

서울북부지역 유통농산물의 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가(2014년)

잔류농약검사팀

조성애 · 이정숙 · 박경애 · 정소영 · 김남훈 · 김윤희
박혜원 · 류희진 · 이정미 · 유인실 · 정 권

Monitoring of Pesticide Residues and Risk Assessment for Agricultural Products Marketed in the Northern Area of Seoul, Korea in 2014

Residue Pesticide Inspection Team

**Sung-ae Jo, Jeong-sook Lee, Kyung-ai Park, So-young Jung,
Nam-hoon Kim, Yun-hee Kim, Hye-won Park, Hoe-jin Ryu,
Jeong-mi Lee, In-sil Yu and Kweon Jung**

Abstract

3,035 commercial agricultural products collected from the northern area of Seoul in 2014 were analyzed for 285 pesticides by GC-ECD/NPD and HPLC-DAD/FLD using a multi-residue method. Pesticide residues were detected in 13.7%(415) of the samples and exceeded maximum allowable limits in 0.5%(15) of the samples. Agricultural products that were most frequently contaminated were leek(54.2%), green and red peppers (48.0%), chamnamul(45.5%), sedum(37.5%), and ginseng(36.0%). Among the 15 most contaminated samples, the majority was leek(in 7 cases); with procymidone, chlorfenapyr, and cypermethrin the pesticides most frequently found. Pesticide residue limits were exceeded for procymidone in 8 cases, for chlorpyrifos and flutolanil in 2 cases each, and for bifenthrin, iprodione, and thifluzamide in 1 case each. The ratio of estimated daily intake(EDI) to acceptable daily intake(ADI) ratio, used here as a risk assessment tool, was calculated to be in the range of 0.618 to 16.922%. This suggests that consuming commercial agricultural products with pesticide residues at these levels should not pose a major risk to human health.

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

서 론

농약이란 농작물을 재배하기 위한 농경지의 토양 소독으로부터 시작하여 종자를 소독하는 것과 작물의 재배기간 중에 발생하는 병해충으로부터 농작물을 보호하고, 수확한 농산물의 저장 시 병해충에 의한 손실을 방지하기 위하여 사용되는 모든 약제를 말한다. 농약은 현대 농업에 있어 필수 불가결한 농업자재로 농산물의 생산성 제고, 품질 향상 및 풍요로운 먹거리 공급 뿐 만 아니라 농산물의 생력화를 통해 농업생산비를 절감시켜 농업인의 삶 향상에 기여하고 있다(1). 지구상에 농약이 없을 경우 전체의 70%에 달하는 농산물생산이 불가능하게 될 것으로 보고되고 있으며(2), 최근 유기농 친환경 저농약 농산물이 소비자에게 각광을 받고 있지만, 이들 만으로는 우리가 필요로 하는 만큼 충분한 양의 농산물을 공급할 수 없기 때문에 잘 관리된 농약의 사용이 꼭 필요하다(3). 그러나 최근 농약의 오남용에 의한 저항성 병해충의 발생증가, 토양이나 수질의 오염, 환경생태계의 파괴, 잔류농약에 의한 식품이나 농산물의 안전성을 위협하는 사례의 발생이 빈번하여 합리적인 농약 사용이 무엇보다 중요하다(4). 우리나라는 최근 수입 바나나에서 살균제인 iprodione 검출되었으며, 수입 카카오 원두에서 살충제인 cypermethrin 검출 등 빈번한 농약 검출 사고로 인하여 국민들은 식품 중 잔류농약에 대한 관심이 커지고 있으며 보다 안전한 먹거리 공급을 요구하고 있다(5). 국내에서 유통되고 있는 농산물의 안전성 관리를 위해 국가차원의 잔류농약 모니터링 사업을 지속적으로 실시해 오고 있다. 잔류농약 모니터링을 통해 국내 유통 농산물의 농약 잔류현황을 파악하고, 농산물 및 식품의 잔류허용기준을 설정하여 규제해 오고 있다. 농약의 안전관리 기준은 식품의 섭취량에 대한 식품별 농약잔류 허용기준치의 계산을 통하여 할 수 있는데, 식품 중의 이론적 최대 농약잔류 허용치는 사람이 식품을 통해 섭취하는 농약의 1일 섭취허용량(Acceptable daily intake, ADI)으로 제안된다. 일반적으로 농약 1일 섭취허용량의 80%에 해당하는 양에 국민의 평균체중을 곱하여 1인당 1일 섭취량으로 나누어 식

품 중의 이론적 최대 농약잔류 허용치를 산출할 수 있다(6). 우리나라는 1988년부터 17종 농약에 대한 잔류허용기준 MRL(Maximum Residue Level, MRL)을 제정한 이후, 현재까지 농산물 440종, 인삼 68종, 축산물 83종을 대상으로 MRL을 설정하여 관리(7)하고 있으며, 식품의약품안전처에서는 검출 이력이 있거나 집중 관리가 필요한 농약을 대상으로 1998년부터 국가잔류농약모니터링 사업을 시작하여 현재까지 매년 수행하고 있으며, 그 결과를 식품 위생 및 안전정책에 반영하고 있다(8). 세계 각국에서도 유통 식품에 대한 농약 안전성을 확보하기 위하여 지속적으로 잔류농약 모니터링을 실시하고 있으며, 농산물의 수입 개방으로 인해 늘어나는 농산물과 새롭게 개발되는 농약에 대한 안전성을 확보하기 위해 노력하고 있으며, 매년 모니터링 사업을 실시하여, 그 결과를 식품정책의 기초 자료로 사용하고 있다. 미국에서는 매년 식품의 농약 검출빈도 및 식이로 섭취하는 농약의 총량을 조사하는 모니터링 사업을 수행하여 그 결과를 공개하고 있으며, 유럽연합에서는 각국의 여건에 따라 조사 대상 농약과 시료를 자유로이 선택하여 모니터링을 실시하고, 또한 회원국이 공동으로 대상 농산물과 농약을 선정하여 공동 연구를 진행하고 있다(9~10). 국가마다 자국의 농업보호와 식품안전성 확보를 위하여 관리대상 유해물질의 종류를 확대하고 규제기준을 강화하고 있다. 미국은 자국에 허용기준이 설정되어 있지 않은 농약에 대해서 불검출을 원칙으로 하는 영허용체제(Zero Tolerance System)을 시행하고 있고, 일본과 유럽연합의 경우는 자국의 기준이 설정되지 않은 농약이 0.01 mg/kg 이상 잔류하는 농산물은 판매를 금지하는 PLS(Positive List System) 등을 도입하는 등 농산물안전성 관련 국내외적 여건이 급속도로 변화되고 있다(11). 또한 국가별 다양한 농산물이 재배되고, FTA(Free Trade Agreement) 탄력으로 수입농산물의 증가가 예상되고 있어, 국내 등록되지 않은 농약이 살포된 농산물 수입 우려가 커지고 있으나, 수입농산물에 대한 잔류농약 평가제도가 마련되어 있지 않은 상황이다.

따라서 본 연구는 서울 북부지역에 유통 되고

있는 농산물을 대상으로 검출농약과 잔류허용기준 초과 농약의 실태를 조사하여 향후 농산물의 잔류 농약으로 인한 피해를 최소화하고 농산물의 안전성 관리 기준의 설정 및 잔류농약의 안전성 평가를 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험대상 농산물 및 분석농약

2014년 1월부터 12월까지 서울북부(강북, 광진, 노원, 도봉, 동대문, 마포, 서대문, 성동, 성북, 용산, 은평, 종로, 중구, 중랑)지역 백화점, 대형매장 및 재래시장 등에서 유통되고 있는 농산물 164 품목 3,035건을 대상으로 잔류농약을 검사하였으며 분석대상 농약은 식품공전 다중농약 다성분 분석법 제2법으로 분석 가능한 285종을 대상으로 분석하였다(표 1).

2. 시약 및 기구

모든 분석대상 농약의 표준물질은 Dr Ehrensförfer GmbH(Augsburg, Germany), Chem Service사(West Chester, USA), Sigma-Aldrich (St. Louis, USA), Honeywell사(Wunstorf, Germany)의 제품을 사용하였다. 사용된 모든 표준물질의 순도는 싸이퍼메쓰린(순도 91.5%)을 제외한 모든 제품이 98% 이상이었다. 농약 추출을 위한 용매로서 아세토니트릴은 JT & Baker(Center Valley, USA)의 제품을 사용하였으며 정제에 사용된 아세톤과 헥산은 Kanto Chemical(Tokyo, Japan)의 제품을 사용하였다. 층 분리를 위해 사용한 염화나트륨(Sodium Chloride)은 Merck(Darmstadt, Germany) 제품이었다.

시료 분쇄를 위한 분쇄기로는 Robot Coupe사의 Blixer 5 plus(Vincennes, France)를 이용하였다. 정제용 고체상 추출(SPE) 카트리지는 Agilent Technologies의 용량 1 GM(6 cc)의 Florisil 카트리지(Santa Clara, USA)를 사용하였으며 Sigma-Aldrich의 SUPELCO VISIPREP™ vacuum manifold(St. Louis, USA)를 이용하여 동시에 여러 시료를 정제하였다. 농약 추출분쇄 장치인

Homogenizer는 Omni사의 Omni Macro Homogenizer(Kennesaw, USA)를 이용하였으며 시료 농축을 위한 질소 농축기는 Organomation Associates, Inc.의 N-EVAP™ 112(Massachusetts, USA)을 사용하였다.

3. 기기 및 분석방법

시료 전처리 및 분석은 식품공전의 식품 중 잔류농약 분석법의 다중농약다성분분석법 제 2법에 따라 실험하였다(7). 분석에 사용된 GC는 Agilent Technologies(Santa Clara, USA)의 HP 6890 및 7890제품으로 유기염소계 농약은 전자포획(μ ECD) 검출기를 연결하여 사용하였고 유기인계 농약은 질소인(NPD)검출기로 분석하였다. 농약 검출 확인을 위한 질량(MSD)검출기는 HP 5973 모델을 사용하였다. HPLC-DAD는 Agilent 1100 series를, HPLC-FLD는 Waters사(Milford, USA)의 2695 모델을 사용하여 분석하였다. 분석에 사용된 컬럼 및 기기 분석 조건은 표 2~4와 같다.

4. 잔류농약의 위해성 평가

검출된 개별농약의 위해성 평가는 농약이 검출된 농산물을 섭취할 경우를 가정하여 농산물 중 검출농약의 평균잔류량(mg/kg)에 농산물의 1일 섭취량(kg/day)을 곱하여 잔류농약 1일 섭취추정량(Estimated daily intake, EDI, mg/kg bw/day)을 산출하였다. 잔류농약 1일 섭취허용량(Acceptable daily intake, ADI, mg/kg bw/day)은 식품의약품안전처 잔류농약 데이터베이스에서 제공하는 값을 이용하였으며(12) 이 두 값을 비교하여 위해성을 평가하였다. 개별 농산물의 식이섭취량은 2011년 국민건강통계 국민건강영양조사 5기 2차년도 자료를 참고하였다(13). 개별 농약의 ADI에 각각 한국 국민 평균 체중 55kg(14)을 곱하여 한국인의 1인 1일 최대섭취허용량(maximum permissible intake, MPI, mg/day/person)을 구하였다. 그리고 잔류농약 섭취허용량 대비 %ADI와 %MPI를 계산하여 최종 위해도를 산출하였다.

Table 1. List of target pesticides monitored in this survey

Classification	Pesticide
Insecticide (131)	Acetamiprid, Acrinathrin, Aldicarb, Aldrin, Azamethiphos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Bendiocarb, BHC, Bifenthrin, Bromophos-methyl, Butocarboxim, Cadusafos, Carbaryl, Carbofuran, Carbophenothion, Chlorantraniliprole, Chlordane, Chlorfenapyr, Chlorobenzilate, Chlorobenzuron, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Chromafenozide, Clothianidin, Cyanophos, Cycloprothrin, Cyfluthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin, DDT, Deltamethrin, Diazinon, Dichlorvos, Dicrotophos, Dieldrin, Dimethoate, Dimethylvinphos, Endosulfan, Endrin, EPN, Ethiofencarb, Ethion, Ethoprophos, Etoxazole, EtrimfosFenazaquin, Fenitrothion, Fenobucarb, Fenothiocarb, Fenoxycarb, Fenpropathrin, Fenpyroximate, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Flonicamid, Fluacrypyrim, Flubendiamide, Flufenoxuron, Flupyrazofos, Fluvalinate, Fonofos, Fosthiazate, Furathiocarb, Heptachlor, Heptachlor, Hexaflumuron, Indoxacarb, Isazofos, Isofenphos, Isofenphos-methyl, Isoprocarb, Isoxathion, Lufenuron, Malathion, Mecarbam, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Methoxychlor, Methoxyfenozone, Metolcarb, Nitenpyram, Nonachlor, Novaluron, Oxamyl, Oxydemeton-methyl, Parathion, Parathion-methyl, Permethrin, Phenthoate, Phosalone, Phosmet(PMP), Phosphamidone, Pirimicarb, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Profenofos, Promecarb, Propoxur, Prothiofos, Pyraclofos, Pyridaben, Pyridalyl, Pyrimidifen, Pyriproxyfen, Quinalphos, Spirodiclofen, Sulprofos, Tebufenozone, Tebufenpyrad, Tebupirimfos, Teflubenzuron, Tefluthrin, Terbufos, Tetrachlorvinphos, Tetradifon, Thiacloprid, Thiamethoxam, Thiodicarb, Thiometon, Tolfenpyrad, Tralomethrin, Triazophos, Triflumuron, Trimethacarb, XMC
Herbicide (72)	Allidochlor, Ametryn, Anilofos, Asulam, Atrazine, Azafenidin, Bensulide, Bromacil, Bromobutide, Bromoxynil, Butafenacil, Chloridazon, Chlorimuron-ethyl, Chlorotoluron, Chlorthal-dimethyl, Cinmethylin, Cinosulfuron, Clomeprop, Cyanazine, Cycloate, Cyhalofop-butyl, Diallate, Diflufenican, Dimepiperate, Dimethachlor, Dimethenamid, Diphenamid, Dithiopyr, Esprocarb, Ethametsulfuron-methyl, Flufenacet, Flumiclorac-pentyl, Flumioxazine, Fluridone, Fluthiacet-methyl, Imazamox, Imazapic, Imazaquin, Imazethapyr, ndanofan, Isoproturon, Lactofen, Mefenacet, Mefenpyr-diethyl, Metamifop, Methabenzthiazuron, Molinate, Oxaziclonofen, Pebulate, Pendimethalin, Pentoxazone, Phenmedipham, Picolinafen, Piperophos, Propachlor, Propazine, Propham, Propisochlor, Propyzamide, Pyrazolate, Pyribenzoxim, Pyributicarb, Pyridate, Pyriminobac-methyl, Quinoclamine, Rimsulfuron, Terbutylazine, Thenylchlor, Thiazopyr, Tribenuron-methyl, Tribuphos, Vernolate
Fungicide (79)	Amisulbrom, Azaconazole, Azoxystrobin, Binapacryl, Boscalid, Bupirimate, Captafol, Captan, Chinomethionat, Chlorothalonil, Cyazofamid, Cyflufenamid, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Dichlofluanid, Dicloran, Diethofencarb, Dimethomorph, Diniconazole, Diphenylamine, Edifenphos, Ethaboxam, F(p)thalide, Fenamidone, Fenarimol, Fenbuconazole, Fenhexamid, Fenoxanil, Ferimzone, Fluazinam, Fludioxonil, Fluquinconazole, Flusilazole, Flusulfamide, Flutolanil, Folpet, Hexachlorobenzene, Imazalil, Imibenconazole, Iprobenfos, Iprodione, provalicarb, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, Mepanipyrim, Mepronil, Metconazole, Metrafenone, Myclobutanil, Nitrpyrin, Nitrothal-isopropyl, Nuarimol, Ofurace, Oxadixyl, Penconazole, Picoxystrobin, Probenazole, Prochloraz, Procymidone, Pyraclostrobin, Pyrazophos, Pyrifenoxy, Pyrimethanil, Pyroquilon, Quintozene, Simeconazole, CMTB, Thifluzamide, Tiadinil, Tolclofos-methyl, Tolyfluanid, Triadimefon, Tricyclazole, Trifloxystrobin, Triflumizole, Triticonazole, Vinclozoline, Zoxamide
Plant growth regulator(3)	Forchlorfenuron, Paclobutrazol, Uniconazole

Table 2. Analytical conditions used for gas chromatography GC

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

Table 3. Analytical conditions used for GC-MSD

Specification		GC-MSD	
Column		HP-5MS 5% phenyl methyl siloxane (30 m \times 250 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness)	
Temp.	Oven	100°C (2 min) \rightarrow 10°C/min \rightarrow 280°C (15 min) \rightarrow 10°C/min \rightarrow 280°C (11 min)	
	Injection	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)	

Table 4. Analytical conditions used for HPLC-DAD and HPLC-FLD

Specification		HPLC-FLD			HPLC-DAD		
Column		Waters carbamate analysis column (3.9 \times 150 mm)			Zobax Eclipse XDB-C18 (5.0 μ m, 4.6 \times 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 μ l			10 μ l		
Mobile phase		A : 12% MeOH B : MeOH : AcCN : Water(35 : 35 : 30)			A : 100% 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			

결과 및 고찰

1. 농산물 품목별 잔류농약 검출

2014년 서울 강북지역에서 유통된 농산물 3,035건(채소류 2,389건, 과일류 343건, 두채류 29건, 버섯류 77건, 서류 63건, 견과종실류 6건, 곡류 103건, 콩류 9건, 향신료 5건, 차 3건, 기타 식물류 8건)에 대하여 동시분석이 가능한 285종에 대한 잔류농약 실태를 조사한 결과는 표 5와 같았다. 전체 농산물 중 잔류허용기준(Maximum Residue Level, MRL) 이하로 농약이 검출된 농산물은 415건으로 13.7%의 검출률을 보였으며, 농약 잔류허용기준을 초과한 농산물은 15건으로 전체 농산물 중 0.5%를 차지하였다. 최근 4년간 강북지역 유통농산물에 대한 잔류농약 모니터링 결과 검출률은 2011년 14.8%, 2012년 12.9%, 2013년 13.4%, 2014년 13.7%로 다소 감소한 듯 하였으나 다시 증가추세를 보였다. 부적합률은 2011년 1.0%, 2012년 1.0%, 2013년 0.5%, 2014년 0.5%로 점차 감소되는 추세를 보였으며, 2011년에 비해 2배 이상 감소한 것으로 나타났다(그림 1)(15~17). 식품의약품안전처에서 실시한 국내 유통 농산물의 잔류농약 모니터링 결과에서

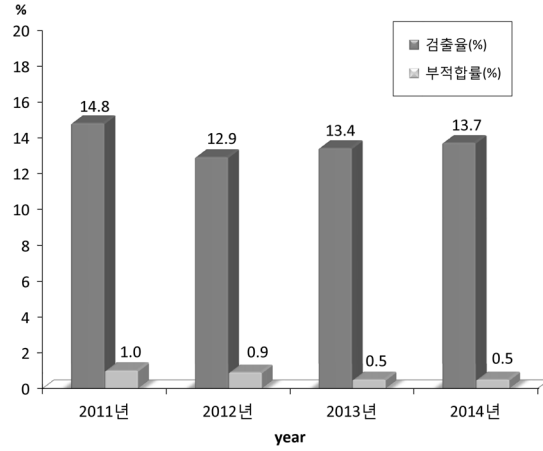


Fig. 1. Annual rates of detection and violation.

검출률은 2011년 16.2%, 2012년 33.5%, 2013년 29.7%, 2014년 29.4%로 나타났으며, 부적합률은 2011년 0.3%, 2012년 0.3%, 2013년 0.9%, 2014년 0.6%로 나타났다(18). 검출률을 보면 2012년도에는 식물생장조절제를 사용하는 품목위주로 선정하여 연구를 하였고 때문에 과일 및 과채류 품목이 많아서 비교적 높은 검출률을 보였다고 보고(19)하였으며, 그 이후로는 검출률이 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 본 연구와 같이 검출

Table 5. Summary of result by commodity group

Sample	No. of samples analyzed	No. of sample detection	(%)	No. of sample violated	(%)
Cereal grains	103	-	-	-	-
Potatoes	63	-	-	-	-
Beans	9	-	-	-	-
Nuts and Seeds	6	-	-	-	-
Fruits	343	50	14.6	-	-
Vegetables	2,389	365	15.3	15	0.6
Mushrooms	77	-	-	-	-
Herbs And spices	5	-	-	-	-
Tea leaves	3	-	-	-	-
Other plants	8	-	-	-	-
Sprout products	29	-	-	-	-
Total	3,035	415	13.7	15	0.5

물이 증가 추세를 보이는 것은 분석 장비의 발달 및 시료 전처리의 기술이 미량분석 수치도 확인 가능하게 된 것으로 보이며, 농산물의 잔류농약분석 대상이 시험법의 발달로 점차 증가한 것도 한 요인으로 볼 수 있다. 본 연구에서와 같이 최근 몇 년간 낮은 부적합률을 보이는데 이는 농약 사용에 대한 농민들의 의식변화와 농약검사 위생기관의 지속적인 모니터링의 결과라고 판단할 수 있다. 채소류는 2,389건 중 365건(15.3%)에서 잔류농약이 검출되었으며 과일류는 343건 중 50건(14.6%)에서 잔류농약이 검출되었다. 반면에 서류, 버섯류, 견과종실류, 곡류, 콩류, 향신료 및 두채류는 잔류농약이 검출되지 않았다. 식품의약품안전처의 연구보고서(18)에서도 각 농산물을 분류하여 잔류농약을 조사한 결과 수거한 품목 중 채소류에서 가장 높은 검출률을 나타내었고 다음은 과일류 순으로 나타나 본 연구결과와 유사한 양상을 보였다. 이는 살포농약의 작물 간 잔류량은 작물체의 형태, 재배방법, 성장속도 등 다양한 요인에 의해 결정되는데 특히 농약이 살포되어 부착되는 작물체 표면의 특성과 표면적 및 증체율 등은 농약의 작물잔류성에 영향을 미치는 중요한 요인이다. 따라서 채소류는 중량에 비해 표면적이 넓어 농약 살포시 농약의 부착 및 잔존량이 비교적 높고(19), 과일류는 과피를 포함한 과실 전체를 가식부로 규정하고 있기 때문에 농약의 직접 살포 부위가 과피이고, 과일의 표면적이 곡류, 서류 및 견과종실류에 비해 크기 때문에 농약의 잔류량에 있어 상대적으로 높게 나타난 것으로 판단된다(20).

농산물의 세부 품목별 모니터링 결과는 표 6와 같다.

채소류 중에서 이용부위별에 따른 검출률을 보면 박과이외과채류(34.1%), 엽경채류(19.5%), 엽채류(13.4%)순으로 검출률이 높았다. 품목별 검출률을 보면 부추(54.2%), 고추(48.0%), 참나물(45.5%), 들나물(37.5%), 피망(33.3%) 및 깻잎(32.4%) 순으로 나타났다. 고추잎(100%), 우엉잎(50.0%)은 분석한 시료건수가 1~2건 이어서 1건의 검출로 높은 검출률을 보였으나, 시료건수가 너무 적어 검출률이 높다고 판단할 수가 없었다. 그러나 이런 소면적 재배작물은 사용할 수 있

는 농약이 부족하여 다른 작물에 등록된 농약을 관행적으로 사용하거나, 작물 특성상 살포된 농약의 부착량이 단위 면적당 다른 작물에 비해 많기 때문에 검출률이 높은 것으로 보고되었다(21). 이들 작물에 농약의 사용이 무분별하게 이루어질 수 있으므로, 소면적 재배 농산물의 검사물량을 늘려 잔류농약 실태를 확인, 관리할 필요가 있다고 생각된다. 과일류 중 과육발달형태에 따른 검출률을 보면 감귤류(32.1%), 열대과일류(21.5%), 장과류(10.6%)순으로 검출률이 높았다. 이러한 결과는 Chung 등(2014)(22) 등의 유통 과일 중의 잔류농약 모니터링 결과에서도 감귤류가 가장 높은 검출률을 보여 본 연구 연구결과와 유사한 결과를 보였다. 감귤류의 경우에 수확 후 저장 유통과정에서 부패가 발생하여 최적의 저장 조건에서도 상품가치가 떨어지는 특성이 있어 수확 직전 또는 수확 후 살균제를 처리하기 때문에 꾸준한 안전성 관리가 필요하다. 품목별 검출률을 보면 레몬(66.7%), 바나나(45.5%), 망고(36.4%), 체리(33.3%) 순으로 나타나 수입과일류에서 높은 검출률을 보였다. 식품의약품안전처에서는 최근 섭취량이 증가하고 있는 열대과일류 등에 대한 잔류농약 안전관리 필요에 따라 열대과일류에서 잔류허용기준이 정해지지 않은 농약 검출 시 잔류농약 허용기준을 0.01 mg/kg 이하로 적용하도록 개정 고시하였다(식품의약품안전처고시 제 2015-78호, 2015.10.29). 이는 열대과일류에 대한 농약 잔류허용기준을 강화함으로써 국민에게 보다 더 안전한 식품을 공급하고자 하는 의도로 판단된다.

2. 농약별 잔류농약 검출 빈도

조사대상 농산물에 있어서 잔류농약별 검출현황은 분석대상 285종 중 총 41종의 농약이 493회 검출되었다(그림 2, 표 7). 검출빈도가 가장 높은 농약은 procymidone으로 158회(0.001~15.415 mg/kg) 검출되었고, chlorfenapyr 87회(0.004~0.400 mg/kg), cypermethrin 39회(0.020~1.690 mg/kg), chlorpyrifos 31회(0.03~0.400 mg/kg), diniconazole 25회(0.005~0.222 mg/kg), bifenthrin 22회(0.011~1.435 mg/kg) 순으로 나타났다. Kim 등(2014)(17)의 결과와 매우

Table 6. Monitoring results of pesticide residues detected and violated in agricultural products

Type	Group	Commodity	Samples analyzed	No. of sample detected(%)	No. of sample violated(%)			
Vegetables	Leafy vegetables	Lettuce(leaf)	187	13	7.0	1	0.5	
		Spinach	157	32	20.4	2	1.3	
	Brassica leafy vegetables	Perilla leaves	65	21	32.3			
		Lettuce(head)	75	3	4.0			
		Radish leaves	77	5	6.5			
		Crown daisy	30	2	6.7			
		Chicory	48	1	2.1			
		Kale	26	1	3.8			
		Chamnamul	22	10	45.5			
		Chard	28	3	10.7			
		Marsh mallow	30	5	16.7			
		Chwinamul	41	7	17.1			
		Mustard leaf	6	1	16.7			
		Shepherd's purse	13	2	15.4			
		Amaranth	7	1	14.3			
		Burdock leaves	2	1	50.0			
		Korean wasabi	1	1	100.0			
		Danggi leaf	6	2	33.3	1	16.7	
		Butterbur	14	4	28.6			
		chinesevegetable	27	1	3.7			
		Others	92	4	4.3			
		Subtotal		1,057	141	13.3	4	0.4
	Stalk and stem	Welsh onion	195	28	14.4	1	0.5	
	Vegetables	Vegetables	Leek	142	77	54.2	7	4.9
			Water dropwort	103	5	4.9	1	1.0
		Celery	Green garlic	44	3	6.8		
			Sedum	8	3	37.5		
			Sweet potato stalk	10	1	10.0		
			Bud of aralia	9	1	11.1		
			Others	80	-	-		
			Subtotal	621	121	19.5	9	1.4
			Rootand tuber vegetables	Carrot	26	1	3.8	
Ginger				17	1	5.9		
Lotus root	4	-		-				
Burdock	7	-		-				
Ginseng	25	9		36.0	1	4.0		
Others	146	-		-				
Subtotal	225	11	4.9	1	0.4			
Fruiting vegetables, cucurbits	Cucumber	56	10	17.9				
	Squash	50	4	8.0				
	Melon	8	2	25.0				
	Korea melon	16	3	18.8				
	Others	21		0.0				
	Subtotal	151	19	12.6				
Fruiting vegetables otherthan cucurbits	Green & Red pepper	100	48	48.0				
	Sweet pepper	42	14	33.3				
	Eggplant	43	8	18.6				
	Tomato	23	1	4.3				
	Subtotal	208	71	34.1				
Flowerhead brassicas	Broccoli	76	1	1.3				
	Korean cabbage	26	1	3.8	1	3.8		
	Cabbage	25	0	0.0				
	Subtotal	127	2	1.6	1	0.8		
Subtotal		2,389	365	15.3	15	0.6		

Table 6. (Continued)

Type	Group	Commodity	Samples analyzed	No. of sample detected(%)	No. of sample violated(%)		
Fruits	Stone fruits	Jujube	11	2	18.2		
		Peach	8		0.0		
		Cherry	3	1	33.3		
		Others	20		0.0		
		Subtotal	42	3	7.1		
	Pome fruits	Apple	34	2	5.9		
		Persimon	3	0	0.0		
		Pomegranate	7	1	14.3		
		Others	45	0	0.0		
		Subtotal	89	3	3.4		
	Citrus fruits	Mandarin	16	4	25.0		
		Orange	16	4	25.0		
		Lime	6	4	66.7		
		Others	15	5	33.3		
		Subtotal	53	17	32.1		
	Berries and other small fruits	Grape	35	5	14.3		
		Strawberry	9	1	11.1		
		Others	22	1	4.5		
		Subtotal	66	7	10.6		
	Assorted tropical and sub-tropical fruits	Kiwifruit	22	1	4.5		
Banana		33	15	45.5			
Mango		11	4	36.4			
Others		27	0	0.0			
	Subtotal	93	20	21.5			
	Subtotal	343	50	14.6			
Mushrooms		Oyster mushroom	16	0	0.0		
		Others	61	0	0.0		
	Subtotal	77	0	0.0			
Potatoes		Potato	33	0	0.0		
		Others	30	0	0.0		
	Subtotal	63	0	0.0			
Nuts & seeds	Peanut or nuts	Walnut	1	0	0.0		
		Others	5	0	0.0		
	Subtotal	6	0	0.0			
Cereal grains		Rice	93	0	0.0		
		Others	10	0	0.0		
	Subtotal	103	0	0.0			
Beans		Kindybean	2	0	0.0		
		Others	7	0	0.0		
	Subtotal	9	0	0.0			
Herbs and spices		Cinamon bark	5	0	0.0		
	Subtotal	5	0	0.0			
Tea leaves		Tea	3	0	0.0		
	Subtotal	3	0	0.0			
Otherplants		Sicklepodseed	3	0	0.0		
		Others	5	0	0.0		
	Subtotal	8	0	0.0			
Sprout products		Bean sprout	16	0	0.0		
		Mung bean sprout	13	0	0.0		
	Subtotal	29	0	0.0			
Total			3,035	415	13.7	15	0.5

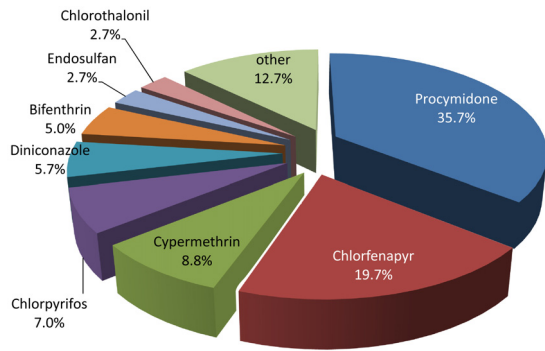


Fig. 2. The percentage of pesticide residue detection in a sample.

유사한 결과를 보였으며 매년 모니터링에서 검출 빈도가 높은 농약들이 비슷한 양상으로 검출되었다. 특이한 사항은 작물 잔류성이 높고 내분비계 장애물질로서 고독성농약으로 분류되어 2011년 12월 생산 금지된 엔도설판이 12회 검출되었다. 이는 사용하고 남아있는 농약을 농민들이 아직 사용하고 있거나, 예전에 사용하던 것이 토양 등에 잔류되어 검출된 것으로 판단되어 진다. 검출빈도가 가장 높은 프로사이미돈은 침투이행성의 치료 및 보호 살균제로 뿌리로 흡수되어 잎이나 열매로 이행하는 기작을 가지고 있는 농약으로 가수분해 및 미생물에 의한 분해 등에 안정한 화합물로 알려져 있고 작물에 흡착과 이행성이 크며 잔효성이 있는 것이 특징이다. 본 모니터링에서는 부추, 시금치, 오이, 포도 등 다양한 농산물에서 검출되었으며, 특히 부추에서만 procymidone 61건 (43.0%)이 검출되었고, 7건(4.9%)이 잔류농약허용기준을 초과하여 부추에 많이 사용하는 것을 알 수 있다. 농약 사용 목적에 따라 분류하였을 때에는 살충제와 살균제가 주로 검출되었다. 이는 2013년도 작물보호협회에서 보고한 현재 우리나라에 사용 등록된 농약 중 살충제(34.1%), 살균제(28.7%)가 높은 비중을 차지하고 있기 때문으로 생각된다.

표 8에서는 하나의 시료에서 2종 이상의 농약이 동시에 검출된 결과를 보여주며 농약이 검출된 농산물 415건 중 68건(16.4%)의 시료에서 2종 이상의 농약이 검출되어 적지 않은 농산물이 2종 이상의 농약에 노출되어 있음을 확인할 수 있었다.

가장 많은 경우는 2종의 농약이 동시에 검출된 것으로 모두 58건(14.0%)이었으며 3종의 농약이 동시에 검출된 경우는 6건(1.4%)이었다. 깻잎, 건고추 각각 2건(1.0%)에서는 4종 이상의 농약이 동시에 검출되었다. 다성분 농약이 동시에 검출되는 요인으로는 혼합제의 농약이 사용되거나, 토양으로부터 기인되었을 가능성, 주변의 다른 농작물에 살포된 농약에의 오염, 농작물간 교차오염, 저장기간 중에의 오염, 다른 농약에 오염된 농약이 사용되었을 가능성 등이 있을 것으로 생각된다.

3. 잔류농약허용기준 초과 농산물

농산물 잔류허용기준 이상으로 검출된 부적합 농산물은 표 9와 같다. 부추 7건, 시금치 2건으로 가장 많았으며, 그 외 당귀, 파, 상추, 미나리, 인삼, 엇갈이 배추 등에서 각각 1건씩 검출되어 전체 건수 3,035건 중 15건(0.5%)이 잔류허용기준을 초과하였다. 채소류 중의 검출률에서는 과채류, 엽채류, 엽채류 순으로 나타났으나 잔류허용기준 이상으로 검출된 부적합 농산물은 모두 엽채류와 엽경채류였다. 과채류는 재배 시 농약의 순수 분해보다는 작물의 증체량에 따른 농약의 희석효과가 나타나므로(23) 일반적으로 잔류허용기준을 초과하는 비율이 낮은 것으로 판단된다. 잔류허용기준을 초과한 부적합 농산물 15건 중 7건의 부적합 결과를 보인 부추는 연중 소비하는 채소로 잎을 잘라 수확하고 다시 나오는 잎을 채취하는 다수확 작물로 연간 4~5회 수확하며, 농약을 병해충의 예방목적으로 많이 사용하고 있다. 본 모니터링에서 부추 142건 중 77건에서 농약이 검출되어 54.2%의 검출률을 보였으며, 잔류농약허용기준을 7건 초과하여 4.9% 부적합률을 보였다. 주요 검출농약과 부적합 농약은 procymidone 으로 나타났다. 국립농산물품질관리원은 2005년부터 2012년까지 5,832건의 부추를 분석한 결과 농약 검출률은 40.0%, 잔류농약허용기준을 초과한 부적합률은 14.7%이며, 주요 검출농약과 부적합 농약은 procymidone이라고 보고하여(24), 본 모니터링과 유사한 결과를 보였다. 부추 재배 시 농민들의 농약 살포량 및 살포 시기 등의 농약안전사용에 관한 교육이 필요할 것으로 판단되며,

Table 7. Detection of pesticide residues in agricultural products and their MRLs

Type	Pesticide	No. of sample detected	No. of sample violated	Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
Insecticide	Bifenthrin	22	1	0.011~1.435	0.05~2.0
	Chlorfenapyr	87		0.004~0.400	0.1~10
	Chlorantraniliprole	1		0.575	7
	Chlorpyrifos	31	2	0.03~0.400	0.01~1.6
	Chlorpyrifos-methyl	1		0.098	0.2
	Cyhalothrin	4		0.015~0.068	0.1~2.0
	Cypermethrin	39		0.020~1.690	0.1~6.6
	Diazinon	7		0.031~0.067	0.1
	Diniconazole	25		0.005~0.222	0.05~1.0
	Endosulfan	12		0.018~0.279	0.1~1.03
	EPN	2		0.034~0.041	0.05
	Etoprophos	1		0.008	0.02
	Fenitrothion	1		0.092	2
	Fenpropathrin	7		0.019~0.026	0.2~5.0
	Fenpromate	1		0.669	7.0
	Fenvalerate	3		0.294~0.400	0.5
	Phenthoate	2		0.039~0.140	0.1~1.0
	Pyridaben	1		0.84	5.0
	Pyridalyl	2		0.136~0.289	2.0
	Tebufenpyrad	3		0.091~0.497	1.0~5.0
	Subtotal	252	3		
Fungicide	Azoxystrobin	4		0.372~8.564	2.0~20.0
	Boscalid	3		0.521~1.168	7.0~20
	Chlorothalonil	12		0.103~5.12	0.3~40
	Cyprodinil	2		0.015~0.294	1.0~5.0
	Diethofencarb	9		0.025~1.654	0.05~10
	Dimethomorph	2		0.746~2.473	2.0~20
	Fenarimol	2		0.317	1.0
	Fludioxonil	11		0.006~0.802	0.03~40
	Flutolanil	10	2	0.027~1.549	0.05~10
	Iprodione	7	1	0.013~2.298	0.02~10.0
	Kresoxim-methyl	6		0.042~0.123	0.1~5.0
	Mepanipyrim	1		0.309	0.5
	Metrafenone	2		0.233~0.352	0.5~2.0
	Procymidone	158	8	0.001~15.415	0.01~10
	Pyraclostrobin	1		0.649	10
	Thifluzamide	2	1	0.041~4.035	0.5~1.0
	Tolchlofos-methyl	6		0.009~0.076	1.0
	Tolyfluanid	2		0.026~0.155	2.0
Triflumizole	1		0.089~0.3	0.5~1.0	
	Subtotal	241	12		
	Total	493	15		

약제 살포 후 수확기까지의 잔류소실을 예측할 수 있는 생물학적 반감기 등을 연구하여 부적합 농산물에 대한 출하연기 및 용도 전환 등의 농산물 생산을 유도하여 소비자에 대한 위해 요소를 최소화할 수 있을 것으로 생각된다. 잔류허용기준을 초과한 농약은 procymidone 8회, chlorpyrifos 2회, flutolanil 2회, bifenthrin, iprodione, thiflu-

zamide 각각 1회씩으로 나타났다. 이 중 당귀의 procymidone, 파의 iprodione, 인삼의 thifluzamide, 시금치, 엇갈이 배추의 flutolanil은 해당 농산물에 농약잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 농약이 검출되어 부적합 판정을 받았다. 해당 농산물에 사용등록이 되어있지 않은 농약을 사용시 유사 농산물의 MRL이 존재할 경우 이를 적용하

Table 8. Number of samples with multiple pesticide residues for one vegetable

Vegetables	No. of residues in one vegetable sample(%)		
	2	3	4
Perilla leaves	5(7.7)	-	2(3.1)
Lettuce(leafy)	1(1.3)	-	-
Leek	15(10.6)	3(2.1)	-
Celery	2(6.7)	-	-
Cucumber	1(1.8)	-	-
Grape	1(2.9)	-	-
Green and red pepper	11(12.1)	2(2.2)	-
Jujube	1(9.1)	-	-
Red pepper(dried)	-	-	2(22.2)
Spinach	3(1.9)	-	-
Sweet pepper	2(4.8)	-	-
Welsh onion	4(2.1)	-	-
Others leafy vegetables	-	1(11.1)	-
Chard	1(3.6)	-	-
Bud of aralia	1(11.1)	-	-
Lemon	2(25.0)	-	-
Radish leaves	1(1.3)	-	-
Marsh mallow	1(3.3)	-	-
Orange	19(6.3)	-	-
Ginseng	1(4.0)	-	-
Chamnamul	2(9.1)	-	-
Chwinamul	1(2.4)	-	-
Tomato	1(4.3)	-	-
Total	58(14.0)	6(1.4)	4(1.0)

고, 유사농산물에도 MRL이 설정되어 있지 않은 경우에는 해당 농약의 최저기준을 적용하도록 되기 때문에 미등록 농약 검출시에는 부적합 판정을 받을 가능성이 매우 높아진다. 국내 농산물뿐만 아니라 수입농산물에서도 미등록 농약이 꾸준히 검출되고 있는데, 특히 수입에 의존하는 견과종실류 및 열대과일류의 경우 잔류허용기준이 정해지지 않은 농약 검출시 0.01 mg/kg 이하를 적용하도록 개정 고시(식품의약품안전처 고시 제 2015-78호, 2015.10.29.)되었기 때문에 더욱 더 주의가 필요하다. 따라서 안전한 농산물 생산 및 공급을 위해서는 농민 뿐 아니라 농산물 수입 관련 업체까지 대상을 확대한 농약의 안전한 사용을 위한 교육과 홍보가 적극적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

4. 잔류농약의 위해성 평가

위해 평가는 위험성 확인, 위험성 결정, 노출평가 및 위해도 결정의 과정으로 나뉘며, 본 연구에서 수행한 위해평가는 기준안을 설정하기 위한 위해평가와는 구별된다. 즉, 기준안 설정은 작물 잔류 성적서를 바탕으로 안전사용기준을 고려, TMDI (Theoretical Maximum Daily Intake, 이론적 최대일일섭취허용량)를 산출하여 구하며, 모니터링 결과에 대한 위해평가는 실제 모니터링에서 얻

어진 결과 값을 활용해 위해평가를 수행하는 것이므로 EDI(Estimated daily intake, 일일섭취추정량)를 산출하여 수행한다. 국민 다소비 농산물 이면서 잔류농약 검출률이 높았던 부추, 깻잎, 고추, 파 등 4종의 농산물을 대상으로 검출빈도가 높은 농약성분들에 대한 위해성 평가를 실시하였으며 그 결과는 표 10과 같다.

일일섭취허용량(ADI)대비 일일섭취추정량(EDI)인 %ADI가 100보다 크면 1일 허용가능 농약섭취량을 초과하는 것이므로 위해하다 판단할 수 있으며, 100보다 작으면 위해가능성이 적은 것으로 판정할 수 있다(25). 본 연구에서 검출된 잔류농약 각 성분의 평균 검출치를 통해 분석한 결과 %ADI 값이 0.618~16.922% 범위로 나타나 안전하였다. 깻잎과 파의 경우 위해성 평가 대상 농약들의 %ADI를 살펴보면 깻잎의 chlorfenapyr 16.9%, 파의 procymidone의 12.8%로 %ADI 값이 다른 농산물에서의 검출농약들에 비해 높은 수치를 보이더라도 실제 성인 몸무게를 고려한 최대섭취허용량 대비 일일섭취추정량은 모두 0.5% 이하로 나타나 위해성이 낮은 것으로 판단되었다. 김 등 (26)의 연구결과에서도 국내 유통 농산물 232건에 대한 잔류농약 모니터링 결과 메치다치온 등 18종의 %ADI 값이 0.001~0.902% 이하로 조사되어 위해도가 매우 낮은 수준이라고 보고하였다.

Table 9. Detailed results about pesticides exceeding MRL in various vegetables

Vegetables	Pesticides exceeding MRL		Conc. of detection (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
Leek	Procymidone	7	5.6~15.4	5.0
Danggi leaf	Procymidone	1	13.1	5.0
Welsh onion	Iprodione	1	0.6	0.1
Radish(leaves)	Bifenthrin	1	0.2	0.1
Water dropwort	Chlorpyrifos	1	0.40	0.01
Ginseng	Thifluzamide	1	4.0	1.0
Spinach	Flutolanil	1	1.5	0.7
	Chlorpyrifos	1	0.15	0.01
Lettuce(leaf)	Flutolanil	1	1.2	0.7

Table 10. Risk assessment of pesticides frequently found in agricultural products showing high occurrence of pesticide residues

Vegetable	Pesticide	Con.of detection (mg/kg)	ADI ^{a)}	EDI ^{b)}	MPI ^{c)}	%ADI ^{d)}	%MPI ^{e)}
			mg/kg · bw/day	mg/person/day	mg/person/day		
Leek	Chlorfenapyr	0.098	0.026	0.00016	1.430	0.618	0.011
	Cypermethrin	0.252	0.020	0.00041	1.100	2.066	0.038
	Procymidone	2.299	0.100	0.00377	5.500	3.770	0.069
Perilla leaves	Chlorfenapyr	0.870	0.020	0.00338	1.100	16.922	0.308
	Procymidone	1.389	0.100	0.00540	5.500	5.403	0.098
	Diniconazole	0.079	0.020	0.00031	1.100	1.537	0.028
Green & red pepper	Chlorfenapyr	0.056	0.026	0.00035	1.430	1.338	0.024
	Procymidone	0.317	0.100	0.00197	5.500	1.969	0.036
Welsh onion	Cypermethrin	0.124	0.020	0.00176	1.100	8.804	0.160
	Procymidone	0.902	0.100	0.01281	5.500	12.808	0.233

a) Acceptable daily intake(mg/kg · bw/day)

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

c) Maximum permissible intake(mg/person/day) = ADI × 55(kg)

d) % Acceptable daily intake = (EDI/ADI) × 100

e) % Maximum permissible intake = (MPI/ADI) × 100

세척 및 조리 등의 과정을 거치는 경우 위해도는 더 낮아질 것으로 예상되며, 유통되는 농산물의 잔류농약 측면에서는 안전한 수준임을 알 수 있었다.

요 약

2014년 서울 북부지역에서 유통되는 농산물 3,035건을 대상으로 285종의 동시분석 농약에 대한 잔류실태를 조사하였다. 잔류농약 모니터링을 수행한 결과, 농약이 검출된 농산물은 415건(13.7%)이었으며 잔류허용기준 이상으로 검출된 경우는 15건(0.5%)이었다. 농산물 품목별 검출률은 부추(54.2%), 고추(48.0%), 참나물(45.5%), 돌나물(37.5%) 인삼(36.0%) 순이었다. 농산물 잔류허용기준 이상으로 검출된 부적합 농산물은 부추가 7건(4.9%)로 가장 높았다. 개별농약 중에

서는 procymidone, chlorfenapyr, cypermethrin 순으로 검출빈도가 높았다. 잔류허용기준을 초과한 농약은 procymidone 8회, chlorpyrifos 2회, flutolanil 2회, bifenthrin, iprodione, thifluzamide 각각 1회씩으로 나타났다. 검출 농약에 대한 위해성 평가 결과 %ADI는 0.618~16.922%이었으며 농산물 섭취에 따른 인체 위해성은 매우 낮은 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Rural Development Administration. Pesticide Management System. Available from : <http://epmso.rda.go.kr>.
2. 임무혁 : 대한민국의 잔류농약 연구동향. 식품기술, 20(4):50~62, 2007.

3. Kang, NS, Kim, SK, Kang, YJ, Kim, DY, Jang, JW, Won, Sera and Hyun, JH et al : Moniting and Exposure Assessment of Pesticide Residues in Domestic Agricultural Products. *Korean J. Pestic. Sci.*, 19:32~40, 2015.
4. 김진화, 최주현, 이해근 : 병해충 종합관리를 위한 농약의 안전사용, 2000.
5. <http://news.naver.com>
6. Kim, CJ, Jung, JH, Lee, SJ, Park, YS and Ko, SH : Calculation of food commodity intake for safety control of pesticide residues. *Food Sci. Ind.* 43:67~78, 2010.
7. Korea Food and Drug Administration. Korea Food Code. 2014
8. Do, JA, Lee, HJ, Shin, YW, Choe, WJ, Chae, KR, Kang, CS and Kim, WS : Monitoring of pesticide residues in domestic agricultural products, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 39:902~908, 2010.
9. U. S. Food and Drug Administration (FDA). Food and Drug Administration Pesticide Program : Residue Monitoring 2007. Available from <http://www.fda.gov/food/foodborneillnesscontaminants/pesticides/ucm2006797.htm> Accessed 10 Dec. 2015.
10. European Commission Monitoring of Pesticide Residues in Products of Plant Origin in the European Union, Norway and Iceland and Liechtenstein 2006 Report. Available from:http://ec.europa.eu/food/safety/chemical_safety/pesticide_residues/index_en.htm Accessed 10 Dec. 2015.
11. GAP를 통한 농식품 중 유해물질 안전관리 : 유해물질 '사전 예방' 중심의 안전관리 필수적 생활과 농약, 31(2):28~30, 2010.
12. Minitstry of food and Drug Safety. Pesticide Residue Database. Available from : http://fse.foodnara.go.kr/residue/pesticides/pesticides_info.jsp. Accessed Dec. 10, 2015.
13. Ministry of Health and Welfare, Korea Health Statistics : Korea National Health and Nutrition Examination Survey. 2011.
14. Korea Research Institute of Standard and Science. Report of 6th Size Korea. 2010.
15. Seung, HS, Park, SK, Ha, KT, Kim, OH, Choi, YH, Kim, SJ, Lee, KA, Jang, JI, Jo, HB and Choi, BH : Survey on pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul. *Korean J. Pestic. Sci.*, 25:106~117, 2010.
16. Han, SH, Park, SK, Kim, OH, Choi, YH, Seoung, HJ, Lee, YJ, Jung, HJ, Kim, YH, Yu, IS, Kim, YK, Han, KY and Chae YZ : Monitoring of pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul, *Korean J. Pestic. Sci.*, 16:109~120, 2012.
17. Kim, NH, Lee, JS, Kim, OH, Choi, YH, Han, SH, Kim, YH, Kim, HS, Lee, SR, Lee, JM, Y, IS and J, K : Monitoring of pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul, *Korean J. Pestic. Sci.*, 29:170~180, 2014.
18. Minitstry of food and Drug Safety : Monitoring of Pesticide Residues in Agricultural Products. 2014.
19. Kim, MO, Hwang, HS, Lim, MS, Hong, JE, Kim, SS, Do and JA et al. : Monitoring of residues Pesticides in agricultural products by LC/MS/MS. *Korean J Food Sci. Technol.* 42:664~675, 2010.
20. Lee, MG and Lee, SR : Reduction factors and risk assessment of Organphosphours in Korea foods. *Korean J. Food Sci. Technol* 29:240~248, 1997.
21. Kim, TR, Yak, DH, Jang, MR, Hong, CK, Hwang, KH, Jo, SA, Lee, ES, Choi,

- CM, Kim, EH, Han, SH, Choi, EJ, Kim, JH and Park, SG : Characteristics of Pesticide Residues in Agricultural Products Collected from the southern Area of Seoul in 2009. Report of Seoul Institute of Health and Environment. 45:21~33, 2009.
22. Chung, SJ, Kim, HY, Kim, JH, Yeom, MS, Cho, JH and Lee SY : Monitoring of Pesticide Residues and Risk Assessment in Some Fruits on the Market in Incheon, Korea. *Korea J. Environ Agric.* 33(2): 111~120, 2014.
23. Marin, A and Carlos, OJ : Dissipation rates of cyprodinil and fludioxonil in lettuce and table grape in the filed and under cold storage condition. *J. Agri. Food Chem.*, 5(16):4708~4711, 2003.
24. 이형석 : LC-MS/MS를 사용한 잔류농약분석에서 부추 Matrix의 영향분석. 아주대학교 석사 논문, 2013.
25. Chun, OK and Kang, HG : Estimation of risks of pesticide exposure, by food intake, to Koeans. *Food Chem Toxicol.* 41:1063~1076, 2003.
26. Kim, JY, Lee, SM, Lee, HJ, Chang, MI, Kang, NS, Kim, NS, Kim, HJ, Cho, YJ, JY, J and Kim, MK : Monitoring and Risk Assessment of pesticide Residues for Circulated Agricultural Commodities in Korea-2013. *J. Appl. Biol. Chem.* 57(3): 235~242, 2014.