

2008년 부산지역 유통 농산물의 농약잔류 실태 조사연구

이주현[†]·권순목·구평태·나영란·이지윤·김경아·김현진·차경숙·윤종배·김병준·윤호철·박선희·박준영·이진열·박지현·박은희·강정미·진성현
농산물검사소

Study on the Pesticide Residues of Circulating Agricultural Products in Busan Area (2008)

Ju-Hyeon Lee[†], Sun-Mok Gwon, Pyeong-Tae Ku, Young-Ran Na, Ji-Yoon Lee, Kyeong-A Kim, Hyeon-Jin Kim, Kyung-Suk Cha, Joung-Bae Youn, Byung-Jun Kim, Ho-Cheol Yun, Sun-Hee Park, Jun-Young Park, Jin-Youl Lee, Jee-Hyun Park, Eun-Hee Park, Jung-Mi Kang and Sung-hyun Jin
Office of Agricultural Products Inspection

Abstract

This study was carried out to monitor the pesticide residues of agricultural products in Busan area. A total of 3,744 samples that were classified by Food Code of Korea were collected in the 16 districts of Busan & 2 auction markets, and analyzed by GC and UPLC.

Among the agricultural products, the residual pesticides were detected in 500 samples (13.2%), and detected over MRLs in 108 samples (2.9%). Of agricultural products, Perilla leaves(27 samples) were detected over MRLs with highest frequency. Also excess frequency of leafy vegetables (81 samples) was higher than stem vegetables (23 samples), stone fruits (2 samples), citrus fruits (1 samples), fruiting vegetables (1 samples). The 26 kinds of the pesticides were detected over 123 times of MRLs on this study, and endosulfan (28 times) was detected over MRLs with highest frequency. Excess rate of samples (3.0%) before auction was higher than circulating samples (2.4%).

Key Words : Pesticide residue, Agricultural products

서론

농약은 농작물 재배에 있어서 병해충이나 잡초를 방제하여 상품성 있는 농산물을 수확할 수 있게 하며 생산량 증대와 노동력 절감에 큰 역할을 하여 왔지만 인체에 대한 급, 만성독성이 문제가 되고 있으며, 또한 약제에 내성을 갖는 새로운 해충의 출현, 토양 잔류를 통한 생태계 오염으로 인한 환경파괴, 식품잔류 등으로 인한 건강상의 위해 발생 등 인간과 환경에 대한 악영향을 초래하는 문제가 있다¹⁻³⁾. 농산물 내에 농약 및 그 독성 분해물이 잔류하는 것은 농약이 식물체내에 침투 또는 식물체 표면에 부착된 채로 완전히 분해되지 않고 남아 있기 때문인데, 이러한 농약의 잔류성은 농약의 개별 특성, 강우량, 일조량, 기온, 바람 등과 같은 환경요인과 그 사용방법과 같은 인위적인 요인에 크게 영향을 받는다. 그러나 식품의 잔류농약에 의

한 오염은 반드시 직접적인 사용결과로만 볼 수 없고 여러 가지 가능한 오염경로를 거치게 된다. 또 식품 위생상 농약이 문제가 될 수 있는 경우는 첫째 급성 독성은 낮지만 잔류성이 커서 살포 후 상당기간 동안 분해·소실되지 않고 남아있는 것, 둘째 분해속도는 비교적 빠를지라도 최종 살포 후 수확해서 식용할 때까지의 기간이 분해시간보다 짧고 독성이 강한 경우이다.

농약의 이러한 문제를 해결하고자 약제 개발과정에서부터 병해충과 잡초 방제 효능뿐 만 아니라 인간에 대한 위해성 평가와 안전성 문제가 강조되고 있으며 따라서 미생물농약 등이 개발되고 있으나 경제적인 문제와 효과에서 역시 제한적일 수 밖에 없는 실정이다⁴⁾. 따라서 국제식품규격위원회(CODEX)를 비롯한 세계 각 나라에서는 그 대책이 활발히 강구되고 있으며 자국민의 건강보호를 위해 식품안전을 위한 농약의 잔류허용기준을 각국의 실정에 맞게

[†] Corresponding author. E-mail:sooeun@korea.kr
Tel:+82-51-327-8601, Fax:+82-51-

정해 놓고 운용하고 있다. 우리나라에서는 1988년 9월 처음으로 농약 17종에 대한 잔류허용기준을 설정하였으며, 현재는 398종의 농약성분에 대한 잔류허용기준을 설정하여 농산물의 안전한 유통을 위하여 관리하고 있다⁵⁾.

따라서 현재 농약이 생산성 향상을 위한 필수 재료이고 안전성이 확보된 농약이라 하더라도 생산자의 올바른 사용이 수반되지 않아 식품에 잔류하여 만에 하나라도 인체에 유해요인이 된다면 큰 문제가 아닐 수 없기 때문에 이들 농약의 잔류에 대한 조사와 모니터링이 지속적으로 이루어져야 할 필요성이 있다. 이에 우리 원에서는 2005년 12월 엄궁과 반여 농산물도매시장에 농산물검사소를 설치하여 2006년부터 부산지역에 유통, 유통되는 농산물을 대상으로 농약잔류실태를 매년 조사하고 있다.

본 조사연구는 이러한 관점에서 현재 부산지역에 유통되고 있는 농산물의 농약 잔류량을 지속적으로 조사하여 그 결과를 알림으로서 생산자에게는 농약의 올바른 사용을 제시하고, 소비자에게는 현재 정확한 농약 잔류실태와 농약관련 정보를 제공하며 식품위생을 담당하는 행정부서에는 농산물 안전성 확보와 관련된 정책의 수립에 기초자료를 제공하는 차원에서 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용된 재료는 2008년 1월부터 12월까지 부산 지역에 유통, 유통된 농산물 총 3,774건을 대상으로 하였으며, 그 구성은 엄궁 및 반여농산물도매시장을 통해 유통되는 경매 전 농산물 2,728건, 중대형 유통점과 재래시장을 통해 시중에 유통되는 농산물 1,046건이었다.

대상작물의 분류군별 분포와 검사시점·기관별 분포는 Table 1과 같다.

대상작물의 분포는 채소류가 3,144건(83.3%)으로 대부분을 차지하였고, 과실류가 502건(13.3%), 서류가 74건(2.0%), 버섯류가 20건(0.5%), 견과종실류가 8건(0.2%), 곡류와 두류가 각각 7건(0.2%)이었고, 기타 농산물 등이 12건이었다.

실험방법

본 조사에 사용된 농약 잔류량 측정은 기본적으로 식품공전의 다중농약다성분시험법⁶⁾에 따랐으며(Fig. 1), 분석대상 농약항목은 국내 등록된 농약성분 중 통산적으로 작물재배에 많이 사용되어지는 115종을 대상으로 그 잔류실태를 분석하였다.

본 조사에서는 농약 잔류량 측정을 위해 가스크로마토그래피 질량검출기(GC/MSD)를 이용하여 작물 내 농약의 잔류여부를 1차적으로 검색한 후 검출된 농약에 대하여 전자포획검출기(ECD)와 질소·인검출기(NPD)를 이용하여 검출농약의 잔류량을 정량분석하는 방식으로 진행하였으며, 이 때 사용된 기기 및 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Detailed distribution of samples investigated in Busan area, 2008

	Total	before Auction			Circulating		
		sum	Um-gung	Ban-yeo	sum	Um-gung	Ban-yeo
Total	3,774	2,728	1,378	1,350	1,046	538	508
Vegetables	3,144	2,270	1,178	1,092	874	435	439
Fruits	502	380	179	201	122	68	54
Potatoes	74	57	18	39	17	8	9
Mushrooms	20	0	0	0	20	18	2
Nuts & Seeds	8	5	1	4	3	3	0
Cereal grains	7	6	0	6	1	0	1
Beans	7	7	2	5	0	0	0
Others	12	3	0	3	9	6	3

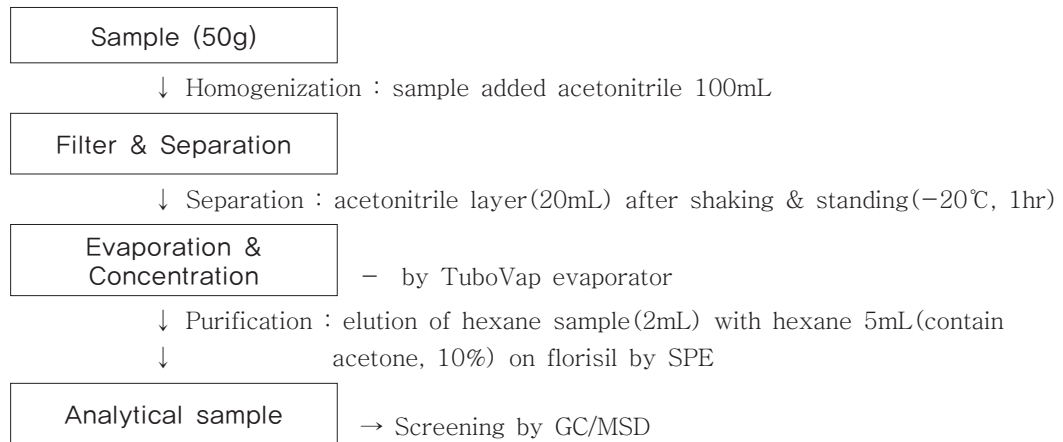


Fig. 1. Schematic diagram of sample preparation method for screening of multi-residue pesticides.

Table 2. Analytical condition for residual pesticides analysis

	GC / MSD	GC / ECD · NPD		UPLC / PDA
Instruments	Agilent 6890N GC / 5973i MSD	Agilent 6890N GC	Instruments	Waters AcQuity UPLC
Column	HP-5MS 30m×0.25mm×0.25 μ m	HP-5 30m×0.25mm×0.25 μ m	Column	BEH C18, 1.7 μ m 2.1×100mm
Oven	120°C (1min) 5°C/min 200°C (1min) 5°C/min 270°C (10min)	120°C (1min) 5°C/min 200°C (1min) 5°C/min 270°C (10min)	Mobile Phase	Isocratic A:B = 60:40 A : 5mM Ammonium acetate B : Methanol
Injector(Inlet) Temp.	250°C	260°C	Flow Rate	0.25mL/min (Injection V. = 3 μ l)
Detector(Aux) Temp.	Source : 230°C Quad. : 150°C	ECD : 280°C NPD : 325°C	Detector	2996 PDA

결과 및 고찰

농약 검출 현황

총 3,744건의 검사대상 작물 중 농약이 검출된 경우는 500건으로 13.2%의 검출률을 나타내었고, 그 중 잔류허용 기준을 초과한 경우는 108건으로 2.9%의 기준초과율을 나타내었는데, 2006년도 농산물검사소 설치 원년의 검출률 15.1% 기준초과율 3.4%, 2007년도 검출률 20.3% 기준초과율 3.5% 와 비교해 볼 때 검출률과 기준초과율이 모두 줄어든 것을 알 수 있는데 이러한 결과는 도매시장내 설치되어 있는 농산물검사소의 기능이 제자리를 잡으면서 유휴 농산물 감시와 안전성 조사에 대한 홍보효과가 영향을 미친 것이라 사료된다.

기준초과 농산물 현황

품목별 기준초과 현황

조사대상 농산물 중 기준을 초과한 농산물은 총 27개 품목 108건이었으며, 그 중 채소류가 24개 품목 105건

(97.2%)을 차지하였고 나머지 3개 품목 3건은 과일류였다. 전년도 총 39개 품목 127건중 채소류가 35개 품목 121건(94.9%)을 차지하였고 나머지 4개 품목 6건이 과일류였던과 비교해 볼 때 채소류의 기준초과율이 약간 높게 나왔으나 전체적으로는 비슷한 양상을 나타내었다. 또 개별 품목으로는 깻잎이 27건으로 전년도 22건과 마찬가지로 가장 높은 기준초과 빈도를 나타내었고, 그 다음으로는 참나물·파·부추 각 8건 > 배추 7건 > 상추 6건 > 시금치·열무·동초·쑥갓 각 4건 > 치커리·파슬리·근대·셀러리 각 3건 > 취나물·방아·미나리 각 2건 > 겨자잎·아욱·호박잎·돌나물·갯꽃·마늘·호박·복숭아·살구·밀감 각 1건 순이었다. 부적합률 순으로 보면 아욱(1/2)·살구(1/2)·갯(1/2) 각 50.0% > 파슬리(3/11) 27.3% > 돌나물(1/4) 25.0% > 호박잎(1/5) 20.0% > 참나물(8/42) 19.0% > 부추(8/59) 13.6% > 취나물(2/18)·꽃마늘(1/9) 각 11.1% > 근대(3/35) 8.6% > 깻잎(27/349)·방아(2/26) 각 7.7% > 동초(4/54) 7.4% > 겨자(1/14) 7.1% > 미나리(2/29) 6.9% > 셀러리(3/48) 6.3% > 쑥갓(4/85) 4.7% > 시금

치(4/126) 3.2% > 파(8/285) 2.8% > 열무(4/146) 2.7% > 배추(7/273) 2.6% > 치커리(3/126) 2.4% > 복숭아(1/42) 2.4% > 밀감(1/75) 1/3% > 상추(6/455) 1.3% > 호박(1/81) 1.2% 순으로 나타났으나 아욱, 살구, 갓, 파슬리, 들나물, 호박잎의 높은 부적합률은 모집단의 낮은 건수로 큰 의미는 갖지 못한다고 보여지나 차후 지속적인 감시 대상이라 생각되며, 상대적으로 출하량과 유통량이 많은 깻잎, 상추, 배추의 경우 다소비 식품의 중점관리차원에서 검사횟수가 다른 작물보다 월등히 많아진 점에 기인한다. 농작물에 있어 농약의 잔류량은 작물의 생육상황과 농약의 살포방법에 큰 영향을 받는데, 단위면적 당 부착량이 같다면 중량 당 표면적이 큰 작물 쪽이 높은 농도로 잔류되게 되며 처리조건, 작물의 생육조건, 강우 등 기상조건 등의 지배를 받게 된다. 기준초과 작물의 대부분이 채소류인 것은 중량당 단위표면적을 비교해 볼 때 채소

류가 과일류보다 커서 농약의 부착이 큰 점과 시설재배 등으로 비, 바람 등 기후에 의한 손실이 적은 점, 해충 등의 피해를 최소화하기위해 농약이 과다 사용될 수 있는 점 등에서 기인한다고 볼 수 있겠다⁶⁻⁹⁾ (Table 3).

품목유형별 현황

108건의 기준초과 농산물의 품목유형별 빈도는 엽채류가 81건(75.0%)으로 가장 많았으며, 엽경채류 23건(21.3%) > 핵과류 2건 > 과채류·감귤류 각 1건의 순이었는데 전년도 엽채류 88건(69.3%), 엽경채류 27건(21.3%)과 유사한 분포를 나타내었다. 기준을 초과한 품목수로는 엽채류가 17개 품목으로 가장 많았고, 그 다음으로 엽경채류 6개 > 핵과류 2개 > 과채류·감귤류 각 1개 품목이 기준을 초과하였다(Fig. 3).

Table 3. Results of samples detected over MRLs in agricultural products

Type	Group	Agricultural products	No. of samples	No. of pesticide violated (%)
Vegetables	Leafy V.	Perilla leaves(깻잎)	349	27 (7.7)
		Chamnamul(참나물)	42	8 (19.1)
		Korea cabbage(배추)	273	7 (2.6)
		Korean lettuce(상추)	455	6 (1.3)
		Spinach(시금치)	126	4 (3.2)
		Radish leaves(열무)	146	4 (2.7)
		Dongcho(동초)	54	4 (7.4)
		Crown daisy(쑥갓)	85	4 (4.7)
		Chicory(치커리)	126	3 (2.4)
		Parsley(파슬리)	11	3 (27.3)
		Chard(근대)	35	3 (8.6)
		Chuinamul(취나물)	18	2 (11.1)
		Bang-A(방아)	26	2 (7.7)
		Gyeojachae(겨자잎)	14	1 (7.1)
		Marsh mallow(아욱)	2	1 (50.0)
		Pumpkin young leaves(호박잎)	5	1 (20.0)
		Mustard leaf(갓)	2	1 (50.0)
		Stalk & stem V.	Welsh onion(파)	285
	Leek(부추)		59	8 (13.6)
	Celery(셀러리)		48	3 (6.3)
Waterdrop wort(미나리)	29		2 (6.9)	
Sedum(들나물)	4		1 (25.0)	
Green garlic(풋마늘)	9		1 (11.1)	
Fruiting V.	Pumpkin(호박)	81	1 (1.2)	
Fruits	Stone F.	Peach(복숭아)	42	1 (2.4)
		Apricot(살구)	2	1 (50.0)
	Citrus F.	Mandarin(밀감)	75	1 (1.3)
Total		27 classes	2,403	108

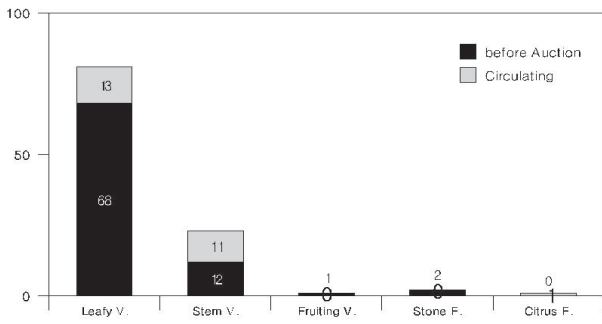


Fig. 3. Distribution of samples detected over MRLs in agricultural products according to sample classification.

기준초과 농약 현황

품목유형별 현황

총 26종 농약이 123회 기준을 초과하였는데 품목유형

별로는 엽채류에서 21종 농약이 97회 기준을 초과하여 가장 다양하고 높은 초과빈도를 나타내었고, 엽경채류가 11종 22회 > 핵과류 2종 2회 > 과채류·감귤류 각 1종 1회의 순으로 기준을 초과하였다(Table 4).

주요 품목별 기준초과 현황(Table 5)을 살펴보면 깻잎에서 10종 32회 농약이 기준을 초과하여 가장 다양한 분포를 나타내었고 부추·배추 각 6종 9회 > 파 5종 9회 > 참나물 3종 8회 > 상추 5종 7회 > 열무 5종 5회 > 근대 4종 5회 > 쪽갓·동초 각 3종 5회 > 미나리 4종 4회 > 시금치 2종 4회 > 아욱 3종 3회 > 셀러리·치커리 각 2종 3회 > 방아·취나물·파슬리 각 2종 2회 > 꽃마늘·돌나물·겨자 잎·호박잎·갯호박·복숭아·살구·밀감 각 1종 1회 순이었는데, 깻잎의 경우 살균제 성분의 농약을 주로 사용하는 것으로 나타난 반면 미나리는 살충제 성분만 사용되어짐을 나타냈었다. 그 외 작물에서는 살충제와 살균제 성분의 농약이 다양하게 사용되어짐을 알 수 있었다.

Table 4. Results of samples detected over MRLs in agricultural products and pesticides according to sample classification

		Results of samples detected over MRLs	
		Agricultural products (No. of classes/samples = 27/108)	Pesticides (No. of classes/frequency = 26/123)
Vegetables (24/105)	Leafy V. (17/81)	before Auction	◎ 13/68 : Perilla leaves(27), Chamnamul(7), Korean cabbage(6), Korean lettuce(4), Crown daisy(4), Leafy radish(4), Dongcho(4), Chicory(3), Spinach(2), Bang-A(2), Parsley(2), Chard(2), Chuinamul(1)
		Circulating	◎ 10/13 : Korean cabbage(2), Korean lettuce(2), Spinach(2), Chamnamul(1), Gyeojachae(1), Chard(1), Pumpkin young leaves(1), Chuinamul(1), Marsh mallow(1), Mustard leaf(1)
	Stem V. (6/23)	before Auction	◎ 4/12 : Leek(4), Welsh onion(6), Celery(1), Green garlic(1)
		Circulating	◎ 5/11 : Leek(4), Celery(2), Welsh onion(2), Sedum(1), Waterdrop wort(2)
	Fruiting V. (1/1)	before Auction	◎ 1/1 : Pumpkin(1)
		Circulating	◎ ND
Berries F.	before Auction	◎ ND	
	Circulating	◎ ND	
Fruits (3/3)	Stone F. (2/2)	before Auction	◎ 2/2 : Peach(1), Apricot(1)
		Circulating	◎ ND
	Citrus F. (1/1)	before Auction	◎ ND
	Circulating	◎ 1/1 : Mandarin(1)	

◎ 17/78 : Procymidone(15), Endosulfan(15), Diethofencarb(11), Diniconazole(7), Kresoxim-methyl(6), Chlorpyrifos(4), Fludioxonil(3), Ethoprophos(3), Chlorothalonil(2), Isoprothiolane(2), EPN(2), Metalaxyl(1), Fosthiazate(1), Chlorfenapyr(1), Bifenthrin(2), Cadusafos(2), Etoxazole(1)

◎ 6/12 : Endosulfan(5), Procymidone(3), Thiamethoxam(1), Metconazole(1), Diniconazole(1), Flutolanil(1)

◎ 6/8 : Endosulfan(3), Ethoprophos(1), Iprodione(1), Kresoxim-methyl(1), Methidathion(1), Procymidone(1)

◎ 9/14 : Procymidone(4), Endosulfan(3), EPN(1), Fludioxonil(1), ethoprophos(1), Chlorfenapyr(1), Terbufos(1), Methidathion(1), Chlorothalonil(1),

◎ 1/1 : Procymidone(1)

◎ ND

◎ ND

◎ ND

◎ 2/2 : Chlorothalonil(1), Fenitrothion(1)

◎ ND

◎ ND

◎ 1/1 : EPN(1)

Table 5. Frequency of pesticides detected over MRLs in main agricultural products

	Total (kinds/times)	Pesticides detected over MRLs	
		Insecticides	Fungicides
		4 / 8	6 / 24
Perilla leaves	10 / 32	Endosulfan(3), Chlorpyrifos(3) Bifenthrin(1), Cadusafos(1)	Diethofencarb(6), Diniconazole(5), Kresoxim-methyl(4), Fludioxonil(4), Metalaxyl(1), Procymidone(1)
		2 / 5	4 / 4
Leek	6 / 9	Endosulfan(4), Terbufos(1)	Fludioxonil(1), Chlorothalonil(1), Procymidone(1), Kresoxim-methyl(1)
		3 / 5	3 / 4
Koreaqn cabbage	6 / 9	Ethoprophos(1), EPN(1), Endosulfan(3)	Isoprothiolane(1), Diniconazole(2), Metconazole(1)
		2 / 2	3 / 7
Welsh onion	5 / 9	Endosulfan(1), Methidathion(1)	Procymidone(4), Diethofencarb(2), Iprodione(1)
		2 / 3	1 / 5
Chamnamul	3 / 8	Endosulfan(2), Chlorpyrifos(1)	Procymidone(5)
		2 / 3	3 / 4
Korean lettuce	5 / 7	Endosulfan(2), Thiamethoxim(1)	Kresoxim-methyl(2), Chlorothalonil(1), Diniconazole(1)
		4 / 4	1 / 1
Radish leaves	5 / 5	Endosulfan(1), Chlorfenapyr(1), EPN(1), Bifenthrin(1)	Procymidone(1)
		3 / 4	1 / 1
Chard	4 / 5	Endosulfan(2), Ethoprophos(1), Etoxazole(1)	Procymidone(1)
		1 / 1	2 / 4
Crown daisy	3 / 5	Fosthiazate(1)	Procymidone(3), Diethofencarb(1)
		1 / 2	2 / 3
Dongcho	3 / 5	Endosulfan(2)	Procymidone(2), Chlorothalonil(1)
		4 / 4	0 / 0
Waterdrop wort	4 / 4	Endosulfan(1), EPN(1), Chlorpyrifos(1), Methidathion(1)	-
		1 / 3	1 / 1
Spinach	2 / 4	Endosulfan(3)	Procymidone(1)
		2 / 2	1 / 1
Marsh mallow	3 / 3	Endosulfan(1), Diazinon(1)	Flutolanil(1)
		1 / 2	1 / 1
Celery	2 / 3	Ethoprophos(2)	Procymidone(1)
		1 / 2	1 / 1
Chicory	2 / 3	Diethofencarb(2)	Procymidone(1)
		1 / 1	1 / 1
Bang-A	2 / 2	Chlorpyrifos-methyl(1)	Procymidone(1)
		1 / 1	1 / 1
Chuinamul	2 / 2	Cadusafos(1)	Chlorothalonil(1)
		1 / 1	1 / 1
Parsley	2 / 2	Ethoprophos(1)	Isoprothiolane(1)

농약 성분별 현황

기준을 초과한 26종 농약성분은 Table 6과 같으며 용도별로는 살충제 15종 57회, 살균제 11종 66회 기준을 초과하였다. 검출농약 성분 중 최다 기준초과 빈도를 보인 농약은 엔도설판이 28회로 가장 높았고 프로시미돈 24회 > 디에토펜카브 11회 > 디니코나졸 8회 > 크레속심 메칠 7회 > 후루디옥소닐·클로르타로닐·에토프로포스·클로르피리포스 각 5회 > 이피엔 4회 > 이소프로치오렌·메치다치온·다이아지논·카두사포스·비펜쓰린 각 2회 > 후르토틀라닐·메트코나졸·이프로디온·페니트로치온·터부포스·클로르페나피르·치아메톡삼·클로르피리포스·메칠·메타락실·포스치아자이트 각 1회 순이었다. 전년도와 비교해 볼 때 농약 종류는 41종에서 26종으로 다양성이 크게 줄어들었으며, 엔도설판의 경우는 여전히 선호도가 높은 살충제로서 많이 사용되고 있음을 나타내었다. 특히, 프로시미돈의 경우는 전년도 7

회에서 올해 조사에서는 24회로 크게 늘어났는데 이는 프로시미돈 잔류허용기준의 강화조치로 인해 기준초과가 일시적으로 많이 나온 결과로 보여지며, 올 7월 이후 식품의약품안전청의 기준완화조치 이후에는 프로시미돈의 기준초과 빈도가 현저히 떨어짐을 알 수 있다.

농약 용도별 현황

기준초과 농약성분의 용도별 분류에 따른 분포 특성을 살펴보면 Fig. 4에서 보는 바와 같이 살균제의 기준초과에서 높은 빈도를 보여 예년의 결과와는 상반된 양상을 나타냈는데, 이는 최근 모든 작물에 사용량이 증가하면서 광범위하게 검출되어지고 있는 프로시미돈, 디에토펜카브, 디니코나졸의 기준초과 빈도가 증가 하면서 영향을 미치는 양상으로 보여진다.

Table 6. Frequency of pesticides detected over MRLs

Use	Chemical	Name of Pesticides	Excess
Fungicides	Dicarboximide	Procymidone	24
		Iprodione	1
	Triazole	Diniconazole	8
		Metconazole	1
	Strobilurin	Kresoxim-methyl	7
	Organochlorine	Chlorothalonil	5
	Carbamate	Diethofencarb	11
	Acylalanine	Metalaxyl	1
	Organosulphur	Isoprothiolane	2
Cyanopyrrole	Fludioxonil	5	
Anilide	Flutolanil	1	
Insecticides	Organophosphorus	Ethoprophos	5
		E P N	4
		Chlorpyrifos	5
		Chlorpyrifos-methyl	1
		Diazinon	2
		Fosthiazate	1
		Methodathion	2
		Cadusafos	2
		Terbufos	1
		Fenitrothion	1
	Pyrethroid	Bifenthrin	2
	Organochlorine	Endosulfan	28
	Pyrrole	Chlorfenapyr	1
Neonicotinoid	Thiamethoxam	1	
Oxazolidinone	Etoazole	1	

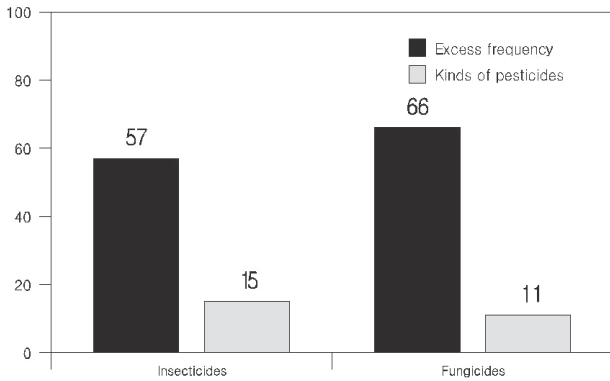


Fig. 4. Distribution of pesticides detected over MRLs according to use.

농약 계통별 현황

계통분류에 따른 분포 특성을 보면 신규 농약의 증가 등 농약사용 패턴의 변화 및 검사대상 농약의 확대와 더불어 검출농약의 패턴도 계속 다양하게 변화되고 있는 실정이며, 주요 계통별 기준초과 빈도는 유기염소계 농약이 33회로 가장 높게 나타났으며 디카복시미드계 25회 > 유기인계 24회 > 카바메이트계 11회 > 트리아졸계 9회 > 스트로빌루린계 7회 > 시아노피롤계 5회 > 유기유황계·피레스로이드계 각 2회 > 아실알라닌계·아닐라이드계·피롤계·네오니코티노이드계·옥사졸린계 각 1회의 순서를 보였는데, 유기염소계 농약이 기준초과 빈도가 높은 것은 최근 엔도설판과 클로로타로닐의 사용빈도가 꾸준히 높고 농약성분의 작물잔류특성에 기인한 것으로 보여지며, 반면 전년도 기준초과 빈도가 가장 높았던 유기인계 농약은 이번 조사에서는 기준초과 빈도가 다소 떨어졌으나 여전히 살충제로서의 가장 많은 품목이 사용되고 있음을 알 수 있다.

검사시점별 기준초과 현황

부산지역 유통 농산물의 검사시점별 기준초과 현황을 살펴보면, 기준초과 건수는 경매전 83건(76.9%) > 유통 25건(23.1%)이었으며, 기준 초과율도 경매전 3.0% > 유통 2.4%로 경매전 농산물이 유통 농산물에 비해 높은 수치를 보였는데 이는 농산물검사소의 설치 및 운영결과로 도매시장에 대한 지속적인 감시를 통한 안전성 관리의 필요성이 중요함을 잘 나타내주는 결과라고 할 수 있다(Fig. 5).

시기별 기준초과 현황

분기별 경매 전 농산물의 기준초과 현황을 살펴보면 1분기(30건) → 2분기(13건) → 3분기(15건) → 4분기(25건), 유통 농산물의 경우 1분기(8건) → 2분기(5건) → 3분기(6건) → 4분기(6건)로 변화되는 양상을 나타냈

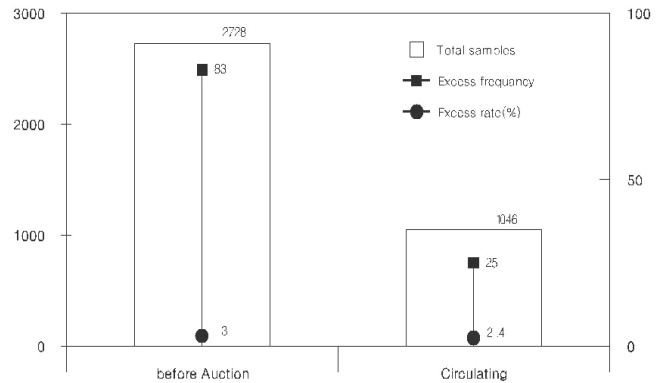


Fig. 5. Rate of samples detected over MRLs in sampling places of Busan area.

는데, 경매 전 농산물의 경우 1분기와 4분기에 높은 기준초과를 보였으며 유통 농산물과 더불어 2분기에 낮은 기준초과를 보였는데, 이러한 추세는 전년도 경매 전 농산물의 기준초과 현황인 1분기(31건) → 2분기(16건) → 3분기(22건) → 4분기(23건)와 비교해 볼 때 유사한 양상을 보임을 알 수 있었다. 유통 농산물의 경우는 전년도 1분기(11건) → 2분기(3건) → 3분기(13건) → 4분기(8건) 기준초과 현황과는 달리 년 중 고른 분포를 나타냈는데 이는 다소비 수거품목의 제한적인 요인과 중대형유통점이라는 장소의 문제가 경매전 농산물과는 다른 패턴을 보여주는 것이라 생각되어진다(Fig. 6).

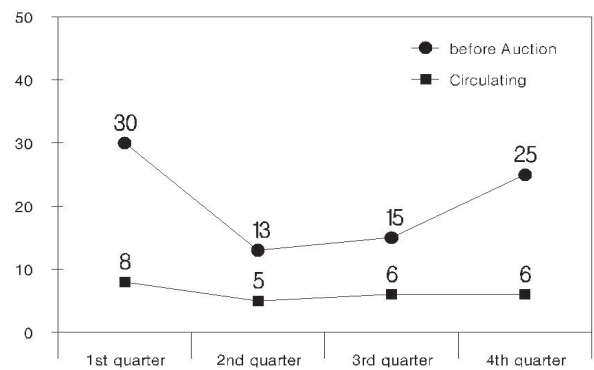


Fig. 6. Variation of samples detected over MRLs during survey periods.

월별·분기별 기준초과 품목 및 농약 현황은 Table 7와 Table 8에 나타내었는데, 월별 초과품목 현황은 채소류의 경우 3월과 11월 높은 경향을 보였으며 과일류의 경우는 출하시기에 따른 계절적 경향을 나타내었다.

또한 월별 초과 농약현황은 3월에 가장 다양하게 농약이 사용되고 있으며, 전반적으로는 여름철보다 봄철과 가을철에 사용량이 증가하는 계절적 경향을 보여주고 있다.

Table 7. Monthly results of samples detected over MRLs during survey periods

		samples detected over MRLs										Total (108)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12
Leafy V.	before Auction	Perilla leaves(4), Dongcho(1), Chard(1), Crown daisy(1)	Perilla leaves(2), K. lettuce(1), Chicory(1)	Perilla leaves(4), Chicory(2), Chammamul(2), Dongcho(1), Bang-A(1) K. lettuce(1), Crown daisy(1), Radish leaves(1) Pasley(1)	K. cabbage(2), Crown daisy(1)	Chammamul(2) Spinach(1)	Perilla leaves(1), K. lettuce(1), Bang-A(1)	Perilla leaves(1), Radish leaves(1)	Perilla leaves(2), Radish leaves(1), Dongcho(1), Pasley(1)	Perilla leaves(2), K. cabbage(2), K. lettuce(1), Radish leaves(1)	Perilla leaves(2), Chammamul(2) Spinach(1)	Perilla leaves(4), K. cabbage(2), Crown daisy(1), Chammamul(1), Chwinamul(1)	Perilla leaves(5), Dongcho(1), Chard(1)	68
	Circulating			Spinach(1), Chammamul(1), C hard(1)	Chwinamul(1)	Gyeojachae(1)		K. cabbage(1), Pumpkin young leaves(1)	Marsh mallow(1)	K. lettuce(1)	K. lettuce(1), Spinach(1)	K. cabbage(1)	Mustard leaf(1)	13
Stem V.	before Auction	Welsh onion(2)		Welsh onion(1), Leek(1)	Celery(1), Green garlic(1)	Welsh onion(1)		Leek(1), Welsh onion(1), Waterdrop wort(1)			Welsh onion(1), Leek(1)	Welsh onion(1), Leek(1)		12
	Circulating			Sedum(1), Leek(1)	Welsh onion(1), Celery(1)	Celery(1)	Waterdrop wort(1)	Leek(1)			Leek(1)			11
Fruiting V.	before Auction	Pumpkin(1)												1
	Circulating													-
Stone F.	before Auction					Apricot(1)								2
	Circulating													-
Berries F.	before Auction													-
	Circulating													-
Citrus F.	before Auction													-
	Circulating												Mandarin(1)	1
Month	before Auction	10	4	16	5	3	5	3	6	3	7	11	7	83
	Circulating	0	3	5	3	2	0	3	2	1	3	1	2	25
Quarter	before Auction		30			13			15			25		83
	Circulating		8			5		6			6			25

Table 8. Monthly results of pesticides detected over MRLs during survey periods

		pesticides detected over MRLs										Total (12)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Vegetables	Leaf V	Procymidone(4) Fludioxonil(2) Diethofencarb(2) Chlorothalonil(1) Endosulfan(1) Ethoprophos(1)	Kresoxim-methyl(2) Diethofencarb(1) Fludioxonil(1)	Procymidone(7) Diethofencarb(3) Kresoxim-methyl(3) Endosulfan(2) Chlorothalonil(1) Ethoprophos(1) Fludioxonil(1) Metalaxyl(1)	Ethoprophos(1) Isoprotolane(1) Fosthiazate(1)	Procymidone(2) Endosulfan(1)	Endosulfan(1) Diniconazole(1) Chlorpyrifos-methyl(1)	Chlorfenapyr(1) Diniconazole(1)	Endosulfan(2) Chlorpyrifos(1) Diniconazole(1) EPN(1) Isoprotolane(1)	Diniconazole(3) Endosulfan(2) Bifenthrin(1) EPN(1)	Endosulfan(3) Chlorpyrifos(1) Kresoxim-methyl(1)	Chlorpyrifos(2) Diethofencarb(2) Endosulfan(2) Cadusafos(1) Diniconazole(1) Procymidone(1)	Diethofencarb(3) Endosulfan(2) Procymidone(1) Cadusafos(1) Bifenthrin(1) Etoxazole(1)	81
		Circulating		Procymidone(3) Endosulfan(1)	Chlorothalonil(1)	Diazinon(1)	Endosulfan(1)	Endosulfan(1) Diniconazole(1)	Diazinon(1) Endosulfan(1) Flutolanil(1)	Thiamethoxam(1)	Endosulfan(2)	Metomazole(1)	Endosulfan(1)	16
		before Auction				Endosulfan(1) Ethoprophos(1)	Endosulfan(1)	Endosulfan(1)	Endosulfan(1)		Iprodione(1) Kresoxim-methyl(1)	Methidathion(1) Procymidone(1)		8
Fruits	Fruiting V										Endosulfan(1)			14
		before Auction												1
		Circulating												2
Month	Stone F													
		before Auction												
		Circulating												
Quarter	Berries F													
		before Auction												
		Circulating												
Month	Citrus F													
		before Auction												
		Circulating												
		Insecticides	2		3	4	1	3	2	5	4	6	5	39
		Fungicides	10	4	16	1	2	2	1	2	3	5	4	53
		Growth controller												0
		Total	12	4	19	5	3	5	3	7	7	11	9	92
		Insecticides		2	3	1	1	3	3	2	1	3	2	18
		Fungicides		2	4	2	1	1	1	2			1	13
		Growth controller		4	7									
		Total	12	8	26	3	2		4	4	3	1	2	31
	Quarter	Insecticides		5			8			11		15		
Fungicides			30			5			6		12			53
Growth controller														0
Total			35			13			17		27			92
Insecticides			5			2			6		5			18
Fungicides			6			3			3		1			13
Growth controller														
Total			11			5			9		6			31

요 약

참고문헌

부산지역 유입, 유통되는 농산물을 대상으로 농약 잔류량을 측정하고 이를 바탕으로 최근의 품목별 농약사용 현황을 파악하기 위해 개별 및 분류군별, 농약별 및 농약종류별 기준초과 빈도를 조사하였고, 또한 검사시점과 시기별 검출실태를 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 총 3,744건의 농산물을 조사, 그 중 500건(13.2%)에서 농약이 검출되었고, 108건(2.9%)이 기준을 초과하였다.
2. 품목별 기준초과 빈도는 기준을 초과한 총 27개 품목 108건 중 깻잎이 27건으로 최다 기준을 초과하였고, 그 외는 참나물·파·부추 각 8건 > 배추 7건 > 상추 6건 > 시금치·열무·동초·쑥갓 각 4건 > 근대·치커리·파슬라·셀러리 각 3건 > 취나물·방아·미나리 각 2건 > 겨자잎·아욱·호박잎·돌나물·갓·꽃마늘·호박·복숭아·살구·밀감 각 1건 순으로 높은 기준초과 빈도를 나타내었다.
3. 품목유형별로는 채소류가 가장 높은 기준초과 빈도를 나타내었는데 총 108건의 기준초과 작물 중 105건이 채소류였고, 소분류군으로는 엽채류 81건(75.0%) > 열경채류 23건(21.3%) > 핵과류 2건 > 과채류·감귤류 각 1건의 순이었다.
4. 품목유형별 기준초과 농약 현황은 기준을 초과한 농약 총 26종 123회 중 엽채류가 21종 97회로 가장 다양하고 높은 기준초과 빈도를 나타내었다.
5. 농약 성분별로는 기준초과 농약 중 엔도설판이 28회로 초과빈도가 가장 높았고, 다음으로 프로시미돈(24)이 높게 나타났다.
6. 농약 용도별 기준초과 빈도는 살균제가 11종 66회로 가장 높았고, 다음으로 살충제가 15종 57회를 나타냈다.
7. 농약 계통별 기준초과 빈도는 유기염소계 33회로 가장 높은 기준초과 빈도를 나타내었고, 다음으로 디카복시미드계(25), 유기인계(24), 카바메이트계(11) 순이었다.
8. 검사시점별 농약 기준 초과율은 경매전(3.0%) > 유통(2.4%)로 경매전 농산물이 유통 농산물에 비해 높은 수치를 보였다.
9. 시기별 농약 기준초과 빈도는 경매 전 농산물의 경우 1분기(30건) → 2분기(13건) → 3분기(15건) → 4분기(25건), 유통 농산물의 경우 1분기(8건) → 2분기(5건) → 3분기(6건) → 4분기(6건)로 변화되는 양상을 나타내었다.

1. 최석영, 식품오염, 울산대학교 출판부, (1994)
2. 하영득, 잔류농약과 식품안전성, 한국식품영양학회지, 19(5), 538(1990)
3. Edward, C. A. : Critical reviews in environmental control, Pub. Chem., Rubber Co., U.S.A., p603(1970)
4. Rajeondram UM, Elango K, Anand N., Effect of a fungicide, an insecticide, and a biopesticide on *Tolypothrix scytonemoidse*. Pestic. Biochem. Phi. p164-171(1987)
5. 식품의약품안전청 : 식품공전, (2008)
6. 김진배 외 4인, 제형에 따른 농약의 작물체 부착성 및 잔류성, 한국농화학회지, 1(1), 35(1997)
7. 농림부 : 농약의 안전 사용 및 잔류예방, (1997)
8. 이광희 외 6인, 과실·채소류의 잔류농약 실태조사, 식의약품분석과, 충청북도보건환경연구원(2004)
9. 양환승 외 2인, 신농약, 향문사, (1995)
8. 김종필 외 5인, 광주지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 조사연구, 한국식품위생안전성학회지, 20(3), 165-174(2005)
9. 이창일 외 5인, 경상북도내 유통 농산물에 대한 농약잔류 실태 조사(2005년), 약품화학과, 경상북도보건환경연구원, p39(2005)
10. 정소영 외 2인, 시중 유통 농산물중의 농약잔류실태 연구(2005), 서울특별시보건환경연구원보, 41:97-108(2005)
11. 신재민 외 7인, 서울 강서지역 유통 농산물중의 농약 잔류실태조사(2007), 서울특별시보건환경연구원보, 43:101-112(2007)
12. 김영국 외 4인, 시중 유통 과채류중의 잔류농약에 관한 연구, 한국식품과학회지, Vol. 32, pp.763-771 (2000)
13. 최규일 외 2인, 살균제 Procymidone의 토양 중 동태, 한국환경농학회지, Vol. 24. pp.123-131(2005)