는 업무는 농촌진흥청에서 수행하며, 국립농산물품질관리원에서는 생산 단계 잔류허용기준을 운용하고 있다. 또한 식품의약품안전처에서는 등록된 농약에 대해 잔류허용기준(Maximum residue limit, MRL)을 설정하며 수입 식품 및 유통식품, 식물성 원료 식품 등에 대한 잔류농약 안전관리를 수행하고 있다. 잔류농약 허용기준은 이론적 일일최대섭취량(Theoretical maximum daily intake, TMDI)이 일일섭취허용량(Acceptable daily intake, ADI)의 80%를 초과하지 않은 수준에서 설정하며 잔류허용기준(MRL)이 설정되지 않은 농약 성분이 검출될 경우 CODEX 기준 또는 유사농산물의 최저 기준치를 적용하였다. 그러나 잔류허용기준(MRL)이 설정되지 않은 잔류농약이 고농도로 검출되었을 때

codex 기준이 있을지라도 법적으로 제지할 근거가 없어 사실상 유통이 허용됐으며, 유사농산물 기준 적용은 일일섭취허용량을 고려하지 않아 안전성이 입증되지 않은 농약에 대한 유통을 사전에 차단할 수 없는 문제점이 있었다. 이에 식품의약품안전처에서는 농약 허용물질목록관리제도(Positive List System, PLS)를 단계적으로 도입하여 안전성이 입증되지 않은 농약이 사용된 국내 및 수입 농산물을 사전에 차단하여 국민의 먹거리 안전에 관리 감독을 강화하고 있다. 2016년 12월부터 1차적으로 견과종실류와 열대과일류에 대하여 PLS를 도입하였고, 2019년 1월 1일부터 모든 농산물을 대상으로 확대 시행되었으며, 2020년 말부터는 축산물에 대해서도 농약허용물질 관리 제도를 시행할 예정이다(2~5).

농약 허용물질목록관리제도(PLS)는 국내에 사용 등록된 농약 또는 최대 잔류허용기준(MRL)이 설정된 농약 이외에 등록되지 않은 농약이 일정량 이상 잔류하는 식품의 판매 등을 원칙적으로 금지하는 제도로 정의한다. 작물별로 등록된 농약은 잔류허용기준 내에서 사용하도록 하고, 등록되지 않거나 잔류허용기준이 없는 농약은 불검출 수준의 0.01 ppm으로 규정함으로써 0.01 ppm을 초과하는 농산물의 유통을 금지하여 농약 사용의 오·남용을 방지하고 농약에 대한 안전관리를 강화하는데 목적이 있다. 농약 허용물질목록관리제도(PLS)는 유럽연합과 일본, 대만 등에서는 이미 10여 년 전부터 시행하고 있으며 미국, 캐나다, 호주 등은 1960년대부터 PLS와 유사한 불검출제도(Zero Tolerance)를 통해 수입 농산물에 대한 검역을 강화하여 자국의 농업과 환경 및 소비자를 보호하고 있다. 해외에서는 제도 시행전 농약 사용기록부 작성 및 유통농산물의 잔류 조사를 대대적으로 실시하여 농약 허용물질목록관리제도(PLS) 시행에 대한 준비를 철저히 하여 제도를 안전히 정착시켰다(6, 7).

반면 국내에서는 농약 허용물질목록관리제도(PLS) 전면 시행에 대해 제도 준비 및 등록 농약의 부족, 비의도적 오염으로 인한 농산물로 인한 부적합률이 현저히 증가할 것이라고 예상하였다. 정부의 각 관계 부처에서는 PLS 도입으로 인한

농가의 혼란을 최소화하기 위하여 신규·직권 등록 농약의 신속한 기준설정, 환경으로부터의 비의도적 오염농약에 대한 잔류허용기준 설정, 사용할 농약의 수가 부족한 소면적 재배 농산물에 대한 그룹 잔류허용기준 설정, 수입식품 잔류허용기준 설정을 지속적으로 확대하는 등의 보완대책을 마련하여 왔다(3, 6).

따라서 본 연구에서는 강남지역에 유통농산물 및 가락시장 경매농산물을 대상으로 280종의 잔류농약을 모니터링하고 PLS 제도가 시행됨에 따른 농산물의 잔류농약 검출 빈도의 변화를 확인하고 부적합 농산물의 특성변화를 파악하고자 한다. 또한 잔류농약의 위해성평가를 통해 유통 농산물의 안전성 확보를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험재료 및 분석농약

2019년 1월부터 2019년 11월까지 서울 가락농수산물도매시장과 강남지역 대형유통매장에서 유통되고 있는 농산물 5,360건을 대상으로 식품공전 다중농약 다성분 분석법 제2법에 해당하는 280종 잔류농약을 선정하여 분석하였다(표 1).

### 2. 표준품 및 시약

잔류농약 분석용 표준품은 Accustandard, Inc (New havern, USA), Chem service(West Chester, USA), Dr. Ehrenstorfer GmbH (Augsburg, Germany), Toronto Research Chemicals(Toronto, Canada) 및 Wako(Tokyo, Japan) 제품을 사용하였다. 추출 및 정제용매인 acetone, dichloromethane, n-hexane은 Kanto Chemical사(Tokyo, Japan) 제품을 acetonitrile, methanol은 Burdick & Jackson(USA), sodium chloride는 Merck(Darmstadt, Germany) 등에서 잔류농약 분석용 및 특급시약을 구입하여 사용하였다. 시료 정제를 위해 정제용 고체상 추출 카트리지(SPE, solid phase extraction)를 사용하였으며 가스크로마토그래피 분석을 위해 Agilent Technology(Santa Clara, USA)사의 Florisil

cartridge(1000 mg, 6 mL)를, 액체크로마토그래피 분석을 위해 NH<sub>2</sub> cartridge(1,000 mg, 6 mL)를 사용하였다.

### 3. 분석방법 및 기기

시료의 전처리 및 분석은 식품공전 식품 중 잔류농약 분석법 중 다중농약다성분 분석법 제2법에 따라 acetonitrile 추출법을 이용하여 정제·분석하였으며, 280종 농약성분을 Gas Chromatography/micro Electron Capture Detector(7890A, Agilent technologies, USA), Gas chromatograph/nitrogen phosphorous detector(7890A, Agilent technologies, USA)와 Gas chromatograph/mass selective detector(7890A, Agilent technologies, USA)로 분석하였다.

기기분석에 사용된 조건은 표 2~3에 나타내었다. LC-MS/MS(Liquid chromatography - tandem mass spectrometry) 분석은 TSQ Altis triple quadrupole mass spectrometer(Thermo fisher scientific Inc., USA)와 Waters Xevo TQ-S(Waters, MA, USA)를 이용하여 분석하였다. LC-MS/MS는 정성 및 정량분석을 동시에 진행하기 위해 모분자이온(Precursor ion)으로부터 생성되는 자분자 이온(Product ion)을 농약별 각 2개씩 선정하였고, 농약 각각의 머무름 시간을 미리 지정하였다. 이를 통해 가장 강도가 높은 이온을 정량분석이온으로 설정하고, 다음으로 강도가 높은 이온을 정성분석 이온으로 설정하여 분석하였다. 그 조건은 표 4에 나타내었다.

### 4. 모니터링 결과에 대한 위해 평가

농약의 잔류허용기준을 초과한 농산물을 소비자가 섭취했을 때의 위해성을 평가하기 위하여 위해 평가지침에 따라 결정론적 노출평가(Deterministic exposure assessment)를 실시하였다. 모니터링 결과에 대한 위해평가는 실제 얻어진 결과 값을 활용해 위해평가를 수행하는 것으로 농산물에서 검출된 농약의 평균 잔류량과 2017 국민건강영양조사(8)에서 채소류의 일일 섭취량 267.4 g을 적용하여 일일 섭취량을 산출하고, 한국인 평균 체중 60 kg을 고려한 후 일일섭취추정량(EDI,

**Table 1.** List of selected pesticides monitored in the study

Classification	Pesticide
Insecticide (115)	Acrinathrin, Aldicarb, Aldrin&Dieldrin, Azamethiphos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Bendiocarb, BHC, Bifenthrin, Bromophos-methyl, Butocarboxim, Cadusafos, Carbaryl, Carbophenothion, Chlorantraniliprole, Chlordane, Chlorfenapyr, Chlorobenzuron, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Crufomate, Cyanophos, Cycloprothrin, Cyfluthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin, DDT, Deltamethrin, Diazinon, Dichlorvos, Dicofol, Dicrotophos, Dimethoate, Dimethylvinphos, Endosulfan, Endrin, EPN, Ethiofencarb, Ethion, Ethoprophos, Etrifos, Fenitrothion, Fenobucarb, Fenoxycarb, Fenpropathrin, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Flonicamid, Flubendiamide, Flufenoxuron, Flupyradifurone, Fluvalinate, Fonofos, Fosthiazate, Heptachlor, Hexaflumuron, Imidacloprid, Indoxacarb, Isofenphos, Isofenphos-methyl, Isoprocarb, Isoxathion, Lindane, Lufenuron, Malaoxon, Malathion, Mecarbam, Mephosfolan, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Methoxychlor, Methoxyfenozide, Metolcarb, Nitenpyram, Nonachlor, Novaluron, Oxydemeton-methyl, Parathion-ethyl, Parathion-methyl, Permethrin, Phenthoate, Phosalone, Phosfolan, Phosmet, Phosphamidone, Pirimicarb, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Profenofos, Promecarb, Propoxur, Prothiofos, Pyraclofos, Pyridaben, Pyridalyl, Pyrimidifen, Pyriproxyfen, Quinalphos, Sulprofos, Tebufenozide, Tebupirimfos, Teflubenzuron, Tefluthrin, Terbufos, Tetrachlorvinphos, Thiamethoxam, Thiometon, Tolfenpyrad, Triazophos, Triflumuron, 2,3,5-Trimethacarb/3,4,5-Trimethacarb, XMC
Fungicide (82)	Amisulbrom, Azaconazole, Azoxystrobin, Binapacryl, Bixafen, Boscalid, Bupirimate, Captafol, Captan, Chinomethionat, Chlorothalonil, Cyazofamid, Cyflufenamid, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Dichlofluanid, Dicloran, Diethofencarb, Diniconazole, Diphenylamine, Edifenphos, Ethaboxam, Fenamidone, Fenarimol, Fenbuconazole, Fenhexamid, Fenoxanil, Fluazinam, Fludioxonil, Fluquinconazole, Flusilazole, Flutolanil, Folpet, Fthalide, Hexachlorobenzene, Imazalil, Imibenconazole, Iaconazole, Iprobenfos, Iprodione, Iprovalicarb, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, Mepanipyrim, Mepronil, Metconazole, Metominostrobin, Metrafenone, Myclobutanil, Nitrapyrin, Nitrothal-isopropyl, Nuarimol, Ofurace, Oxadixyl, Penconazole, Pencycuron, Picoxystrobin, Prochloraz, Procymidone, Proquinazid, Prothioconazole, Pyraclostrobin, Pyrazophos, Pyributicarb, Pyrimethanil, Pyroquilon, Quintozene, Simeconazole, TCMTB, Tebuconazole, Thifluzamide, Tiadinil, Tolclofos-methyl, Tolyfluanid, Triadimefon, Tricyclazole, Trifloxystrobin, Triflumizole, Triticonazole, Vinclozoline, Zoxamide
Herbicide (68)	Ametryn, Anilofos, Atrazine, Bensulide, Bromacil, Bromobutide, Butafenacil, Carbetamid, Chloridazon, Chlorimuron-ethyl, Chlorotoluron, Chlorthal-dimethyl, Clomeprop, Cyanazine, Diflufenican, Dimepiperate, Dimethachlor, Dimethenamid, Diphenamid, Dithiopyr, Esprocarb, Flufenacet, Flumiclorac-pentyl, Fluometuron, Fluridone, Fluthiacet-methyl, Hexazinone, Imazamox, Imazapic, Imazaquin, Imazethapyr, Indanofan, Isoproturon, Lactofen, Lenacil, Mefenacet, Mefenpyr-diethyl, Metamitron, Methabenzthiazuron, Molinate, Neburon, Noruron, Oxaziclomefon, Pendimethalin, Phenmedipham, Picolinafen, Pinoxaden, Piperophos, Propaquizafop, Propazine, Propisochlor, Propyzamide, Prosulfocarb, Pyraclonil, Pyraflufen-ethyl, Pyrazolate, Pyribenzoxim, Pyridate, Pymiminobac-methyl, Quinoclamine, Simazine, Sulfentrazone_NH4, Tebuthiuron, Tepraloxym, Terbutylazine, Thenylchlor, Thiazopyr, Vernolate
Miticide(10)	Bromopropylate, Chlorobenzilate, Etoxazole, Fenazaquin, Fenothiocarb, Fluacrypyrim, Hexythiazox, Spirodiclofen, Tebufenpyrad, Tetradifon
Growth regulator(4)	Forchlorfenuron, Paclobutrazol, Tribufos, Uniconazole
Plant activator(1)	Probenazole

Estimated daily intake)을 산출하였다. 또한 EDI와 각 농약의 인체안전기준인 일일섭취허용량(Acceptable daily intake, ADI)으로 위해도를 평가하였다. 일일 노출량 산출에 필요한 농산물별 잔류농약의 평균농도는 위해평가 지침에 따라 불검출 건이 없고 모두 정량할 수 있다면 참 평균값을 사용하며 60% 이상의 데이터가 불검출인 경우 불검출 데이터를 0(노출하한치) 또는 LOD(노출

상한치)로 적용하고, 60% 이하의 데이터가 불검출인 경우 불검출 데이터를 1/2 LOD로 적용하여 평가하여야 한다. 그러나 본 연구에서는 여러 장비로부터 얻어진 검출 결과로서 성분별 LOD 적용이 어려워 불검출건에 대하여 하한평균은 0으로 하였고, 중간은 LOD/2(0.005 mg/kg), 상한은 LOD(0.01 mg/kg)으로 적용하여 산출하였다. 일일섭취허용량(ADI)대비 일일섭취추정량(EDI)인

$$EDI(\text{mg/person/day}) = \frac{\text{평균 잔류량}(\text{mg/kg}) \times \text{1일 식품 섭취량}(\text{kg/day/person})}{\text{한국인 평균 체중}(60\text{kg})}$$

$$\text{Hazard Index}(\%) = \frac{EDI(\text{mg/kg bw/day})}{ADI(\text{mg/kg bw/day})} \times 100$$

**Table 2.** Analytical conditions of GC/NPD and GC/ $\mu$ ECD

Instrument		Agilent 7890A	
Detector	Nitrogen-phosphorus detector(NPD)	$\mu$ Electron capture detector( $\mu$ ECD)	
Column	front	DB-1701 14% cyanopropyl phenyl methyl(30 m $\times$ 320 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m film thickness)	
	back	HP-5 5% phenyl methyl siloxane(30 m $\times$ 320 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m film thickness)	
Oven temp.	100 $^{\circ}$ C(2 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 200 $^{\circ}$ C(3 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 260 $^{\circ}$ C(9 min)	150 $^{\circ}$ C(2 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 240 $^{\circ}$ C(2 min) $\rightarrow$ 15 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 280 $^{\circ}$ C(20 min)	
Injection mode	Temp. : 210 $^{\circ}$ C	Temp. : 230 $^{\circ}$ C	
	Vol. : 1 $\mu$ L	Vol. : 1 $\mu$ L	
Detector temp.	320 $^{\circ}$ C		320 $^{\circ}$ C
Gas flow	N <sub>2</sub> (1.5 mL/min)		N <sub>2</sub> (1.5 mL/min)
	Air(120 mL/min)		
	H <sub>2</sub> (3 mL/min)		

**Table 3.** Analytical conditions of GC/MSD

Instrument		Agilent 7890A	
Column	HP-5MS 5% phenyl methyl siloxane(30 m $\times$ 250 $\mu$ m ID $\times$ 0.25 $\mu$ m film thickness)		
Oven temp.	100 $^{\circ}$ C(2 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 280 $^{\circ}$ C(12 min)		
Injection temp.	230 $^{\circ}$ C		
Carrier gas	He(splitless, 1.0 mL/min)		
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(2.9 scan/sec)	

HI % 값이 100보다 클수록 위해하다 판단하였으며, 100 보다 적으면 위해 가능성이 적은 것으로 판정하였다(9, 10).

## 결과 및 고찰

### 1. 농산물별 잔류농약 검출

서울 강남지역에서 유통된 농산물 5,360건(채소류 4,976건, 버섯류 132건, 서류 130건, 과일류 93건, 향신식물 20건, 두류 5건, 곡류 3건, 견과종실류 1건)을 대상으로 실험한 결과 잔류농약이 검출된 농산물은 942건으로 17.6%인 것으로 나타났고, 잔류허용기준(Maximum Residue Level, MRL)을 초과한 검체는 32건으로 부적합률은 0.6%

를 차지하였다. 서울 강남지역에 유통된 농산물의 연도별 검출률과 부적합률의 추이를 살펴보면 검출률은 2013년도 이후 4년간 13.8%~ 22.8%까지 지속적으로 증가하다가 2018년 14.2%로 약 9% 감소하였으나 2019년도는 다소 증가한 17.6%로 나타났다. 부적합률은 2016년 이후 점차 낮아진 추세로 2019년도는 전년도(0.5%)와 유사하게 0.6%로 나타나 최근 7년간 0.9% 이하의 부적합 결과를 나타냈으며(그림 1) 부적합률이 점차 감소되는 추세를 보인 2017년 식품의약품안전처 보고(10)와 유사한 결과를 나타내었다. 이는 식품의약품안전처에서 2019년 1월 1일부터 PLS 제도의 전면 시행에 따른 농업인들의 피해를 줄이기 위해 농약 잔류허용기준을 501종 농약 12,961건(11)으로 확대하였고 상추, 시금치, 파 등 소면적

**Table 4.** Analytical conditions of LC-MS/MS

Instrument	TSQ Altis	Waters Xevo TQ-S				
Ionization mode	ESI(Electrospray ionization)	ESI(Electrospray ionization)				
Gas parameters	Sheath Gas(Arb) : 40.0	Dseolvation(L/hr) : 900				
	Aux Gas(Arb) : 15.0	Nebuliser(Bar) : 7.0				
	Sweep Gas(Arb) : 10.0	Cone Gas(L/hr) : 150				
Scan mode	SRM(Selected Reaction Monitoing)	MRM(Multiple Reaction Monitoring)				
Column	Accucore aQ C18 (2.1 × 100 mm, 2.6 μm)	CORTECS <sup>®</sup> UPLC <sup>®</sup> C18 (2.1 × 100 mm, 1.6 μm)				
Column oven	40℃	40℃				
Injection vol.	2 μL	1 μL				
Flow rate	0.3 mL/min	0.4 mL/min				
Mobile Phase	A : 0.1% formic acid, 5 mM ammonium formate in water					
	B : 0.1% formic acid, 5 mM ammonium formate in methanol					
Gradient program	Time(min)	A(%)	B(%)	Time(min)	A(%)	B(%)
	0.00	90	10	0.00	85	15
	0.50	90	10	0.50	85	15
	5.00	45	55	1.50	60	40
	7.00	45	55	7.00	15	85
	9.00	5	95	7.50	0	100
	12.0	5	95	10.00	0	100
12.1	90	10	12.00	85	15	

작물이 집중되어 있는 엽채류 및 엽경채류에 공통으로 적용할 수 있는 그룹기준을 최대한 확대한 결과로 판단된다. 또한 잔류농약 관리가 강화되면서 현장에서 등록된 농약을 안전 사용기준에 맞게 사용하려는 등 올바른 농약 사용 문화가 확산 되어 우려했던 부적합률의 급격한 상승은 나타나지 않은 것으로 보인다. 매년마다 대상 농산물과 모니터링 잔류농약이 다르다는 것을 감안하면 수치상의 비교가 적합하지 않다고 판단할 수 있으나, 이는 PLS 전면 시행에 대한 농민들의 인식변화와 정부차원에서 농약 안전사용기준 홍보 등 적극적인 안전관리가 철저히 이루어진 결과라고 판단된다.

농산물별 잔류농약 검출결과는 표 5와 같다. 채소류 4,976건을 검사한 결과 920건에서 잔류농약이 검출되어 18.5%의 검출률을 보였고, 과일류는 93건 중 19건(검출률 20.4%)이 검출되었고, 향신 식물에서는 20건(검출률 15%)의 잔류농약이 검출되었다. 반면 곡류, 서류, 두류, 견과종실류 및 버섯류는 잔류농약이 검출되지 않았다(그림 2). 이는 2017년 식품의약품안전처의 연구보고서(10)에서 과일류(86%), 채소류(41%), 곡류(6%)의 순으로 검출율을 나타낸 결과와는 다른 양상을 보였다. 이는 서울 강남지역의 수거 농산물중 90%이

상이 국민 다소비 농산물인 채소류가 차지하기 때문인 것으로 판단된다. 검출건수가 가장 많은 채소류의 분류별 비율을 보면 엽채류 23.4%(789건), 박과 이외 과채류 17.0%(60건), 엽경채류 11.4%(29건), 박과과채류 7.9%(33건) 순으로 검출률이 높았으며 결구엽채류와 근채류는 상대적으로 검출률이 낮았다. 채소류의 세부 품목에서 검출건수가 10건 이상인 품목 중 겨자채 67.9%, 들깨잎 46.1%, 근대 46.3%, 케일 41.7% 순으로 소면적 재배작물의 검출률이 높았다. 엽채류는 다른 채소류에 비해 중량당 단위면적이 커서 농약의 부착이 용이하여 잔류하기 쉽고, 시설재배로 인해 강우, 햇빛, 바람 등에 의한 자연적인 잔류농약 감소 작용이 상대적으로 적어 잔류농약 검출률이 높은 것으로 판단된다(12). 과일류에서는 핵과류(36.4%), 감귤류(25.8%), 열대과일류(23.1%), 인과류(13.3%), 장과류(8.7%) 순으로 검출률이 조사되었다. 과 등(13)의 연구 결과에서는 강남지역 유통 과일류에서 대부분 감귤류가 높은 검출률을 나타낸 것과는 다르게 핵과류에서 가장 높은 검출률을 나타내었는데 이는 과일류의 분석 시료 건수의 차이에 따른 것으로 검출률의 상대적 비교는 어려울 것으로 판단된다. 핵과류에서 수입산 및 국내산 체리에서 2건, 자두 및 대추는 각 1건

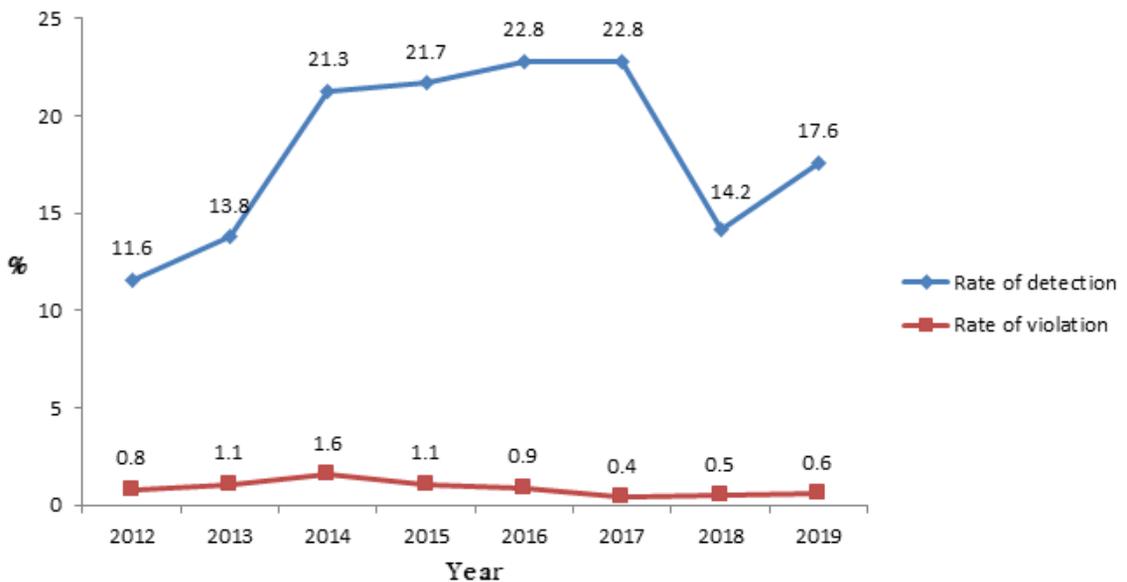


Fig. 1. Annual rates of detection and violation on pesticide residues(2012 ~ 2019).

**Table 5. Detection and violation rate of pesticides residue in agricultural products**

Type	Group	Commodity	No. of sample	No. of detection	(%)	No. of violation	(%)
Vegetables	Flowerhead brassicas	Korean cabbage	111	6	5.4	0	0.0
		Broccoli	67	0	0.0	0	0.0
		Cabbage	64	1	1.6	0	0.0
		Subtotal	242	7	2.9	0	0.0
	Leafy vegetables	Lettuce	518	93	18.0	2	0.4
		Chicory/endive(leaves)	421	50	11.9	3	0.7
		Perilla leaves	295	136	46.1	1	0.3
		Spinach	247	62	25.1	1	0.4
		Chard	246	114	46.3	6	2.4
		Marsh mallow	238	34	14.3	0	0.0
		Ssam cabbage	232	56	24.1	0	0.0
		Radish(leaves)	211	29	13.7	1	0.5
		Pak choi	135	23	17.0	0	0.0
		Vitamin	95	14	14.7	2	2.1
		Chamnamul	92	31	33.7	5	5.4
		Crown daisy	88	19	21.6	0	0.0
		Kale	84	35	41.7	1	1.2
		Head lettuce	45	5	11.1	0	0.0
		ornamental cabbage	44	10	22.7	0	0.0
		Mustard green	28	19	67.9	1	3.6
		Sedum	27	5	18.5	1	3.7
		Chinamul	21	8	38.1	1	4.8
		Korean angelica(leaves)	18	7	38.9	2	11.1
		New green	9	6	66.7	1	11.1
		Leaf parsley	7	3	42.9	2	28.6
		Others	269	30	11.2	0	0
		Subtotal	3,370	789	23.4	30	0.9
	Stalk and stem vegetables	Welsh onion	80	8	10.0	0	0.0
		Chives	32	8	25.0	0	0.0
		Celery	27	2	7.4	0	0.0
		Kohlrabi	26	0	0.0	0	0.0
		Green garlic	24	4	16.7	0	0.0
		Water dropwort	23	4	17.4	0	0.0
		Others	43	3	7.0	0	0.0
	Subtotal	255	29	11.4	0	0.0	
	Root and tuber vegetables	Radish(Roots)	114	1	0.9	0	0.0
		Onion	65	0	0.0	0	0.0
		Carrot	31	0	0.0	0	0.0
		Garlic	27	0	0.0	0	0.0
		Ginger	9	1	11.1	0	0.0
		Others	95	0	0.0	0	0.0
	Subtotal	341	2	0.6	0	0.0	
	Fruiting vegetables, Cucurbits	Squash	200	5	2.5	0	0.0
		Cucumber	196	28	14.3	0	0.0
		Korean melon	12	0	0.0	0	0.0
		Others	8	0	0.0	0	0.0
	Subtotal	416	33	7.9	0	0.0	
	Fruiting vegetables other than Cucurbits	Egg plant	146	9	6.2	0	0.0
		Green & red pepper	137	41	29.9	0	0.0
		Sweet pepper	47	9	19.1	0	0.0
Tomato		22	1	4.5	0	0.0	
Subtotal		352	60	17.0	0	0.0	
Subtotal	4,976	920	18.5	30	0.6		

**Table 5. (Continued)**

Type	Group	Commodity	No. of sample	No. of detection	(%)	No. of violation	(%)
Fruits	Pome fruits	Apple	7	2	28.6	0	0.0
		Persimmon	5	0	0.0	0	0.0
		Pear	2	0	0.0	0	0.0
		Pomegranate	1	0	0.0	0	0.0
		Subtotal	15	2	13.3	0	0.0
	Citrus fruits	Mandarin	19	7	36.8	0	0.0
		Orange	8	1	12.5	0	0.0
		Grapefruit	4	0	0.0	0	0.0
		Subtotal	31	8	25.8	0	0.0
	Stone fruits	Plum	4	1	25.0	0	0.0
		Cherry	3	2	66.7	0	0.0
		Jujube	2	1	50.0	0	0.0
		Peach	2	0	0.0	0	0.0
		Subtotal	11	4	36.4	0	0.0
	Berries and other small fruits	Strawberry	17	2	11.8	0	0.0
		Fig	3	0	0.0	0	0.0
		Grapes	3	0	0.0	0	0.0
		Subtotal	23	2	8.7	0	0.0
	Assorted tropical and sub-tropical fruits	Banana	12	3	25.0	0	0.0
		Kiwifruit	1	0	0.0	0	0.0
		Subtotal	13	3	23.1	0	0.0
	Subtotal		93	19	20.4	0	0.0
	Mushrooms	-	King oyster mushroom	42	0	0.0	0
Oak mushroom			31	0	0.0	0	0.0
Oyster mushroom			16	0	0.0	0	0.0
Others			43	0	0.0	0	0.0
Subtotal			132	0	0.0	0	0.0
Potatoes	-	Potato	48	0	0.0	0	0.0
		Sweet potato	60	0	0.0	0	0.0
		Others	22	0	0.0	0	0.0
	Subtotal		130	0	0.0	0	0.0
Herbs and spices	-	Coriander(leaves)	17	2	11.8	2	11.8
		Others	3	1	33.3	0	0.0
	Subtotal		20	3	15.0	2	10.0
Beans	-	Kidney bean	1	0	0.0	0	0.0
		Others	4	0	0.0	0	0.0
	Subtotal		5	0	0.0	0	0.0
Cereal grains	-	Rice	1	0	0.0	0	0.0
		Corn	2	0	0.0	0	0.0
	Subtotal		3	0	0.0	0	0.0
Nuts and seeds	Peanut or nuts	Chestnut	1	0	0.0	0	0.0
Total			5,360	942	17.6	32	0.6

으로 총 4건이 검출되었다. 감귤류 31건 중 감귤에서 7건의 잔류 농약이 검출되어 가장 많이 검출되었는데 감귤류의 경우에는 수확 후 저장 유통과정에서 부패가 발생하기 쉽기 때문에 수확 직전 또는 수확 후 살균제를 처리하는 것에 기인하는 것으로 추정된다(14).

농약 잔류허용기준을 초과한 농산물은 아욱 6건, 참나물 5건, 치커리 3건, 상추 2건, 당귀(잎) 2건, 향나물 2건, 비타민 2건 그 외 엽채류에서 8건으로 총 32건의 부적합 건수에서 엽채류가 30건의 부적합 판정을 받아 부적합률 93.7%으로 나타났다. 향신식물인 고추에서 2건의 부적합 판정(6.3%)을 받았다. 이는 2015~2017년 서울 강남지역 유통 농산물의 잔류농약 실태조사(13, 15, 16)에서 부적합 농산물 중 엽채류가 90% 가까이 높은 비율을 차지한 결과와 유사한 양상을 나타내었다. 식품의약품안전처의 2019년 상반기 농산물의 잔류농약 조사(17)에 따르면 지난해 같은 기간에 비해 부적합 건수와 비율이 모두 감소하였으나 수입 농산물의 부적합 건수와 비율은 지난해 같은 기간 대비 증가하였다고 보고하였다. 반면 본 연구에서는 총 5,360건 중 수입 농산물이 68건이었으며 잔류허용기준을 초과한 경우는 없는 것으로

나타났다. 이는 수입농산물 부적합은 주로 향신식물과 식약공용 농산물이었으나 본 연구에서는 주로 수입 신선채소류와 과일류를 검사대상으로 하였기 때문에 차이가 있는 것으로 보인다. 따라서 앞으로는 유통되는 농산물중 수입 농산물 부적합 이력 품목에 대한 잔류농약 검사를 강화함으로써 국민에게 보다 더 안전한 식품을 공급할 수 있을 것이라 사료된다.

## 2. 농약별 잔류농약 검출

강남지역에서 유통된 농산물 5,360건에 대하여 분석대상 농약 280종을 분석한 결과 67종의 농약이 1,376회 검출되었다(표 6). 농약의 용도별 잔류 현황을 살펴보면 살충제 31종이 781회 (56.8%), 살균제 30종이 452회(32.8%), 생장조절제 1종이 83회(6.0%), 살비제 4종이 57회(4.1%), 제초제 1종이 3회(0.2%)순으로 검출되어 살충제가 가장 많이 검출되었다. 2015~2017년 강남지역 잔류농약 모니터링 결과에서는 살균제, 살충제, 살비제 순으로 본 연구와는 다른 양상을 보였으나 공통적으로 살충제와 살균제가 80%이상 높은 비율을 차지하는 것으로 조사되었다(13, 15, 16). 이는 2018년 한국작물보호협회에서 보고한 국내에서 출하된

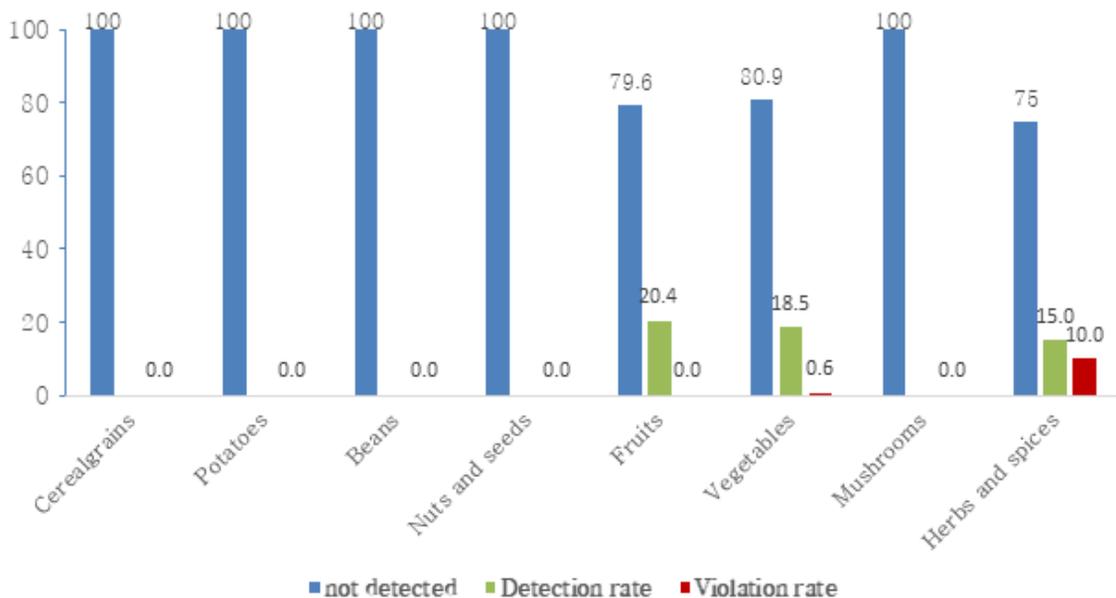


Fig. 2. Monitoring results by commodity group in agricultural products.

**Table 6. Number of detected pesticide residues and over MRLs in agricultural products**

Type	Pesticide	No. of sample detected	No. of sample over MRL	Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
Insecticide	Acetamiprid	1	0	0.030	2
	Acrinathrin	1	0	0.469	5.0
	Bifenthrin	27	0	0.013~0.348	0.62~10
	Cadusafos	1	0	0.031	0.05
	Chlorantraniliprole	174	1	0.007~1.800	0.02~10
	Chlorfenapyr	68	1	0.029~1.700	0.05
	Chlorpyrifos	8	1	0.008~0.220	10
	Cyhalothrin	5	0	0.067~0.214	0.01~1.0
	Cypermethrin	57	0	0.012~1.541	5.0~15
	Diazinon	7	4	0.002~1.672	0.01~0.05
	Ethoprophos	3	1	0.008~0.395	0.05
	Fenitrothion	1	0	0.022	2
	Fenpropathrin	3	3	0.211~0.343	0.01
	Fenvalerate	4	0	0.012~0.500	0.3~0.8
	Flonicamid	2	0	0.011~0.022	2.0~0.7
	Flubendiamide	48	3	0.007~3.150	0.02~15
	Flufenoxuron	86	0	0.008~1.700	0.05~20
	Fosthiazate	2	0	0.014~0.033	0.5
	Imidacloprid	33	0	0.011~0.319	1.0~7.0
	Indoxacarb	36	0	0.043~1.592	0.5~20
	Lufenuron	85	0	0.010~4.130	0.7~70
	Methoxyfenozide	23	0	0.013~1.000	1.0~30
	Novaluron	16	0	0.010~1.740	0.5~15
	Permethrin	2	0	0.260~0.468	3.0
	Phenthoate	1	0	0.153	0.3
	Pyridaben	3	0	0.129~0.249	3.0~5.0
	Pyridalyl	55	0	0.065~5.000	5.0~20
	Tebufenozide	2	0	0.026~0.090	1.0
	Teflubenzuron	2	0	0.010~0.400	0.2~0.5
	Terbufos	5	1	0.035~0.400	0.05~2.0
	Thiamethoxam	20	0	0.009~0.522	0.2~15
		Subtotal	781	15	

**Table 6. (Continued)**

Type	Pesticide	No. of sample detected	No. of sample over MRL	Detection range (mg/kg)	MRL (mg/kg)
Fungicide	Amisulbrom	9	0	0.016~1.000	0.05~10
	Azoxystrobin	132	0	0.008~3.865	0.1~70
	Boscalid	16	0	0.010~2.064	0.3~20
	Chlorothalonil	15	1	0.094~10.285	0.01~50
	Cyazofamid	15	0	0.016~0.843	0.5~15
	Diethofencarb	27	1	0.056~8.264	1.0~20
	Dimethomorph	34	0	0.009~4.337	5.0~30
	Diniconazole	18	1	0.029~0.625	0.3
	Ethaboxam	4	0	0.020~0.435	0.7~15
	Fenamidone	1	0	0.021	0.1
	Fluazinam	1	0	0.089	3.0
	Fludioxonil	44	0	0.038~5.422	0.3~40
	Fluquinconazole	7	1	0.003~5.422	0.01~20
	Flutolanil	9	0	0.032~1.446	10~15
	Iprobenfos	1	0	0.089	0.2
	Iprodione	2	0	0.231~2.721	5.0~20
	Kresoxim-methyl	2	0	0.145~0.180	0.5~20
	Metconazole	1	0	0.254	3.0
	Metrafenone	5	0	0.089~4.786	0.7~15
	Myclobutanil	4	0	0.076~1.647	20
	Pencycuron	4	0	0.086~1.911	7.0~20
	Picoxystrobin	1	0	0.047	1.0
	Prochloraz	1	0	0.045	5.0
	Procymidone	48	7	0.004~1.810	0.01~10
	Pyraclostrobin	17	0	0.010~1.061	0.5~20
	Pyrimethanil	14	0	0.011~1.547	0.1~30
	Tebuconazole	11	0	0.093~5.000	2.0~15
	Thifluzamide	2	0	0.004~0.024	0.01~0.05
Triflumizole	2	0	0.209~1.032	3.0	
Trifloxystrobin	5	0	0.009~0.419	0.5~2.0	
	Subtotal	452	11		
Miticide	Etoxazole	1	1	0.493	0.1
	Fenazaquin	2	0	0.144~0.509	0.7~3.0
	Spirodlofen	3	0	0.005~0.019	0.5~2.0
	Tebufenpyrad	51	1	0.021~1.331	0.3~5.0
	Subtotal	57	2		
Growth regulator	Paclobutrazol	83	3	0.007~4.512	2.0~7.0
Herbicide	Pendimethalin	3	0	0.015~0.090	0.05~0.2
Total		1376	33		

농약 중 살충제와 살균제가 80% 이상의 비중을 차지하는 것과 일치하였다(18). 검출빈도가 가장 높은 농약은 Chlorantraniliprole 174회(0.007~1.800 mg/kg)이었으며 Azoxystrobin 132회(0.008~3.865 mg/kg), Flufenoxuron 86회(0.008~3.865 mg/kg), Lufenuron 85회(0.010~4.130 mg/kg), Paclobutrazol 83회(0.007~4.512 mg/kg) 순으로 나타났다. 최근 3년간 광등(13), 이 등(15), 광 등(16)의 보고에서 검출 빈도가 높은 농약으로 Tebufenpyrad, Cypermethrin, Procymidone 등 가스크로마토그래피로 분석 가능한 잔류농약들이 높은 비율을 차지한 것과는 다르게 Chlorantraniliprole, Azoxystrobin, Flufenoxuron, Lufenuron 등 액체크로마토그래피에서 분석 가능한 농약들이 높은 검출 빈도를 보이는 것으로 나타났다(그림 3). 이와 같은 결과는 강남 농수산물검사소에서 2019년부터 LC-MS/MS를 도입하여 액체크로마토그래피 분석대상 98종의 농약에 대해 보다 더 미량의 잔류농약이 검출된 것으로 추정된다.

잔류허용기준을 초과한 농약성분은 총 16종 33회로 Procymidone이 9회, Diazinon 4회, Paclobutrazol, Flubendiamide, Fenpropathrin는 각각 3회로 검출되었으며 그 외 6종의 농약성분이 각 1회씩 허용기준 초과되었다. 부적합률이

가장 높은 Procymidone은 빛과 열, 습기에 안정한 살균제로 가수분해 또는 미생물에 의한 분해 등에 안정하며 토양환경에서 흡착량이 높고 이동성이 낮으며, 살포된 환경내에서 분해가 서서히 진행되어 약제의 소실속도가 다소 느린 특징으로 부적합률에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다(19). 또한 PLS 제도 전면 시행에 따른 농가 피해를 최소화하기 위해 식품의약품안전처에서 토양에 과도하게 잔류할 우려가 있어 후작물에 전이될 가능성이 있는 25종의 농약에 대해 53개의 그룹 잔류허용기준을 설정하였으며 엽채류 및 엽경채류에 공통으로 적용할 수 있는 그룹기준을 최대한 확대하고 있다. Procymidone의 경우 식품의약품안전처 고시 제2018-91호부터 엽채류 그룹기준 0.05 mg/kg의 잠정잔류허용기준이 설정되었으나 낮은 기준량으로 인해 높은 부적합률이 나타난 것으로 판단된다(20). Diazinon, Fenpropathrin, Chlorothalronil, Chlorpyrifos, Fluquinconazole은 모두 엽채류에서 검출되어 PLS 제도 시행 전에는 이들 농약에 대해 유사작물 기준을 적용하였으나 PLS 제도 시행 이후 엽채류 그룹 기준이 아직 설정되지 않아 부적합 판정을 받았다. 따라서 PLS제도 시행으로 인한 기준 강화로 농가 현장 불만 확산이 우려되고 있어 추가 농약 사용 시 등록 작물 외에 절대 사용하지 않도록 교육을 강화하며 작물별

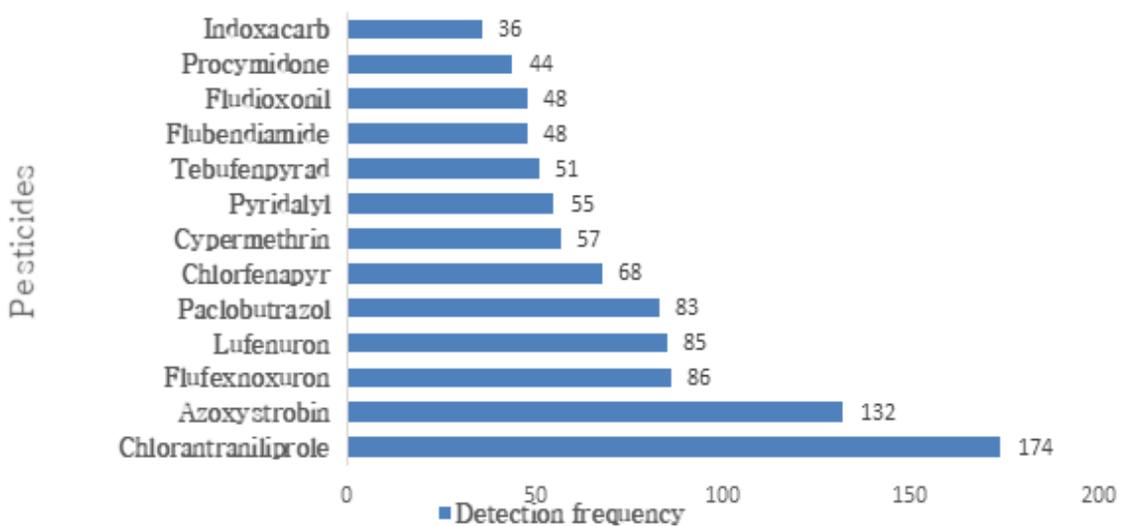


Fig. 3. Most commonly detected pesticides in agricultural products.

사용농약 등록을 확대하는 등 농가 피해를 최소화 하는 방안 마련을 병행해야 할 것으로 보인다.

또한 본 연구에서 검출된 농약들은 단독으로 검출되는 경우가 많았지만, 2종 이상의 다중 농약이 동시에 검출되기도 하였다. 잔류농약이 검출된 농산물 910건 중 300건(33.0%)의 시료에서 2~8종의 잔류농약이 동시에 검출되었으며 이는 표 7과 같다. 2종 농약이 동시에 검출된 경우는 205건(21.8%), 3종 농약의 동시 검출은 70건(7.4%), 4종 농약의 동시 검출은 17건(1.8%), 5종 농약의 경우 5건(0.5%)의 농산물에서 검출되었다. 그 외 6~8종의 잔류농약은 각 1건으로 나타났다. 특히 들깨잎과 근대 등 엽채류에서 혼합제 농약의 검출

률이 높은 것으로 나타났다. 이처럼 2종 이상의 혼합제 농약을 사용할 경우 단일제 농약을 반복해서 사용하는 것 보다 살충·살균제의 동시사용으로 인한 방제 상승효과 및 서로 작용특성이 다른 농약을 번갈아 가며 사용하여 재배기간 동안 발생하는 병해충을 효과적으로 방제하고 살포횟수, 살포 주성분량 감소 등으로 노동력과 재료비 절감효과를 높이려 했던 것으로 판단된다(21). 뿐만 아니라 토양으로부터 기인되었을 가능성, 주변의 다른 농작물에 살포된 농약에의 오염, 농작물간 교차오염, 저장기간 중의 오염, 다른 농약에 오염된 농약이 사용되었을 가능성 등의 여러 가지 원인으로 다성분의 농약이 동시에 검출되는 것으로 예상된다.

**Table 7. Agricultural products detected in two more types of pesticides**

Commodity	No. of pesticide residues						
	2	3	4	5	6	7	8
Perilla leaves	42	14	3	1	0	0	0
Chard	34	12	8	2	0	1	0
Lettuce	19	5	0	1	0	0	0
Ssam cabbage	15	3	0	0	0	0	0
Spinach	12	6	0	0	0	0	0
Green & red pepper	11	2	0	0	1	0	0
Kale	10	4	1	1	0	0	0
Mustard green	7	5	1	0	0	0	0
Pak choi	6	0	0	0	0	0	0
Marsh mallow	6	1	0	0	0	0	0
Chicory	5	3	2	0	0	0	0
Crown daisy	4	1	0	0	0	0	0
Chwinamul	3	1	0	0	0	0	0
New green	3	0	0	0	0	0	0
Shinsuncho	3	1	0	0	0	0	0
Korean angelica(leaves)	3	1	0	0	0	0	0
Radish(leaves)	3	0	0	0	0	0	0
Chives	0	1	0	0	0	0	1
Others	21	11	2	0	0	0	1
Total	205 (21.8%)	70 (7.4%)	17 (1.8%)	5 (0.5%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)

### 3. 잔류농약의 위해성평가

잔류허용기준을 2회 이상 초과한 5종 농약을 대상으로 위해성 평가를 실시하였다(표 8). 각 잔류농약 성분의 평균 잔류량을 하한, 중간, 상한값을 통해 분석한 결과 위해도가 0.00~23.49%의 범위로 나타나 모두 안전한 수준임을 확인할 수 있었다. 그중 노출량(EDI)는 파클로부트라졸이 4.8E-05~9.2E-05로 가장 높았으나 위해도(HI %)는 다이아지논이 가장 높게 나타났다. 이는 Diazinon이 대표적인 유기인계 살충제로 잔류성이 높아 인체 및 환경에 유해가 우려되는 농약으로 일일섭취허용량(ADI)이 타 농약에 비해 상대적으로 낮게 설정된 요인으로 인한 것으로 판단된다. 일본 및 유럽 등에서 Diazinon은 ADI 값이 0.0002~0.005 mg/kg b.w./day로 설정되어 국내와 유사하였다.

본 연구에서 사용한 데이터는 여러 대의 장비로 얻어진 결과로서 0과, LOD/2(0.005 mg/kg), LOD(0.01 mg/kg)으로 각각 하한, 중간, 상한으로 적용하여 평균농도에 대한 부정확성이 존재하며, 잔류농약이 검출된 농산물이라도 세척 및 조리 등의 과정을 거치는 경우 실제로 섭취를 통한 노출량은 더욱 낮아질 것으로 판단된다.

### 요 약

2019년 서울 강남지역에서 유통된 농산물 5,360건(채소류 4,976건, 버섯류 132건, 서류 130건, 과일류 93건, 향신식물 20건, 두류 5건, 곡류 3건, 견과종실류 1건)을 대상으로 동시다성분 분석이 가능한 280종의 잔류농약 실태를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 농산물 5,360건 중 942건에서 농약이 검출되어 17.6%의 검출률을 나타냈고, 이 중 잔류허용기준(Maximum Residue Level, MRL)을 초과한 농산물은 32건으로 전체 농산물 중 0.6%를 차지하였다.
2. 검출된 농산물 중 채소류가 920건으로 가장 많이 검출되었으며 과일류는 93건 중 19건, 향신식물에서는 20건 중 3건의 잔류농약이 검출되었다. 반면 곡류, 서류, 두류, 견과종실류 및 버섯류는 잔류농약이 검출되지 않았다. 가장 많은 검출건수를 차지한 채소류의 분류별 비율은 엽채류 23.4%(789건), 박과 이외 과채류 17.0% (60건), 엽경채류 11.4%(29건), 박과 과채류 7.9%(33건) 순으로 나타났다.

**Table 8.** Exposure assessment of pesticides detected in agricultural products

Pesticide	Average of detection value (mg/kg)			EDI <sup>a)</sup> (mg/person/day)			ADI <sup>b)</sup> (mg/kg b.w./day)	HI <sup>c)</sup>		
	Lower bound	Median	Upper bound	Lower bound	Median	Upper bound		Lower bound	Median	Upper bound
Procymidone	1.8E-03	6.8E-03	1.2E-02	8.2E-06	3.0E-05	5.2E-05	0.1	0.01	0.03	0.05
Diazinon	5.5E-04	5.5E-03	1.1E-02	2.5E-06	2.5E-05	4.7E-05	0.0002	1.23	12.36	23.49
Paclobutrazol	1.1E-02	1.6E-02	2.1E-02	4.8E-05	7.0E-05	9.2E-05	0.0220	0.22	0.32	0.42
Flubendiamide	3.7E-03	8.7E-03	1.4E-02	1.7E-05	3.9E-05	6.1E-05	0.0170	0.10	0.23	0.36
Fenpropathrin	1.6E-04	5.2E-03	1.0E-02	7.0E-07	2.3E-05	4.5E-05	0.0300	0.00	0.08	0.15

a) Estimated daily intake(mg/person/day) = {Average concentration(mg/kg) × daily food intake(kg/day/person)} / 60 kg

b) Acceptable daily intake(mg/person/day) = ADI(mg/kg b.w./day)

c) Hazard index(%) = EDI/ADI × 100

3. 잔류허용기준을 초과한 농산물은 32건 중 30건이 엽채류(93.7%)이며 아욱 6건, 참나물 5건, 치커리 3건, 상추 2건, 당귀(잎) 2건, 향나물 2건, 비타민 2건, 그 외 엽채류 8건 순으로 나타났다. 허브류인 고수에서 2건의 부적합 판정(6.3%)을 받았다.
4. 분석대상 농약 280종 중 67종의 농약이 1,376회 검출되었고 Chlorantraniliprole 174회, Azoxystrobin 132회, Flufenoxuron 86회, Lufenuron 85회, Paclobutrazol 83회 순으로 나타났다. 잔류허용기준을 초과한 농약은 16종 33회로 Procymidone이 9회로 가장 높았으며, Diazinon 4회, Paclobutrazol, Flubendiamide, Fenpropathrin는 각각 3회로 검출되었으며 그 외 6종 각각 1회 부적합이 판정되었다.
5. 잔류허용기준을 초과한 5종 농약 성분에 대한 위해평가 결과, 위해도는 0.00~23.49%의 범위로 안전한 것으로 나타났다.

## 참고문헌

1. 이희정, 최원조, 이주영, 조대현, 강찬순, 김우성 : 국내 유통 농산물 중 EBI계 농약 모니터링 위해도 평가. 한국식품영양과학회지, 38(12):1779~1784, 2009.
2. 문경은, 농약 허용물질목록 관리제도 적용 전후의 유통농산물 잔류농약 실태조사. 고려대학교, p.1~4, 2017.
3. 김봉섭, 2019 주요 농약 등록관리 방향. 자연과농업, 한국작물보호협회, 40(1):22~25, 2019.
4. 강향리, 박용배, 도영숙, 정진아, 이성봉, 조상훈, 이효경, 손지희, 이미경, 이병훈, 박진희, 윤미혜 : Positive List System 도입에 따른 열대과일류의 잔류농약 안전성 조사. 한국식품위생안전성학회지, 33(4):310~315, 2018.
5. 농림축산식품부 : 주요국의 사례분석을 통한 안전관리 개선방안 연구-잔류농약을 중심으로. p.1~15, 2017.
6. 김광일 : PLS시대 열리다 ① 농약 허용물질

- 목록 관리제도(PLS)와 안전농산물 생산. 자연과농업, 한국작물보호협회, 40(1):15~17, 2019.
7. 은희수 : 일본의 농약 허용물질목록 관리제도(PLS) 추진 현황 및 전망. 자연과농업, 한국작물보호협회, 39(10):14~17, 2018.
8. 보건복지부, 질병관리본부 : 2017 국민건강통계, 2017.
9. 식품의약품안전처, 식품의약품안전평가원 : 인체적용제품 위해성평가 공통지침서. 2019.
10. 이규식 : 2017년 국내 농·축산물의 잔류농약 모니터링 자체연구과제. 식품위해평가부 잔류물질과 최종보고서, 2017.
11. 식품의약품안전처 고시 제 2019-89호, 2019. 10. 14.
12. 장미라, 문현경, 김태랑, 육동현, 김은희, 홍채규, 최채만, 황인숙, 김정현, 김무상 : 서울지역 유통 채소류의 잔류농약 조사. 농약과학회지, 15:114~124, 2011.
13. 광재은, 이명숙, 김태랑, 윤용태, 최부철, 정희정, 김나영, 김유나, 광보람, 김지혜, 신기영, 김무상 : 서울 강남지역 유통농산물의 잔류농약 실태 조사 및 위해성평가(2017). 서울특별시보건환경연구원보, 53:66~79, 2017.
14. 조성애, 이정숙, 박경애, 정소영, 김남훈, 김윤희, 박혜원, 류희진, 이정미, 유인실, 정권 : 서울북부지역 유통농산물의 잔류농약 모니터링 및 위해성평가(2014년). 서울특별시보건환경연구원보, 51:83~98, 2015.
15. 이명숙, 장민수, 조성자, 이인숙, 이윤정, 금진영, 김나영, 김지혜, 광보람, 조한빈, 김무상, 정권 : 서울 강남지역 유통농산물중 농약 잔류실태(2015). 서울특별시보건환경연구원보, 51:39~52, 2015.
16. 광보람, 이명숙, 장민수, 조성자, 최부철, 이용철, 김나영, 김지혜, 김지민, 김유나, 조한빈, 김무상 : 서울 강남지역 유통농산물의 잔류농약 실태 조사(2016). 서울특별시보건환경연구원보, 52:71~83, 2016.
17. 식품의약품안전처, 유해물질기준과(부처합동) : 농약 허용물질목록관리제도 전면 시행 이후

- 상반기 농산물 부적합 감소. Available from : [https://www.mfds.go.kr/brd/m\\_99/view.do?seq=43587](https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=43587)
18. 한국작물보호협회. 2018 농약 생산 출하현황 Available form : <https://www.koreacpa.org>
  19. 최규일, 성기용, 김정규 : 살균제 Procymidone 의 토양환경 중 동태. 한국환경농학회지, 24(2): 123~131, 2005.
  20. 식품의약품안전처 고시 제 2018-91호, 2018. 11. 14.
  21. 김종율, 정유민, 오한슬, 강성태 : LC-MS/MS 를 이용한 수도권에 유통되는 친환경 농산물의 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가. 한국식품과학회지, 47:306~320, 2015.
  22. 식품의약품안전처, 식품의약품안전평가원 : 잔류농약 위해평가. p.15~36, 2016.