

서울 강남지역 유통농산물의 잔류농약 실태 조사(2016)

농산물검사팀

곽보람 · 이명숙 · 장민수 · 조성자 · 최부철 · 이용철
김나영 · 김지혜 · 김지민 · 김유나 · 조한빈 · 김무상

Monitoring of Pesticide Residues in Agricultural Products in the Southern Area of Seoul in 2016

Agricultural Product Inspection Team

**Bo-ram Kwak, Myung-sook Lee, Min-su Chang, Sung-ja Cho,
Bu-cheol Choi, Yong-cheol Lee, Na-young Kim, Ji-hye Kim,
Ji-min Kim, Yu-na Kim, Han-bin Cho and Moo-sang Kim**

Abstract

This study was performed to investigate the residue patterns for 285 types of pesticide residues in 6,291 commercial agricultural products collected from the southern area of Seoul in 2016 by using the multi-residue method with GC-ECD/NPD, HPLC-DAD/FLD, GC-MSD, and LC-MSD. The detection rate of the residual pesticides was 22.8%(1,436 of 6,291). The pesticide residues detected from 0.9%(59 of 6,291) samples exceeded the maximum residue limits(MRLs) set by the Korea Ministry of Food and Drug Safety. Most of the samples containing pesticides that exceeded the MRLs were vegetables, such as 13 types of lettuce 12, perilla leaves 6, chard 4, spinach and 3 Welsh onions. The pesticides that exceeded their MRLs were chlorpyrifos(8 cases), diazinone(7 cases), fludioxonil(4 cases), chinomethionat(4 cases), and carbofuran(4 cases). These results indicate that the consumption of commercial agricultural products with pesticide residues at these low levels can be considered safe.

Key words : Pesticide residue, Commercial agricultural product, Maximum residue limit (MRL)

서 론

농약의 범위는 농경지의 토양에서부터 종자를 소독하는 것과 농작물의 재배기간 중에 발생하는 병해충과 잡초로부터 농산물을 보호하며, 농산물을 수확 후 저장 기간 동안 병해충에 의한 손실을 최소화하기 위해 사용되는 모든 약제를 포함한다. 또한, 농작물의 생육을 촉진하거나 억제, 농작물의 품질을 향상시키는 약제들도 농약으로 규정되고 있다. 국내에는 2,265개의 농약 제품이 등록되어 있으며, 식품의약품안전처는 사용되는 유효성분 중 무기성분, 미생물, 천연유래 농약을 제외한 457종에 대해 잔류 허용기준을 설정하였다. 대부분의 성분들은 농산물의 안정적인 생산과 국제 사용을 위해 균형 있게 설정되어 있으나 일부 농산물에 대해서는 국내에서 수행한 연구 결과를 바탕으로 외국 기준보다 낮게 설정되고 있다(1, 2).

농약이 부적절하게 선택하거나 농산물을 남용하거나, 살포 후 부적절한 시기에 수확할 경우 소비자는 많은 양의 잔류 농약에 노출될 수 있다. 대부분의 농약은 사용 대상인 생물체의 생명유지기에 작용하여 독성이 유발된다(3). 농산물에 잔류하는 농약은 1일 섭취량을 고려할 때 급성 독성을 일으킬 가능성은 매우 낮으나 일생동안 섭취하기 때문에 검출 빈도 및 수준이 높아질수록 만성 독성을 일으킬 가능성이 있다(4).

세계 각국은 농약의 무분별한 사용을 방지하기 위해 농약의 안전사용기준 및 농산물별 최대잔류허용기준 등을 설정하고 이를 근거로 잔류 농약에 대한 지속적인 모니터링을 하고 있다(5). 미국의 경우 FDA에서 농산물, 가공식품 및 수입품에 대한 모니터링을 실시하고 매년 보고서를 공개하고 있으며, EU에서는 각 회원국별로 자체 모니터링과 회원국 간 공동 참여 방식의 모니터링을 수행하고 있다. 우리나라의 잔류농약 모니터링 사업은 1968년부터 실시해왔는데 2001년부터는 지속적인 잔류실태과약으로 정책에 반영하고 있어 최근에는 농민들의 농약에 대한 안전사용기준 준수율이 점차 향상되는 것으로 나타났다(6). 그러나 농약의 사용량은 시중 재고량, 기후, 병해충 발생현황 등에 따라 지역 간 또는 연도 간의 사용량이 달라지

고 있어, 이를 감시하기 위한 잔류농약 모니터링 연구가 지속적으로 요구되고 있다(7).

따라서, 본 연구는 2016년 서울 가락농수산물도매시장에 반입되고 있는 농산물과 서울 강남지역 유통 매장에서 거래되는 농산물을 대상으로 285종 농약성분에 대한 검출농약과 농산물별, 지역별에 따른 잔류허용기준초과 농약의 잔류실태를 조사함으로써 농산물의 안전성 확보를 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시험재료

2016년 1월부터 2016년 12월까지 서울강남(송파, 강남, 서초) 지역 대형마트, 백화점 및 도매시장 등에 반입되고 있는 농산물 6,291건을 대상으로 285종의 잔류농약을 분석하였다.

2. 표준품 및 시약

잔류농약 분석용 표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH(독일)와 Wako(일본) 제품을 사용하였다. 추출 및 정제용매인 acetone, dichloromethane, *n*-hexane은 Kanto(일본) 제품을, acetonitrile, methanol은 Burdick & Jackson(미국), NaCl은 Merck(덴마크) 제품을 사용하였다. 정제카트리지는 가스크로마토그래피 분석을 위해 Florisil cartridge(Agilent technologies, 6 mL, 1 g)를, 액체크로마토그래피 분석을 위해 NH₂ cartridge(Agilent technologies, 6 mL, 1 g)를 사용하였다.

3. 분석방법 및 기기

시료의 전처리 및 분석방법은 식품공전의 식품 중 잔류농약 분석법 다중농약 다성분 분석법 제2법(8)에 따라 추출 및 정제하였으며 285종 농약성분을 GC-ECD/NPD, GC-MS, HPLC-UV/FLD, LC-MSD로 분석하였다. 분석기기는 정성분석을 위해 GC-MSD(gas chromatograph-mass selective detector)는 6,890 series(Agilent technologies, 미국)의 5,975 mass selective detector를 사용

Table 1. Analytical conditions of GC/NPD and GC/ μ ECD

Instrument	Agilent 7890A	
Detector	Nitrogen-phosphorus detector	μ Electron capture detector
Column	Front : DB-1701 14% cyanopropyl phenyl methyl(30 m \times 320 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness) Back : HP-5 5% phenyl methyl siloxane(30 m \times 320 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness)	
Oven temp.	100 $^{\circ}$ C (2 min) \rightarrow 10 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 200 $^{\circ}$ C (1 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 (25 min)
Injection temp.	210 $^{\circ}$ C	230 $^{\circ}$ C
Detector temp.	320 $^{\circ}$ C	320 $^{\circ}$ C
Gas flow	N ₂ (1.5 mL/min) Air(60 mL/min) H ₂ (4 mL/min)	N ₂ (1.5mL/min)

Table 2. Analytical conditions of GC/MSD

Instrument	Agilent 6890N	
Column	HP-5MS 5% phenyl methyl siloxane(30 m \times 250 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness)	
Oven temp.	100 $^{\circ}$ C (2 min) \rightarrow 10 $^{\circ}$ C/min \rightarrow 280 $^{\circ}$ C (10 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(2.91 scan/sec)

Table 3. Analytical conditions of HPLC/FLD, HPLC/UVD and LC-MSD

Instrument	Waters e2695		Agilent 1200 series			
Column	Carbamate analysis column (3.9 \times 150 mm)		ZORBAX Eclipse XDB-C18 (5.0 μ m, 4.6 \times 150 mm)			
Detector	Fluorescence detector (Excitation λ :340 nm, Emission λ :445 nm)		Diode array detector (λ :254 nm, scan λ :190-400 nm)			
Flow rate	1.2 mL/min		1.0 mL/min			
Column oven	42 $^{\circ}$ C		42 $^{\circ}$ C			
Injection vol.	20 μ L		10 μ L			
Mobile phase	A(Water), B(Methanol)		A(Water), B(Methanol)			
	Time(min)	A(%)	B(%)	Time(min)	A(%)	B(%)
	0.00	90	10	0.00	70	30
	1.00	60	40	5.00	50	50
	2.00	50	50	10.00	20	80
	7.00	40	60	15.00	5	95
	8.00	0	100	20.00	0	100
	9.00	0	100	23.00	50	50
	10.00	90	10	25.00	70	30

하였고, LC-MSD(liquid chromatograph-mass selective detector)는 1,200 series(Agilent technologies, 미국)의 6,130 quadropole mass selective detector를 사용하였다.

정량분석을 위해서 GC-ECD(gas chromatograph-electron capture detector)와 GC-NPD(gas chromatograph-nitrogen phosphorous detector)는 6,890 및 7,890(Agilent technologies, 미국)를 사용하였고, HPLC-DAD(high performance liquid chromatograph-diode array detector)와 HPLC-FLD(high performance liquid chromatograph-fluorescence detector)는 각각 1,200 series(Agilent technologies, 미국)와 Waters e2695(미국)를 사용하였다(표 1~3).

결과 및 고찰

1. 농산물별 잔류농약 검출현황

검체 6,291건의 농산물을 대상으로 실험한 결과 잔류농약이 검출된 농산물은 1,436건으로 검출율이 22.8%인 것으로 나타났고, 잔류허용기준보다 높게 검출된 검체는 59건으로 부적합률은 0.9%인 것으로 조사되어 국내에서 2008년 이후 0.9% 이

하의 부적합 결과를 나타내고 있다는 식약처의 보고와 일치하는 것으로 나타났다(9). 반면, 미국의 FDA 보고서에 따르면, 2013년 농작물의 잔류 농약 부적합률은 2.8%로 우리나라와 비교했을 때 3배의 수치인 것으로 나타났는데, 이는 우리나라에 등록된 농약의 수가 미국보다 적어 농약 조사 항목의 차이에 기인하며, 미국 내 유전자 조작 작물의 확산으로 농약 사용량이 급증한 것의 영향으로 추정된다(10, 11).

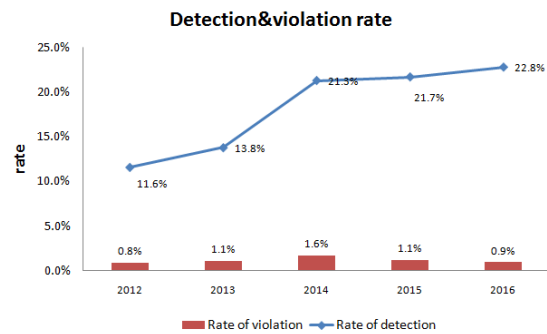


Fig. 1. Annual rates of detection and violation.

최근 5년 동안 서울 강남지역 유통농산물의 잔류농약 추이를 살펴보면 검출율(그림 1)은 2012년 11.6%, 2013년 13.8%, 2014년 21.3%, 2015년 21.7%, 2016년 22.8%로 지속적으로 높아지고

Table 4. Analytical conditions of HPLC/FLD, HPLC/UVD and LC-MSD

Instrument	Agilent 3160 quadruple		
Column	ZORBAX Eclipse Plus C18 (3.5 μ m, 3.0 \times 100 mm)		
Detector	Diode array detector (λ :254 nm, scan λ :190~400 nm)		
Flow rate	1.5 mL/min		
Column oven	42 $^{\circ}$ C		
Injection vol.	10 μ L		
Mobile Phase	A(Water), B(Methanol)		
	Time(min)	A(%)	B(%)
	0.00	70	30
	1.00	50	50
	2.50	35	65
	5.00	20	80
	6.50	10	90
	6.80	5	95
	7.00	70	30

있는 것으로 나타나는 것을 볼 수 있는데(12, 13), 이와 같은 결과는 식약처에서 조사한 모니터링 결과(14)에서 2009년 11.9%에서 2014년 29.4%로 지속적으로 증가한 것과 유사한 양상을 보였다. 이는 국내농산물 분석 장비 및 시료의 전처리 기술 등의 발전으로 인해 미량의 잔류농약을 분석할 수 있는 것이 주요한 요인으로 파악되었다(9). 반면 부적합률은 2012년 0.8%에서 2014년 1.6%로 증가하는 양상을 보였으나, 2014년 이후 미세하게 낮아지는 것을 볼 수 있어, 농약 사용에 대한 농민들의 인식 변화 및 지속적인 모니터링의 긍정적인 효과로 사료된다.

2016년 강남지역 농산물별 잔류농약 검출 결과는 표 5와 같다. 농산물 품목 중 채소류는 5,623건 중 1,392건에서 잔류농약이 검출(검출율 24.8%)되었고, 부적합 시료는 59건(채소류 부적합률 1.0%), 잔류허용기준 이상으로 농약이 검출된 시료는 모두 채소류인 것으로 나타났다. 과일류는 299건 중 44건(검출율 14.7%)에서 잔류 농약이 검출되었고, 그 밖에 곡류, 버섯류, 견과종실류 및 기타농산물에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.

채소류에서는 엽채류가 4,216건 중 1,241건(29.4%)에서 검출되었으며, 그 중 51건의 부적합건이 적발되어 전체 부적합 건수 59건 중 86.4%가 엽채류에 포함되는 것으로 나타났다. 과거 모니터링 결과와 비교했을 때 이 등(13)의 연구에서 2015년 강남지역의 유통농산물의 잔류농약 실태 조사 결과 전체 부적합 75건 중 67건(89.3%)이 엽채류인 것으로 보고하여 본 연구와 일치하는 것으로 나타났으나, 조 등(2014년 강북지역)(15)의 연구 결과에서는 부적합 15건 중 9건이 엽경채류(60.0%), 4건이 엽채류(26.7%)에 포함되는 것으로 보고하고 있어 차이가 있는 것으로 나타났는데, 이는 농산물 소분류 항목별 검사 건수의 차이에 따른 것으로 파악이 되어 각 분류 간 검사건수를 균일하게 해야 보다 정확한 현황 파악이 가능할 것으로 보인다.

엽채류의 세부 농산물 품목에서는 깻잎, 참나물, 겨자채, 근대 등은 각각 61.0%, 43.3%, 40.0%, 37.9%순으로 검출율이 높았다. 이들 농산물은 표 면적이 넓어 농약 살포 시 농약 성분이 표면에 부

착될 확률이 높아 농약이 잔존할 확률이 높아지는 것이 원인으로 파악이 되며(16), 식용 시 물에 담근 후 충분히 씻는 등의 내용을 포함하여 소비자에 안전한 먹거리를 섭취하기 위한 홍보가 필요할 것으로 판단된다(17). 과일류에서는 감귤류(28.6%), 장과류(22.6%), 핵과류(15.6%), 열대과일류(6.5%), 인과류(4.7%) 순으로 검출율이 조사되었다. 감귤류의 경우 수확 후 저장 유통과정에서 부패가 발생하여 수확 직전 또는 수확 후 살균제를 처리하는 것이 높은 검출율의 원인으로 추정된다(15).

2. 농약별 잔류농약 검출현황

농약별 검출현황은 표 6에서 보는 바와 같이 분석대상 285종 중 71종의 농약이 2,150회 검출되었다. 농약의 용도별 잔류현황을 살펴보면 살충제 35.2%, 살균제 45.5%, 살비제 18.4% 생장 조절제 0.8%, 제초제 0.04% 순으로 나타났는데 2015년도에 수행한 강남지역 농산물의 분석 결과인 이 등(13)의 연구와는 일치하였고, 강북지역 모니터링 결과인 김 등(2012년)(18)과 조 등(2014년)(15)의 연구에서는 살충제가 살균제보다 많이 검출이 되어 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 공통적으로 살충제와 살균제가 90% 이상의 비중을 차지하는 것으로 조사되어 우리나라에 등록된 농약의 비중 중 살충제와 살균제가 높은 것을 반영한 것으로 여겨진다(16).

농산물 중 농약 잔류허용기준 이내 검출된 농약은 65종으로 테부펜피라드가 282회 검출되어 가장 높은 빈도를 나타내었다. 특히, 테부펜피라드는 잔류허용기준 이상으로 검출된 건이 존재하지 않았는데 비교적 낮은 독성을 갖는 성분으로 적용 기준이 높기 때문에 사료된다(20). 그 외에 100회 이상 검출된 농약은 프로사이미돈(241회), 사이피메트린(220회), 아족시스트로빈(177회), 디에토펜카브(124회), 플루벤디아마이드(117회) 순이었다.

부적합 농약 성분은 30종으로, 클로르피리포스가 8회 허용기준 이상의 잔류농약이 관찰되어 가장 많은 부적 횟수를 나타냈다. 다음으로 다이아지논이 7회 검출이 되었고, 플루디옥소닐, 키오메티오네이트, 카보퓨란이 각 4회 부적합하였다. 그 외에 보스칼리드, 이프로디온, 디에토펜카브가 각

Table 5. Detection characteristics of pesticide residues detected from agricultural products

Type	Group	Commodity	No. of sample	No. of detection(%)		No. of violation(%)	
Vegetables	Flowerhead brassicas	Korean cabbage	82	2	2.4	1	1.2
		Broccoli	98	3	3.1		
		Cabbage	51		0.0		
		Subtotal	231	5	2.2	1	0.4
	Root and tuber vegetables	Onion	77	1	1.3		
		Carrot	44	6	13.6		
		Radish(root)	36		0.0		
		Others	150		0.0		
		Subtotal	307	7	2.3		
	Fruiting vegetables, Cucurbits	Cucumber	111	13	11.7		
		Korean melon	48	8	16.7		
		Squash	70	2	2.9		
		Subtotal	229	23	10.0		
	Fruiting vegetables other than cucurbits	Pepper	140	40	28.6		
		Eggplant	84	3	3.6		
		Tomato	49	6	12.2		
		Green & Red pepper	44	8	18.2		
		Subtotal	317	57	18.0		
	Stalk and stem vegetables	Water dropwort	68	2	2.9	2	2.9
		Welsh onion	59	7	11.9	3	5.1
		Leek	44	24	54.5	1	2.3
		Celery	43	13	30.2	1	2.3
		Green garlic	41	12	29.3		0.0
		Chinese chives	16	1	6.3	1	6.3
		Others	52		0.0		0.0
		Subtotal	323	59	18.3	8	2.5
		Leafy vegetables	Perilla leaf	1,170	714	61.0	12
Lettuce			1,091	167	15.3	13	1.2
Chinese vegetable	251		66	26.3	2	0.8	
Radish(leaves)	250		19	7.6		0.0	
Chicory(leaves)	243		26	10.7	2	0.8	
Marsh mallow	224		19	8.5		0.0	
Spinach	217		57	26.3	4	1.8	
Chard	177		67	37.9	6	3.4	
Bok choy	133		24	18.0	2	1.5	
Crowndaisy	79		6	7.6		0.0	
Lettuce head	72		9	12.5		0.0	
Chamnamul	67		29	43.3	2	3.0	
Chwinamul	35		7	20.0	1	2.9	
Sedum	28		9	32.1	1	3.6	
Butterbur	18		4	22.2	1	5.6	
Siler divaricata	14		2	14.3	1	7.1	
Mustard leaf	5		2	40.0	1	20.0	
Narrow-head ragwort	4	1	25.0	2	50.0		
Others	138	13	9.4	1	0.7		
Subtotal	4,216	1,241	29.4	51	1.2		
Subtotal		5,623	1,392	24.8	59	1.0	

Table 5. (Continued)

Type	Group	Commodity	No. of sample	No. of detection (%)	No. of violation (%)		
Fruits	Citrus fruits	Mandarin	49	13	26.5		
		Lemon	1		0.0		
		Orange	11	4	36.4		
		Grapefruit	2	1	50.0		
		Subtotal	63	18	28.6		
	Assorted tropical and sub-tropical fruits	Banana	25	2	8.0		
		Others	6		0.0		
		Subtotal	31	2	6.5		
	Pome fruits	Pear	16	1	6.3		
		Apple	61	4	6.6		
		Others	30		0.0		
		Subtotal	107	5	4.7		
	Berries and other small fruits	Strawberry	33	7	21.2		
		Grape	17	5	29.4		
		Others	3		0.0		
		Subtotal	53	12	22.6		
	Stone fruits	Jujube	13	2	15.4		
		Korean plum	5	1	20.0		
		Peach	13	2	15.4		
		Cherry	3	2	66.7		
Others		11		0.0			
Subtotal		45	7	15.6			
Subtotal		299	44	14.7			
Mushroom		Pine mushroom	73				
		Oak mushroom	52				
		Winter mushroom	26				
		Others	48				
Subtotal		199					
Potatoes		Taro	1				
		Potato	39				
		Sweet potato	43				
		Yam	13				
Subtotal		96					
Nuts and seeds	Peanut or nuts	Peanut	1				
		Chestnut	9				
		Gingko	1				
Subtotal		11					
Cereal grain	-	Rice	5				
		Corn	10				
Subtotal		15					
Beans		Beans	32				
Herbs and spices		Cinnamon bark	2				
Tea leaves		Tea leaves	2				
Other plants		Other plants	12				
Total			6,291	1,436	22.8	59	0.9

Table 6. Detection ranges of pesticide residues agricultural commodities

Type	Pesticide	Less than MRL	MRL exceeded	Detection range (mg/kg)	MRL (mg/kg)
Insecticide	Acetamiprid	5	1	0.085~2.038	0.2~10
	Bifenthrin	26		0.01~0.799	0.05~10
	Cadusafos	3		0.008~0.028	0.05
	Carbofuran		4	0.31~4.03	0.05
	Chlorantraniliprole	54		0.092~1.654	3.0~10
	Chlorfenapyr	97		0.02~1.419	0.5~12.6
	Chlorpyrifos	32	8	0.004~0.524	0.01~2.0
	Chlorpyrifos-methyl	2		0.033~0.041	0.05~0.2
	Cyhalothrin	10		0.04~1.294	3
	Cypermethrin	220		0.026~5.527	0.5~15
	Diazinon	18	7	0.008~1.166	0.05~0.5
	Dicofol	1		0.134	1
	Endosulfan	4	1	0.029~0.313	0.1
	EPN		1	0.136	0.05
	Ethoprophos	5	1	0.005~0.199	0.02
	Fenitrothion	6	2	0.006~0.473	0.05~2.0
	Fenobucarb(BPMC)	1		0.024	0.05
	Fenpropathrin	4		0.048~0.252	0.3
	Fenvalerate	4		0.069~0.232	0.5~8.0
	Flonicamid	6		0.006~0.417	2
	Flubendiamide	117	2	0.197~9.517	0.7~20
	Flufenoxuron	58	1	0.069~2.891	0.5~7.0
	Fosthiazate		1	0.609	0.05
	Indoxacarb	34		0.044~3.847	0.7~20
	Lufenuron	19	1	0.166~1.568	0.2~10
	Methidathion	1		0.059	2.0
	Methoxyfenozide	3		0.448~5.259	20~30
	Novaluron		1	0.884	0.05
	Phenthoate	4	1	0.04~0.753	0.1~1.0
	Pyridaben	1		0.324	5
	Pyridalyl	6		0.048~0.954	2.0~20
	Pyriproxyfen	1		0.186	0.2
Tebufenozide	3		0.259~0.608	1	
Teflubenzuron	2		1.006~1.446	5	
Tefluthrin	6		0.008~0.026	0.05~0.2	
Thiacloprid	4		0.097~1.62	0.5~20	
	Subtotal	757	32		

Table 6. (Continued)

Type	Pesticide	Less than MRL	MRL exceeded	Detection range (mg/kg)	MRL (mg/kg)
Fungicide	Amisulbrom	15	1	0.546~4.705	1.0~10
	Azoxystrobin	177	1	0.061~4.813	2.0~50
	Boscalid	15	3	0.078~19.157	0.3~30
	Chinomethionat	1	4	0.04~4.016	0.05
	Chlorothalonil	29	1	0.019~72.57	2.0~20
	Cyazofamid	11		0.322~1.004	0.5~10
	Cyprodinil	2		0.014~0.036	5
	Diethofencarb	124	3	0.006~5.774	0.05~20
	Dimethomorph	96		0.116~6.927	2.0~20
	Diniconazole	50	2	0.014~1.351	0.3
	Ethaboxam	1		1.25	20
	Fenamidone	1		0.278	5
	Fludioxonil	69	4	0.018~7.816	0.05~40
	Fluquinconazole	8		0.116~2.004	0.3~20
	Flutolanil	13	1	0.039~5.809	0.05~15
	Folpet	1		0.171	5
	Iprobenfos	1		0.160	0.2
	Iprodione	7	3	0.035~2.29	0.1~10
	Isoprothiolane	6		0.013~0.123	0.2
	Kresoxim-methyl	5		0.039~3.886	0.5~20
	Metrafenone	8		0.042~0.423	0.5~20
	Myclobutanil	14		0.041~0.835	2.0~20
	Procymidone	241	2	0.007~9.672	0.2~50
	Pyraclostrobin	46	1	0.151~3.258	0.5~10
	Pyrimethanil	21		0.046~2.551	3.0~30
	Thifluzamide	10	2	0.01~0.275	0.05
Trifloxystrobin	5		0.041~0.161	1.0~2.0	
Triflumizole	1		0.129	5	
	Subtotal	978	28		
Miticide	Etoazole		1	1.854	0.1
	Fenazaquin	20		0.009~2.336	3
	Fenpyroximate	94		0.091~5.424	7
	Tebufenpyrad	282		0.008~2.752	2.0~7.0
	Subtotal	396	1		
Growth regulator	Pacllobutrazol	18	1	0.022~8.562	5
	Uniconazole		1	0.137	Notdetected (0.05)
	Subtotal	18	2		
Herbicide	Pendimethalin	1		0.032	0.2
	Total	2,150	63		

3회, 프로사이미돈, 티플루자마이드, 디니코나졸, 페니트로티온, 플루벤디아마이드이 각 2회 허용범위를 벗어났다.

부적합 성분 중에서 클로르피리포스와 다이아지논 등의 유기인계 살충제의 비중이 높은 것으로 나타난 것은 현재 우리나라에서 유기인계 살충제가 살충제 시장의 1위를 차지하고 있으며 약제 지속성이 적어 많은 양을 살포하기 때문으로 추정된다(21).

본 연구에서 검출된 농약은 모두 잔류허용기준을 초과하였으며, 카보퓨란 4건, 포스티아제이트 1건, 노발루론 1건, 에톡사졸 1건, 이피엔 1건에서 허용범위 이상으로 잔류하였다. 이들 성분들은 대부분 상추와 깻잎에서 검출되었으며, 해당 농산물에 잔류허용기준이 설정되지 않아 유사 농산물의 최저 기준을 적용한 것이 부적합의 원인인 것으로 추정되어 농민을 대상으로 안전한 농약 사용을 위한 교육이 이루어져야 할 것으로 판단된다(22, 23). 이들과 별개로 유니코나졸은 국내에 등록되지 않은 농약으로 불검출 기준을 적용받고 있으며, 정량한계(0.05 mg/kg)으로 관리되고 있는데, 2016년 1건의 부적합 건을 포함하여 2012년-2016년 강남지역(12, 13)에서 지속적으로 부적합 항목으로 등장하고 있어 향후 유니코나졸에 대한 체계적인 관리가 시급할 것으로 보인다.

3. 국내 농산물 중 생산지별 분포 현황

분석한 농산물 6,291 중 생산지가 표시된 국내 농산물은 4,918건으로 전체의 78%이었으며, 생산지가 파악되지 않은 농산물은 대부분 대형 마트 및 백화점 등에서 유통되었다. 표 7은 국내 생산지 별로 분류하여 조사한 결과를 나타내었으며, 생산지가 파악된 농산물 중 1,278건에서 잔류농약이 검출되었고 부적합 건수는 59건으로 조사되었으며, 부적합률은 생산 지역 별로 충청남도, 경기도 남부, 경상북도, 경상남도에서 생산된 농산물에서 높은 경향이었다.

김 등(24)에 의하면 각 농산물은 지역별로 집중 재배되고 있는데, 근대의 경우 경기 남·북부, 청경채는 경기도 및 경상남도에서 주로 재배가 이루어지고 있어 많은 수의 농산물을 분석한 경기 남

부에서 부적합률이 높은 것으로 나타났다. 또한 깻잎은 경상남도, 대구, 충청남도에서 주로 생산되는 것으로 알려져 있으며, 이 중 충청남도에서는 깻잎 770건 중 3건(0.4%)이 부적합으로 조사된 반면, 경상남도가 143건 중 5건(3.5%)이 허용치 이상으로 검출된 것으로 나타나 상대적으로 경상남도에서 깻잎 부적합률이 높아 해당 지역에서 들깻잎의 농약 사용에 대한 집중적인 안전관리가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

2016년 서울 가락농수산물도매시장에 반입되고 있는 농산물과 서울 강남지역 유통 매장에서 거래되는 채소류, 과일류, 곡류, 견과종실류, 버섯류, 서류, 기타농산물 등 128종 6,291건 농산물을 285종의 농약에 대해 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 전체 농산물 중 총 1,436건에서 잔류농약이 검출되었고 59건에서 잔류허용기준 이상의 농약이 검출되어 검출율이 22.8%, 부적합률이 0.9%이었다.
2. 채소류 중에서는 들깻잎 61.0%, 부추 54.5%, 참나물 43.3%, 겨자채 40.0%, 근대 37.9%, 돌나물 32.1%, 셀러리 30.2%순으로, 과일류 중 10건 이상 조사한 항목에서 오렌지 36.4%, 포도 29.4%, 감귤 26.5% 순으로 검출율이 높았고, 그 밖에 곡류, 버섯류, 견과종실류 및 기타농산물에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.
3. 농약이 잔류허용기준 이상으로 검출된 부적합 농산물은 상추 13건, 들깻잎 12건, 근대 6건, 시금치 4건, 파 3건 순이었다.
4. 분석대상 285종 중 총 71종의 농약이 2,150회 검출되었고, 농산물 중 농약 잔류허용기준 이내 검출된 농약은 65종으로 테부펜피라드 282회, 프로사이미돈 241회, 사이퍼메쓰린 220회, 아족시스트로 빈 177회, 디에토펜카브 124회, 플루벤디아마이드 117회 순으로 검출 횟수가 많았다.
5. 유통농산물 중 부적합 농약 성분은 30종으로,

Table 7. Distribution of domestic samples violated MRLs for pesticide

Sampling area	No. of sample collected	No. of sample detected	No. of sample violated(%)		
			No.	Product	Pesticide
Seoul	157	23	2 (1.3%)	Chard(1)	Procymidone(1)
				Chicory (leaves)(1)	Paclobutrazol(1)
Incheon	11	3	1 (9.1%)	Perilla leaf(1)	Carbofuran(1)
				Welsh onion(1)	Iprodione(1)
Southern Part of Gyeonggido	1,357	244	14 (1.0%)	Chard(5)	Chlorpyrifos(1), Diazinon(1), Fludioxonil(2), Uniconazole(1)
				Romain(1)	Diniconazole(1)
				Siler divaricata(1)	Boscalid(1)
				Lettuce(1)	Novaluron(1), Pyraclostrobin(1)
				Spinach(2)	Diniconazole(1), Lufenuron
				Bok choi*(3)	Boscalid(1), Diazinon*(2), Diethofencarb*(1)
				Mustard Leaf(1)	Diazinon(1)
				Sedum*(1)	Carbofuran*(1), Chlorpyrifos*(1)
				Lettuce(1)	Diazinon(1)
				Spinach(1)	Boscalid(1)
Northern Part of Gyeonggido	233	39	7 (3.0%)	Chinese cabbage(1)	Phenthoate(1)
				Chamnamul(1)	Fludioxonil(1)
				Chicory (leaves)(1)	Diethofencarb(1)
				Chinese chives(1)	Thifluzamide(1)
Gangwondo	158	11	1 (0.6%)	Narrow-head ragwort(2)	Flubendiamide(2)
				Perilla leaf*(3)	Chlorpyrifos*(1), Diazinon*(1), Diethofencarb*(1), EPN(1), Fenitrothion*(1)
Chungcheongnamdo	1,602	579	16 (1.0%)	Butterbur(1)	Flutolanil(1)
				Lettuce(8)	Carbofuran(1), Chinomethionat(3), Chlorothalonil(1), Fenitrothion(1), Thifluzamide(1)
				Chwinamul(1)	Fludioxonil(1)
				Welsh onion(2)	Chlorpyrifos(1), Diazinon(1)
Chungcheongbukdo	91	8			
Daejeon	1				

Table 7. (Continued)

Sampling area	No. of sample collected	No. of sample detected	No. of sample violated(%)		
			No.	Product	Pesticide
Gyeong-sangbukdo	308	56	2 (18.2%)	Water dropwort(1) Spinach(1)	Iprodione(1) Amisulbrom(1)
Daegu	111	69		Perilla leaf(5)	Carbofuran(1), Chlorpyrifos(2), Diazinon(1), Etoxazole(1)
Gyeong-sangnamdo	308	112	9 (2.9%)	Water dropwort(1) Leek(1) Celery(1) Chamnamul(1)	Chlorpyrifos(1) Procymidone(1) Ethoprophos(1) Chlorpyrifos(1)
Busan	10	1	1 (10.0%)	Chinese cabbage(1)	Azoxystrobin(1)
Ulsan	4	2			
Jeollabukdo	151	19	3 (2.0%)	Lettuce(3)	Acetamiprid(1), Chinomethionat(1), Fosthiazate(1)
Jeollanamdo	313	93	2 (0.6%)	Welsh onion(1) Perilla leaf(1)	Iprodione(1) Flufenoxuron(1)
Gwangju	19	1	1 (5.3%)	Lettuce(1)	Endosulfan(1)
Jeju	84	18			
Total	4,918	1,278	59		

* Some pesticide residues were detected from each vegetable

클로르피리포스 8건, 다이아지논 7건, 카보퓨란, 플루디옥소닐, 키오메티오네트가 각 4건이 잔류허용기준 이상으로 검출되었다.

6. 전체 검사한 농산물 6,291 중 생산지가 표시된 국내 농산물은 4,918건으로 전체의 78%이었으며, 그 중 1,278건에서 잔류농약이 검출되었고 부적합 건수는 59건이고, 생산 지역 별로 충청남도, 경기 남부, 경상북도, 경상남도 순으로 생산된 농산물이 많았다.

참고문헌

1. 농약관리시스템 : 농촌진흥청, Available from : <http://epms0.rda.go.kr/>
2. 식품의약품안전처 공고 제2016-7호.
3. Caroline E. Handford, Christopher T. Elliott, Katrina Campbell : A Review of the Global Pesticide Legislation and the Scale of Challenge in Reaching the Global Harmonization of Food Safety Standards. Integrated Environmental Assessment and Management, 11:525~536, 2015.
4. Bakirci, GT, Acay, DBY, Bakirci, F and Otles, S. : Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. Food Chemistry, 160:379~392, 2014.
5. 남혜선, 최용훈, 윤상현, 홍혜미, 박용춘, 이진하, 강윤숙, 이종욱, 안영순, 홍영표, 김희연 : 유통중인 농산물의 잔류농약 모니터링,

- 한국식품과학회지, 38:317~324, 2006.
6. 도정아, 이희정, 신용운, 최원조, 채갑용, 강찬순, 김우성 : 국내 유통 농산물 중 잔류농약 모니터링. 한국식품영양과학회지, 39(6):902~908, 2010.
 7. 김옥희, 박성규, 하광태, 최영희, 승현정, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현, 김민영 : 국내 산지별 채소류의 잔류농약 실태 및 안전성 평가. 서울특별시보건환경연구원보, 45:44~65, 2009.
 8. 식품의약품안전처: 식품공전 일반시험법. 4. 1.2.2 다중농약다성분분석법-제2법. 9-4-10-9-4-19, 2013.
 9. 이규식 : 2015년 국내 유통 농산물 잔류농약 모니터링 연구. 식품위해평가부 자체연구개발과제 최종보고서, p.114~118, 2015.
 10. Pesticide Monitoring Program Fiscal Year 2013 Pesticide Report. U.S. Food and Drug Administration, 2013.
 11. Jack, AH, Melanie, M, Dorien, SC, Sarah, Z and Jiajun, D : Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. International Journal of Agricultural Sustainability, 12:71~88, 2014.
 12. Yun Jeong Yi : Monitoring and Risk Assessment of Pesticide Residues in Vegetables among the Resident of Seoul, Korea. Thesis of MS.D, 2015.
 13. 이명숙, 장민수, 조성자, 이인숙, 이윤정, 금진영, 김나영, 김지혜, 광보람, 조한빈, 김무상, 정 권 : 서울 강남지역 유통 농산물 중 농약 잔류실태(2015), 서울특별시보건환경연구원보, 51:39~52, 2015.
 14. 이규식 : 2014년 국내 유통 농산물 잔류농약 모니터링 연구, 식품위해평가부 잔류물질팀 식품의약품안전평가원 보고서, p.1~241, 2014
 15. 조성애, 이정숙, 박경애, 정소영, 김남훈, 김윤희, 박혜원, 류희진, 이정미, 유인실, 정 권 : 서울북부지역 유통농산물의 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가(2014년), 서울특별시보건환경연구원보, 51:83~98, 2015.
 16. 이화미, 허수정, 이현숙, 박승영, 김남선, 신용우, 최근화, 김성일, 남슬이, 조대현 : LC-MS/MS를 이용한 한국에서 유통되는 농산물의 잔류 농약 평가, 한국식품과학회지, 45:391~402, 2013.
 17. 식품안전나라 식품·안전정보 Available from : <http://www.foodsafetykorea.go.kr>
 18. 김윤희, 박성규, 두옥주, 김옥희, 최영희, 한성희, 이춘영, 김유경, 한기영, 채영주 : 서울강북지역 유통 농산물의 농약잔류실태 조사, 서울특별시보건환경연구원보, 48:62~67, 2012.
 19. 농업진흥청 : 농약관리시스템. Available from : <http://www.epmso.rda.go.kr>
 20. 한국작물보호협회. Available from : <http://www.koreacpa.org/new/main.html>.
 21. 국가해양환경정보통합시스템. Available from : <http://www.meis.go.kr>
 22. 식품의약품안전청 고시 제 2016-80호
 23. Korea Food and Drug Administration. Research Report 2011. Korea Food and Drug Administration, Cheongwon, Korea, 2011.
 24. 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.