

2006~2008년 부산지역 농산물도매시장 경매 전 농산물의 잔류농약 조사

권순목* · 박은희 · 강정미 · 조현철 · 진성현 · 유평중 · 류병순 · 정기호¹

부산광역시 보건환경연구원 농산물검사소, ¹부산대학교 화학과

(2010년 4월 16일 접수, 2010년 4월 27일 수리)

Pesticide Residues Survey on Agricultural Products before Auction at Whole Market in Busan Area during 2006~2008

Sun-Mok Kwon*, Eun-Hee Park, Jeong-Mi Kang, Hyeon-Cheol Jo, Seong-Hyeon Jin, Pyeong-Jong Yu, Byeong-Sun Ryu and Gi-Ho Jeong¹

Office of Agricultural Products Inspection, Busan Institute of Health and Environment, Busan 617-831, Korea,

¹Department of Chemistry, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

Abstract

This study was conducted to monitor the current status of pesticide residues in agricultural products before auction at whole markets in Busan area from March 2006 to December 2008. Of the 7,237 samples that were analyzed by multiresidue methods, 1,164 samples (16.1%) had pesticide residues and 231 samples (3.2%) exceeded the maximum residue limits (MRLs). 181 samples of the 231 samples exceeding MRLs were applied to the tentative limits because the use of the pesticides for the agricultural products was not established against the MRLs in the Korea Food Code, and it is equivalent to 78.4%. The order of pesticides exceeding MRLs was endosulfan, procymidone, chlorothalonil, ethoprophos, chlorpyrifos, diethofencarb, kresoxim-methyl and EPN. Of 211 samples with two or more pesticides residues, the residues exceeded the MRLs in 80 samples and it is equivalent to 37.9%. This study results suggested that pesticide residues exceeding MRLs could be attributed to the use of inapplicable pesticides for agricultural products and the use of two or more pesticides.

Key words agricultural products, pesticides, maximum residue limits

서론

농약은 매년 사용량과 종류는 증가하고 있는데 그 원인은 첫째 농작물에 피해를 주는 병해충 및 잡초의 종류가 많고 가해하는 특성이 서로 다르며, 둘째 같은 농약을 계속 사용하여 약제에 대한 내성이 생겼기 때문이다. 마지막으로 재배농가가 사용하기 편리하고 농작물의 생육시기나 재배방법에 적합한 약제가 필요하기 때문이다(임 등, 2007).

이와 같은 농약의 사용에 대해 농산물 및 농약별 잔류허용기준이 설정되어 있지만 농가에서는 수확물 중의 잔류량이 허용기준을 초과하는지 알 수 없고 또한 농가에서 생산한 농산물마다 일일이 농약 잔류량을 분석하여 안전성을 확인하는 일도 기술적으로나 경제적으로 불가능한 일이다. 농산물 중의 농약 잔류량은 농약의 살포횟수와 수확 전 최종살포시기에 의해 결정되기 때문에 농약의 안전사용기준은 수확물 중 농약 잔류량이 허용기준을 넘지 않도록 농약의 살포 가능횟수와 수확 전 최종살포시기를 규정한 것이다(농림부, 2007a).

농약 잔류허용기준(MRLs)은 농산물 중의 농약 잔류량 조

*연락처 : Tel. +82-51-327-8601, Fax. +82-51-327-8603

E-mail: suntree@korea.kr

사결과와 농약의 1일섭취허용량(ADI)을 토대로 하고 국민의 평균 체중과 국민 개개인이 하루에 먹는 식품(농산물)의 양을 감안하여 각 농산물에 허용될 수 있는 잔류량을 결정한 것이다(농림부, 2007a). 1988년에 최초로 농산물에 사용하는 17종 농약에 대하여 기준을 설정한 이후 총 25차례에 걸쳐 신설 및 개정되어 2008년에는 418종의 농약에 대해 잔류허용기준이 설정되었다(식품의약품안전청, 2008a). 그리고 1998년부터 해당 농산물에 대한 기준이 설정되지 않은 농약 검출 시 CODEX기준 및 유사농산물의 최저기준을 적용하도록 하여 모든 농약성분을 규제할 수 있게 되었다(김 등, 2003). 또한 2006년부터 작물에 사용·등록되지 않은 농약은 원칙적으로 검출되어서는 아니 되는 검출한계 수준을 정하고 있는데 이를 기타농산물로 관리함으로써 식품에 대한 안전성을 강화하였다(홍, 2007a). 또한 국가마다 자국의 농업보호와 식품안전성 확보를 위해 관리대상 유해물질의 종류를 확대하고 규제 기준을 강화하여 미국의 경우 Zero Tolerance System을 시행하고 있고 일본의 경우 Positive List System을 시행하는 등 농산물안전성 관련 국내외적 여건이 급속도로 변화되고 있는 실정이다(농림부, 2007b).

농산물 재배기간 중 병해충 및 잡초방제를 위하여 사용한 농약의 농산물 중 잔류량을 조사 분석하는 것은 식품의 안전성을 확보하는 측면에서 농산물의 유통단계에 따라 관련기관

에서 분담하여 담당하고 있다. 생산단계인 농가포장 내(on-the-farm)단계는 재배관리 지도를 맡고 있는 농촌진흥청에서, 농작물 수확 후 시장출하단계(farmer's gate)는 농산물품질관리원에서, 시장에서의 유통단계(basket level)는 사도 보건환경연구원에서, 조리 후 식탁단계(dietary)는 식품의약품안전청에서 각각 업무를 분담하여 관장하고 있다(농림부, 2007b). 이와 더불어 부산을 비롯한 서울, 경기, 인천, 대전 등 사도 보건환경연구원에서는 도매시장 내 경매 전 농산물에 대한 안전성 검사를 실시하여 유해 농산물이 시중에 유통되는 것을 사전 차단함으로써 시민들이 안심하고 먹을 수 있는 안전 농산물 생산 및 공급에 기여하기 위하여 현장 검사소를 설치 운영하고 있다. 이러한 취지에서 본 연구는 3년간 부산지역 농산물도매시장으로 유입된 경매 전 농산물의 농약 잔류 정도를 파악하여 허용기준을 초과하는 요인을 분석하고 해결방안과 관련된 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용한 시료는 2006년 3월부터 2008년 12월까지 부산지역 엄궁과 반여 농산물도매시장으로 유입된 경매 전 농산물을 대상으로 농약 잔류량을 검사하였다. 총 분석건

Table 1. List of agricultural products surveyed during 2006-2008

Classification	Commodity
Cereal grain(25)	Corn(25)
Potato(144)	Sweet potato(76), Potato(56), Yam(12)
Bean(19)	Pea(11), Kidney bean(8)
Nut and Seed(9)	Chestnut(8), Peanut(1)
Fruit(1,053)	Grape(189), Mandarin(169), Apple(163), Peach(145), Strawberry(137), Persimmon(112), Pear(59), Plum(31), Kiwifruit(23), Wild berry(9), Oval Kunquat(3), Jujube(3), Korean lemon(3), Korean plum(2), Cherry(2), Quince(1), Apricot(1), Mulberry(1)
Vegetable(5,982)	
Leafy vegetable(3,963)	Lettuce(939), Perilla leaf(789), Korean cabbage(453), Radish leaf(305), Spinach(241), Crown daisy(233), Chicory(232), Dongcho(127), Chamnamul(100), Broccoli(96), Head lettuce(93), Cabbage(60), Bang-a(58), Chard(46), Kale(40), Chinese vegetable(31), Parsley(30), Chwinamul(27), Amaranth(24), Butterbur(7), Mustard leaf(6), Gyeojachae(5), Pepper leaf(3), Marsh mallow(3), Pumpkin young leaf(3), Rose leaves(3), Danggi leaf(2), Oak leaf(2), Kali(2), Beet leaf(1), Shepherd's purse(1), New green(1)
Leaf and stem vegetable(914)	Welsh onion(614), Leek(106), Celery(63), Sweet potato stalk(60), Green garlic(47), Bud of aralia(9), Wild garlic(5), Water dropwort(5), Mugwort(2), Kohlrabi(2), Dahongchae(1)
Fruiting vegetable(1,022)	Tomato(283), Squash(217), Watermelon(117), Cucumber(109), Fresh pepper(108), Eggplant(77), Melon(70), Korean melon(29), Sweet pepper(9), Gourd(3)
Root vegetable(83)	Radish(root)(42), Carrot(10), Onion(9), Garlic(8), Lotus root(6), Ginger(3), Ballon flower(2), Burdock(2), Yacon(1)
Other plants(5)	Aloe(5)
Total	7,237

수는 2006년에 2,005건, 2007년에 2,504건, 그리고 2008년에 2,728건으로 전체 시험대상 농산물 7,237건에 대하여 분류한 결과는 Table 1과 같다.

시약 및 기구

농약 표준품은 순도가 확인된 Dr. Ehrenstorfer GmbH (Germany), AccuStandard(U.S.A) 및 Wako(Japan)의 제품을 사용하였다. 물층과 유기용매층의 분리를 위해 sodium chloride(GR grade, Merck, Germany), 추출용매와 정제용매로 사용된 acetonitrile, acetone과 hexane은 Merck(Germany)의 잔류농약분석용을 사용하였으며 정제과정에서는 SPE-Florisil (Sep-pak vac 3cc, Waters, U.S.A)을 사용하였다.

기기

시료의 분쇄 및 균질화를 위해 BUCHI Mixer B-400 (Switzerland)와 Omni Macro ES(U.S.A), 회전 감압 농축기는 BUCHI R-205V Professional(Switzerland), 시료 농축 장치로는 TurboVap[®] LV(Caliper, U.S.A)를 사용하였다. 농약성분 분석을 위해 autosampler(Agilent, U.S.A)를 설치 사용하였으며 GC- μ ECD(u-electron capture detector, Agilent 6890N, U.S.A)와 GC-NPD(nitrogen phosphorus detector, Agilent 6890N, U.S.A) 및 GC-MSD(Agilent 5973 series mass selective detector, U.S.A)를 사용하였다.

실험방법

시료의 채취 및 시험용액의 조제는 식품공전 다중농약다성분시험법(식품의약품안전청, 2008b)에 따라 추출·정제한 후 정량분석은 GC- μ ECD, GC-NPD로 정성분석은 GC-MSD로 수행하였으며 기기 조건은 Table 2와 같다. 대상 농약성분은 다중농약다성분시험법이 가능한 항목에서 2006년부터 2008년까지 공통적으로 조사된 111종을 대상항목으로 삼았

다. 작성된 데이터 중 상호관계를 알아보기 위한 통계처리 소프트웨어는 SPSS version 17.0(SPSS Inc., U.S.A)을 사용하였다.

판정기준

농산물의 잔류농약 검출 시 판정기준은 식품의약품안전청 고시 농약잔류허용기준에 준하였다. 우리나라의 농약 잔류허용기준 중 해당농산물에 기준이 설정되어 있지 아니한 농약 검출시 적·부판정에 대한 잠정기준은 아래와 같다(식품의약품안전청, 2008b).

- ① CODEX 기준을 적용
- ② ①항에 적용되지 아니한 경우, 농약이 검출된 농산물은 우리나라 농약 잔류허용기준에서 해당 농약 잔류허용기준 중 유사한 농산물(대분류 및 소분류)의 최저기준을 적용
- ③ ①, ②항에 적용되지 아니한 경우, 검출된 농약은 우리나라 농약 잔류허용기준 중 해당 농약의 최저기준을 적용

결과 및 고찰

잔류농약 분석 결과

2006년부터 2008년까지 부산지역 농산물도매시장으로 유입된 농산물 7,237건에 대한 잔류농약 검사를 실시한 결과 1,164건(16.1%)에서 잔류농약이 검출되었고 이 중 231건(3.2%)이 농약 잔류허용기준(MRLs)을 초과하였다. 연도별로는 2006년에 검출 295건(17.4%) 중 기준초과 72건(3.9%), 2007년에 검출 510건(20.4%) 중 기준초과 84건(3.4%), 그리고 2008년에 검출 359건(13.2%) 중 기준초과 75건(2.8%)으로 나타났다. 2006년에는 현장 검사소 설치 후 부산지역 농산물도매시장으로 유입되는 농산물 안전성을 강화하였기 때문에 높게 나타난 것으로 추정된다. 2006년에서 2008년으로 갈수록 감소하는 경향은 출하농가에 대한 농산물 안전성 홍보 및 부적합 조치 등에 따른 농약사용에 대한 개선효과로

Table 2. Analytical condition for residual pesticides

	GC- μ ECD · NPD	GC-MSD
Instrument	Agilent 6890N GC	Agilent 6890N GC / 5973iMSD
Inlet Temp.	260°C	250°C
Column	HP-5(30 m×0.25 mm×0.25 μ m)	HP-5MS(30 m×0.25 mm×0.25 μ m)
Oven Temp.	120°C(1 min)→5 °C/min→200°C(3 min)→3 °C/min→240°C(1 min)→5 °C/min→280°C(11 min)	120°C(1 min)→5 °C/min→200°C(1 min)→5 °C/min→270°C(10 min)
Detector(Aux) Temp.	μ ECD : 280°C NPD : 325°C	Source : 230°C Quad : 150°C

사료된다. 한편 국립농산물품질관리원에서 실시한 안전성조사 중 연도별 부적합 비율을 보면 2006년에 2.7%, 2007년에 3.6%, 2008년에 2.9%로 보고되었다(국립농산물품질관리원, 2009).

농산물 분류별 수거현황을 살펴보면 엽채류 54.8%, 과실류 14.6%, 과채류 14.1%, 엽경채류 12.6%, 기타류 3.9%로 나타났다. 잔류농약이 검출된 농산물 1,164건 가운데 엽채류에 검출 638건(16.1%) 중 기준초과 167건(4.2%), 엽경채류에 검출 147건(16.1%) 중 기준초과 39건(4.3%), 과채류에 검출 172건(16.8%) 중 기준초과 9건(0.9%), 과실류에 검출 198건(18.8%) 중 기준초과 16건(1.5%), 기타류에서 검출 9건

(3.2%)으로 나타났다. 검출률은 엽채류, 엽경채류, 과채류와 과실류가 비슷하게 나타났으나 기준초과율은 엽채류와 엽경채류에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 식품의약품안전청에서 조사한 농산물별 부적합 현황('06~'08)(식품의약품안전청, 2009) 및 국립농산물품질관리원에서 실시한 안전성조사 중 주요 품목별 부적합 건수(국립농산물품질관리원, 2009)와 비교해 볼 때, 기준초과빈도에 있어서 약간씩 차이는 있었지만 잔류기준을 초과한 품목들은 유사하였으며 대부분 엽채류와 엽경채류에 속하는 품목으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Rate of detected pesticide residues exceeding MRLs in agricultural products according to the number of MRLs (2006~2008)

Commodity ^{a)}	Food Code ^{b)}	This study ^{c)}	Rate of detected samples (%)			Rate of exceeding MRLs (%)		
			Inapplicable ^{d)}	Applicable	Total	Inapplicable ^{d)}	Applicable	Total
Leaf vegetable								
Parsley	-	-	30.0	-	30.0	23.3	-	23.3
Chamnamul	6	2	43.0	2.0	45.0	13.0	-	13.0
Bang-a	-	-	37.9	-	37.9	12.1	-	12.1
Chard	4	1	19.6	-	19.6	10.9	-	10.9
Chwinamul	12	1	11.1	-	11.1	7.4	-	7.4
Crown daisy	36	13	14.1	0.9	15.0	6.9	-	6.9
Perilla leaf	19	5	13.3	9.1	22.4	5.2	1.0	6.2
Dongcho	-	-	15.0	-	15.0	5.5	-	5.5
Spinach	69	31	10.4	9.5	19.9	1.6	1.7	3.3
Radish leaf	44	19	5.6	4.9	10.5	2.0	1.3	3.3
Chinese vegetable	-	-	9.7	-	9.7	3.2	-	3.2
Korean cabbage	101	37	4.0	7.9	11.9	1.1	2.0	3.1
Chicory	4	-	11.2	-	11.2	3.0	-	3.0
Kale	52	21	5.0	-	5.0	2.5	-	2.5
Lettuce	51	16	8.0	6.3	14.3	1.7	0.2	1.9
Leaf and stem vegetable								
Leek	33	9	24.5	15.1	39.6	9.5	0.9	10.4
Green garlic	-	-	10.6	-	10.6	6.4	-	6.4
Celery	66	28	23.8	1.6	25.4	6.4	-	6.4
Welsh onion	87	28	8.1	5.1	13.2	2.6	0.7	3.3
Fruiting vegetable								
Fresh pepper	143	52	5.5	24.1	29.6	3.7	1.9	5.6
Cucumber	151	51	5.5	27.5	33.0	-	0.9	0.9
Squash	74	32	6.4	2.8	9.2	0.5	-	0.5
Tomato	143	54	1.8	15.2	17.0	-	0.4	0.4
Fruit								
Peach	127	44	3.5	13.1	16.6	0.7	4.8	5.5
Plum	82	34	6.5	-	6.5	3.2	-	3.2
Strawberry	121	51	0.7	35.8	36.5	-	2.9	2.9
Apple	187	64	0.6	14.7	15.3	-	0.6	0.6
Mandarin	111	28	0.6	19.5	20.1	-	0.6	0.6
Grape	148	51	1.6	24.3	25.9	-	0.5	0.5

^{a)}Criteria of commodity selection : excluded the commodities of which the number surveyed were less than 20.

^{b)}The number of MRLs by commodity in the Korea Food Code.

^{c)}The number of MRLs surveyed by commodity in this study.

^{d)}It was applied to the tentative limits because the MRLs in the Korea Food Code was not established.

해당 농산물에 대한 미적용 농약의 사용으로 인한 기준초과

해당 농산물에 대한 농약 잔류성은 농약 사용방법, 농약의 이화학적 특성, 작물의 특성, 재배환경 및 생육속도 등 여러 요인에 의해 달라지게 된다. 본 연구에서 기준초과된 농산물은 대부분 농약관리법에 의한 해당 농산물에 대하여 허용되어 있지 않은 농약사용으로서 우리나라 농약 잔류허용기준 중 해당 농산물에 대한 기준이 정해져 있지 않아서 잠정기준을 적용받는 경우로 잔류농약이 검출된 1,164건 중 50.3%에 해당되는 585건이었으며 잔류허용기준이 초과된 231건 중 78.4%에 해당되는 181건이 미적용 농약사용으로 인한 것이다. 연도별로는 2006년 기준초과 72건 중 54건, 2007년 기준초과 84건 중 64건, 그리고 2008년 기준초과 75건 중 63건으로 나타났다. 이와 같이 농약 잔류허용기준이 정해져 있지 않은 미적용 농약사용에 의해 기준초과된 경우가 전체 기준초과율의 대부분을 차지하였다.

농산물 분류별로 검출빈도에 있어서 엽채류와 엽경채류가 과채류와 과실류에 비해 미적용 농약의 사용으로 많았으며 기준초과빈도에 있어서는 엽채류에 기준초과 167건 중 140건, 엽경채류에 기준초과 39건 중 34건으로 과채류에 기준초과 9건 중 5건, 과실류에 기준초과 16건 중 2건에 비해 미적용 농약사용으로 엽채류와 엽경채류에서 이와 같은 양상은 뚜렷하게 나타났다.

이와 같은 요인으로 첫째 재배농가의 해당 농산물에 대한 농약 안전사용기준에 따른 적용농약의 선정방법에 문제가 있기 때문이고, 둘째 대부분 엽채류와 엽경채류는 소면적 작물로 잔류허용기준이 적거나 없기 때문으로 사료된다. 품목별로 농약 잔류허용기준 설정항목수(식품의약품안전청, 2007a)는 Table 3과 같이 과실류와 과채류에 비해 엽채류와 엽경채류가 상대적으로 기준 설정항목수가 적거나 없는 것을 알 수 있다.

본 연구의 조사대상 항목 111종에 대한 품목별 기준 설정항목수와 전체 기준초과율과의 관계를 알기 위해 이변량 상관관계수를 수행하였다. 그 결과 기준 설정항목수에 따른 품목별 기준초과율은 음의 상관관계($r=-0.584$, $p<.01$)로 나타났다. 즉 파슬리, 참나물, 방아, 근대, 부추 등 엽채류와 엽경채류에 속하는 품목은 과실류와 과채류에 속하는 품목에 비해 상대적으로 기준 설정항목수가 적거나 적기 때문에 기준초과율이 높게 나타났으며, 엽채류 및 엽경채류 중에서도 배추, 시금치, 파 등은 동일 분류별 품목보다 상대적으로 기준 설정항목수가 많기 때문에 기준초과율이 낮게 나타난 것으로 사료된다. 농약 잔류량은 품목별, 성분별로 농약의 살포횟수와

수확 전 최종살포시기를 고려하여 설정되어 있는데 미적용 농약을 사용할 경우 농약 잔류허용기준의 최저기준이 적용되어 기준초과율이 높게 나타난 것으로 농약 안전사용기준에 따른 정보들이 없기 때문에 최대잔류허용한계치 설정 자체에 문제가 발생되기 때문이다. 농촌진흥청에서 1998년부터 농협, 농약제조기업과 공동으로 소면적 작물에 사용할 수 있는 농약의 등록을 위하여 직권시험을 수행하고 있으며 그 결과를 바탕으로 식품의약품안전청에서 잔류기준을 설정하고 있다. 이들 소면적 작물은 앞으로도 계속 작목이 확대될 추세에 있으므로 안전한 약제의 개발 등록은 지속적으로 추진될 전망이다(농림부, 2007b).

충남지역 채소류에 대한 농약잔류실태 및 농업인들의 농약에 대한 인지도조사에서 살포농약의 선택기준은 전년도에 효과가 좋아서(44.0%), 농약 판매상의 권유로(34.4%), 농약 회사의 안내책자를 보고(11.4%), 남들이 권해서(10.2%)로 조사되었고(김, 2003), 또한 강원도 고랭지대 배추 경작자들의 농약선정방법에서 본인의 경험(44.4%), 농약방(39.8%), 농약사용지침서(8.2%), 관련기관 연구소(5.8%), 이웃(1.8%) 순으로 조사되었다(김 등, 2002). 농약의 사용은 지역, 소득, 작물, 연령, 학력 등에 따라 농약선정 및 사용방법 등의 차이는 있겠지만 본인의 경험, 남들이 권해서, 전년도에 효과가 좋아서 등에 의한 농약선정은 등록되어 있는 농약이 있음에도 불구하고 미적용 농약의 사용을 유발하는 요인으로 사료된다.

농약성분별 기준초과

2006년부터 2008년까지 농약성분별 기준초과 현황은 Table 4와 같다. 조사대상 항목 111종에서 procymidone, endosulfan, chlorothalonil, kresoxim-methyl 등 49종의 농약 성분이 검출되었고 이 중 34종이 기준초과되었다. 기준초과 빈도가 높은 농약성분은 endosulfan, procymidone, chlorothalonil, ethoprophos, chlorpyrifos, diethofencarb, kresoxim-methyl, EPN 등으로 나타났다. 식품의약품안전청에서 조사한 농약별 부적합 현황('06~'08)(식품의약품안전청, 2009)과 서울시 가락시장에서 유통된 농산물의 잔류농약 변화추이(2004~2008)(황 등, 2008)에서도 procymidone과 endosulfan은 검출 및 기준초과빈도가 가장 높은 것으로 나타났다. Procymidone은 농약 오남용이 많은 성분으로서 2006년에 검출된 81건 중 2건이 기준초과, 2007년에 검출된 200건 중 4건이 기준초과되었다. 기타농산물 기준(0.05 mg/kg)이 신설되어 우선 적용고시(식품의약품안전청, 2007b; 식품의약

Table 4. Distribution of detected pesticides exceeding MRLs in agricultural products according to the use of inapplicable and applicable pesticides (2006~2008)

Pesticide	Inapplicable ^{a)}		Applicable		Total	
	No. of detected samples	No. of exceeding MRLs	No. of detected samples	No. of exceeding MRLs	No. of detected samples	No. of exceeding MRLs
Acrinathrin	2	2	1	-	3	2
Bifenthrin	24	3	45	2	69	5
Cadusafos	2	1	2	2	4	3
Captan	-	-	2	1	2	1
Chlorfenapyr	21	4	46	1	67	5
Chlorothalonil	51	18	39	5	90	23
Chlorpyrifos	16	13	34	7	50	20
Chlorpyrios-methyl	1	1	-	-	1	1
Diazinon	13	4	20	3	33	7
Diethofencarb	16	8	52	9	68	17
Endosulfan	158	30	83	15	241	45
EPN	1	1	9	8	10	9
Ethoprophos	25	23	-	-	25	23
Etoxazole	3	1	1	-	4	1
Fenitrothion	2	2	1	1	3	3
Fludioxonil	9	5	11	-	20	5
Flusilazole	6	2	1	-	7	2
Flutolanil	9	2	-	-	9	2
Folpet	-	-	1	1	1	1
Fosthiazate	6	6	-	-	6	6
Iprobenfos	5	2	-	-	5	2
Iprovalicarb	1	1	-	-	1	1
Iprodione	9	6	4	-	13	6
Isoprothiolane	29	6	1	-	30	6
Kresoxim-methyl	38	12	50	2	88	14
Methidathion	11	7	10	1	21	8
Parathion	2	1	-	-	2	1
Procymidone	157	21	257	2	414	23
Tebupirimfos	-	-	2	2	2	2
Tolclofos-methyl	-	-	1	1	1	1
Triadimefon	3	2	1	-	4	2
Triazophos	3	3	1	1	4	4
Vinclozolin	11	1	9	-	20	1
Zoxamid	1	1	2	-	3	1

^{a)}It was applied to the tentative limits because the MRLs in the Korea Food Code was not established.

품안전청, 2008c)된 후 2008년에 검출된 133건 중 17건이 기준초과되었으며 2006년과 2007년에 비해 미적용 농약사용에 대한 기준이 강화됨에 따라 검출회수 대비 기준초과 비율은 증가하였지만 검출빈도는 감소되었다. Endosulfan은 반감기가 긴 유기염소계 성분으로 2004년 12월부터 식용작물에 전면 사용 금지된 성분임에도 불구하고(홍, 2007b) 2006년에 검출된 82건 중 10건이 기준초과, 2007년에 검출된 103건 중 16건이 기준초과, 그리고 2008년에 검출된 56건 중 19건이 기준초과되었다. 잔류기준이 하향 조정되고 적용품목이 대폭 삭제고시(식품의약품안전청, 2007b)된 후 검출

회수 대비 기준초과 비율이 11.2%(검출된 134건 중 15건이 기준초과)에서 28.0%(검출된 107건 중 30건이 기준초과)로 상승하였으나 검출빈도는 감소되었다. Procymidone과 endosulfan은 2007년에 비해 2008년에 감소된 경향은 서울시 가락시장에서 유통된 농산물의 잔류농약 변화추이(2004~2008)의 결과와 유사하였다(황 등, 2008). 이러한 결과는 해당 농약성분에 대한 안전성 강화에 따른 효과로 사료되며 이에 따른 관계기관의 홍보 및 해당농가의 각별한 주의가 필요하다. 반면에 2008년 초반에 시행된 기타농산물에 대한 기준변경이 시행 몇 개월 후 다시 환원된 점을 돌이켜본다면 향후에는

종합적인 검토과정이 필요한 것으로 사료된다(황 등, 2008).

해당 농약을 적용되지 않은 작물에 사용하여 검출회수 대비 기준초과 비율이 높은 성분으로 ethoprophos, fosthiazate, chlorpyrifos, methidathion, fludioxonil, acrinathrin, fenitrothion은 주로 깻잎, 상추, 쪽갓 등에 사용으로 인해 iprodione, triazophos은 파 등에 사용되어 기준초과되었다. 특히 ethoprophos는 적용작물의 엽채류에는 절대 사용하지 않도록 주의하고 있으며, fosthiazate는 작물 내 침투이행성 성분은 잔류성이 길기 때문에 토마토, 참외 등과 같은 장기재배형 작물에 적합한 농약성분으로 수확 소요일수가 짧은 상추 등 엽채류에 사용할 경우 농약 잔류량이 높아 기준이 초과될 가능성이 높으므로 항상 주의하여야 한다(한국작물보호협회, 2006). 과실류와 과채류에서 기준초과율이 높은 복숭아는 EPN,

chlorpyrifos의 사용으로 인해 고추는 methidathion, chlorpyrifos, EPN의 사용으로 인해 기준초과되었다. 이러한 독성이 강한 농약성분 등을 사용하게 될 경우 재배농가의 농약중독증으로 인한 건강상 문제 및 농산물의 안전성이 위협받게 되므로 특별 관리가 필요하다고 사료된다.

두 종류 이상의 농약사용에 의한 기준초과

농작물을 가해하는 병해충은 작물의 재배기간 중 동시에 발생하는 경우가 많으므로 살균제와 살충제 또는 살충제와 살충제 농약을 2~3종 또는 3~4종을 혼용 살포함으로써 병해충의 방제효율을 증대시킬 뿐만 아니라 약제에 대한 저항성의 출현을 최소화하며 약제 살포횟수를 줄여 노동력의 절감

Table 5. Distribution of pesticide residues in agricultural products (2006~2008)

Commodity	One residue		Two residues		Three or more residues	
	No. of detected samples	No. of samples exceeding MRLs	No. of detected samples	No. of samples exceeding MRLs	No. of detected samples	No. of samples exceeding MRLs
Leafy vegetable						
Perilla leaf	130	26	39	18	8	5
Lettuce	117	14	16	3	1	1
Chamnamul	34	8	11	5	-	-
Spinach	39	5	9	3	-	-
Crown daisy	27	11	8	5	-	-
Korean cabbage	48	11	5	2	1	1
Dongcho	14	4	5	3	-	-
Bang-a	18	5	4	2	-	-
Radish leaf	29	7	2	2	1	1
Parsley	7	5	1	1	1	1
Chwinamul	1	-	2	2	-	-
Chard	8	4	-	-	1	1
Chicory	25	6	1	1	-	-
Others	22	4	3	-	-	-
Leaf and stem vegetable						
Welsh onion	68	12	12	7	1	1
Leek	35	9	7	2	-	-
Celery	11	2	4	2	1	-
Green garlic	4	2	-	-	1	1
Others	2	-	1	1	-	-
Fruits vegetable						
Tomato	39	-	7	1	2	-
Fresh pepper	26	3	5	3	1	-
Others	76	2	14	-	2	-
Fruit						
Grape	39	-	9	-	1	1
Apple	21	-	4	1	-	-
Mandarin	30	-	4	1	-	-
Peach	21	6	1	1	2	1
Others	54	5	11	-	1	-
Others	8	-	1	-	-	-
Total	953	151	186	66	25	14

효과를 높일 수 있다고 알려져 있다. 이와 같은 장점 때문에 대부분의 농가에서는 농약을 혼용 살포하는 것이 일반화되어 있는 실정이다(이 등, 2001).

혼합제란 사용목적 또는 작용특성이 서로 다른 2종 또는 그 이상의 약제를 혼합하여 하나의 제형으로 제제한 약제를 말하는 것이며(정 등, 2000), 본 연구에서는 두 종류 이상의 농약이 검출된 경우 '두 종류 이상의 농약사용'으로 표기하였다. 두 종류 이상의 농약을 혼합하여 사용하게 되면 농약사용 총량이 증가되어 각 농약이 작물 내부로 침투되는 양이 증가될 수 있다(임 등, 2007).

잔류농약이 검출된 1,164건의 농산물 중 211건에서 두 종류 이상의 농약이 검출되었고 이 중 37.9%에 해당되는 80건이 기준초과되었다. 연도별로는 2006년에 기준초과 72건 중 26건, 2007년에 기준초과 84건 중 28건, 그리고 2008년에 기준초과 75건 중 26건이 두 종류 이상의 농약사용에 의한 것으로 나타났다.

농산물 분류별로는 기준초과된 엽채류 167건 중 57건, 엽경채류 39건 중 14건, 과채류 9건 중 4건, 과실류 16건 중 5건으로 나타났다.

농산물 품목별로 단일 또는 두 종류 이상 농약사용에 의한 검출 및 기준초과빈도는 Table 5와 같다. 품목별로 두 종류 이상 농약사용에 의한 기준초과율과 전체 기준초과율과의 관계를 알기 위하여 이변량 상관계수를 수행한 결과, 양의 상관관계($r=0.912$, $p<.01$)로 나타났다. 즉 전체 기준초과율이 높

은 파슬리, 참나물, 취나물, 깻잎, 쑥갓 등이 두 종류 이상 농약사용에 의한 기준초과율이 높게 나타났다(Fig. 1). 또한 두 종류 보다 세 종류 이상 검출되었을 때 검출회수 대비 기준초과 비율은 두 종류 검출 시 보다 더 높은 것으로 나타났다.

강원도 고랭지대 배추 경작자들의 농약 혼합사용 이유를 묻는 질문에 대해 대다수는 노동력 절감, 병해충 및 잡초의 동시방제를 그 이유로 들었고, 농약혼합의 주된 기준으로 자신의 오랜 경험(55.3%)과 농약상의 추천(28.7%)을 들었는데 이러한 농약혼합으로 응답자의 46.7%는 작물약해를 입은 경험이 있다고 보고하였다(김 등, 2003). 특히 특성이 서로 다른 약제를 혼용하여 살포액을 조제하는 경우에는 약제의 균일한 혼화에 특별히 주의하여야 하며 특히 약제간 혼용은 정부에서 고시하는 혼용가부표에서 규정된 약제 외에는 약해를 유발할 가능성이 있으므로 주의하여야 한다(정 등, 2000). 농약에 의한 작물의 약해발생 원인으로 고농도 살포(38%), 부적합한 약제사용(23%), 불합리한 혼용(16%), 사용방법 미숙(15%), 기타(8%)에 의해 피해가 발생하는 것으로 알려져 있다(임 등, 2007).

충남지역 채소류에 대한 농약잔류실태 및 농업인들의 농약에 대한 인지도 조사에서 농약 살포 후 방제 효과가 없었다는 이유에 대해 같은 농약을 계속 살포해서(50.2%), 해당 병해충에 적용되지 않는 농약이라서(25.8%), 잘못 혼합해서(12.0%), 기타(12.0%)로 조사되었다(김, 2003). 본 연구에서 잔류허용 기준을 초과하는 요인이 된 해당 농산물에 대한 미적용 농약의 사용, 두 종류 이상의 농약사용에 의한 기준초과는 부적합 조치에 의한 불이익뿐만 아니라 병해충 및 잡초방제 효과를 얻지 못하게 될 수 있다. 따라서 관련기관에서는 소면적 작물에 적용할 농약에 대한 직권등록시험의 지속적인 확대, 농약제조회사에서는 효과적인 병해충을 방제할 수 있는 농약의 개발, 그리고 무엇보다 재배농가에서는 해당 농산물에 대한 농약사용지침을 준수하여 안전한 농산물이 공급되도록 해야 할 것으로 사료된다.

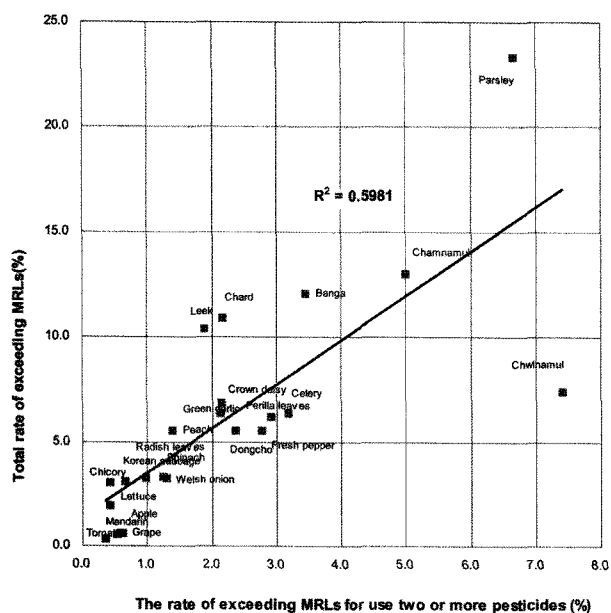


Fig. 1. Scatter diagram of the rate of residue exceeding MRLs for the use of two or more pesticides and total rate of exceeding MRLs by commodity.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

국립농산물품질관리원 (2009) 농식품 안전안심 서비스 세입규
<http://www.safeq.go.kr>.

김규섭 (2003) 충남지역 채소류에 대한 농약잔류실태 및 농업인들의 농약에 대한 인지도 조사 연구. 국립농산물품질관리원 농산물안전성연구회 연구논문집 1:235~266.

김성문, 최해진, 김희연, 이동경, 김태한, 안문섭, 허장현 (2002) 강

- 원도 고랭지대 배추 경작자들의 농약 사용 실태. 한국농약과학지 6(4):250~256.
- 김은희, 채영주, 강희곤, 김명희 (2003) 5년간 강북지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 보고. 서울특별시 보건환경연구원보 39:211~222.
- 농림부 (2007a) 농산물 중 농약의 잔류특성(1). 농약유통정보 18(5): 52~56.
- 농림부 (2007b) 농산물 중 농약의 잔류특성(2). 작물보호제유통정보 18(6):53~56.
- 식품의약품안전청 (2007a) 식품의 농약 잔류허용기준.
- 식품의약품안전청 (2007b) 식품의 기준 및 규격 중 개정 제2007-63호.
- 식품의약품안전청 (2008a) 식품의 기준 및 규격 일부개정 고시 제 2008-80호.
- 식품의약품안전청 (2008b) 식품공전.
- 식품의약품안전청 (2008c) 식품의 기준 및 규격 개정 고시 제2008-51호.
- 식품의약품안전청 (2009) 2009년도 식품안전관리지침. p. 165~177.
- 이제봉, 정미혜, 성하정, 이해근, 양재설 (2001) 몇 가지 살충제의 혼용 및 혼합시 독성반응. 한국농약과학회지 5(4):57~61.
- 임건재, 김광호, 박승순, 김두호, 오병렬, 신진섭, 김경선, 김찬섭, 이제봉, 백기선 (2007) 농약! 과연 안전한가?. 농촌진흥청 p. 13~55.
- 정영호, 김장역, 김정환, 이영득, 임치환, 허장현 (2000) 최신 농약학. 시그마프레스 p. 33, p. 86
- 한국작물보호협회 (2006) 농약사용지침서. p. 460, p. 576~577.
- 홍무기 (2007a) 잔류농약의 위해성 및 관리방안. 생활과 농약 28 (6):22-25.
- 홍무기 (2007b) 미등록 농약 잔류기준 대폭강화. 생활과 농약 28 (4):22-25.
- 황광호, 이춘영, 이은순, 엄정훈, 한성희, 김경식, 김정현, 박석기 (2008) 가락시장에서 유통된 농산물의 잔류농약 변화추이(2004~2008). 서울특별시 보건환경연구원보 44:35~43.
- 황영숙, 김태량, 전수진, 최부철, 안지숙, 이영주, 홍미선, 박노운, 박석기 (2008) 서울 강서지역 유통 농산물 중의 농약잔류 실태조사(2008). 서울특별시 보건환경연구원보 44:58~69.

2006~2008년 부산지역 농산물도매시장 경매 전 농산물의 잔류농약 조사

권순목* · 박은희 · 강정미 · 조현철 · 진성현 · 유평종 · 류병순 · 정기호¹

부산광역시 보건환경연구원 농산물검사소, ¹부산대학교 화학과

요약 본 연구는 2006년 3월부터 2008년 12월까지 부산지역 농산물도매시장으로 유입되는 경매 전 농산물 7,237건에 대해 다중농약다성분법으로 잔류농약검사를 실시하였다. 이 중 1,164건 (16.1%)에서 농약이 검출되었으며, 231건 (3.2%)은 잔류허용기준을 초과하였다. 기준초과된 농산물은 대부분 해당 농산물에 대한 잔류허용기준이 정해져 있지 않아서 잠정기준을 적용받는 경우로서 기준초과된 231건 중 181건으로 78.4%가 이에 해당한다. 농약성분별로 endosulfan, procymidone, chlorothalonil, ethoprophos, chlorpyrifos, diethofencarb, kresoxim-methyl, EPN 순으로 잔류허용기준이 초과되었다. 잔류농약이 검출된 1,164건의 농산물 중 211건에서 두 종류 이상 농약이 검출되었고 이 중 37.9%에 해당되는 80건이 기준초과되었다. 본 연구에서 농약 잔류허용기준을 초과하는 요인은 해당 농산물에 대한 미적용 농약의 사용, 두 종류 이상의 농약 사용으로 나타났다.

색인어 농산물, 잔류농약, 잔류허용기준