J. Fd Hyg. Safety
Vol. 24, No. 4, pp. 357~367 (2009)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

서울특별시 강북지역 유통 농산물 중 농약잔류실태조사(2008)

승현정* · 박성규 · 하광태 · 김욱희 · 최영희 · 김시정 · 이경아 · 장정임 · 조한빈 · 최병현

강북농수산물검사소 잔류농약검사팀

Survey on Pesticide Residues in Commercial Agricultural Products in the Northern Area of Seoul(2008)

Hyun-jung Seung*, Sung-kyu Park, Kwang-tae Ha, Ouk-hee Kim, Young-hee Choi, Si-jung Kim, Kyeong-ah Lee, Jung-im Jang, Han-bin Jo, and Byung-hyun Choi

Kangbuk Residue Pesticide Inspection Team

(Received September 14, 2009/Revised November 20, 2009/Accepted December 1, 2009)

ABSTRACT - This study was carried out to investigate the current status of pesticide residues in 3,735 agricultural products in the northern area of Seoul from January to December in 2008. 3,735 samples, comprising 119 types of agricultrural products were assessed via a multiresidue method to detect 260 pesticides. Pesticide residues were detected in 19.7%(737 of 3,735 samples), and the rate at which the detected residues violated the maximum residue levels(MRLs) of the Korean Food Code was 3.2%(121 of 3,735 samples). Pesticide residues were detected in 72 spinaches, 64 peppers, 45 sweet peppers, 40 perilla leaves, 38 korean cabbages and 37 dried agricultural products. The samples that violated the MRLs included 14 perilla leaves, 13 spinaches, 12 leek, 6 lettuces(leaf), 6 chards and 6 gyeojchaes. Procymidone, endosulfan, chlorfenapyr, cypermethrin, bifenthrin, tebuconazole and fenvalerate were all frequently observed. Procymidone, endosulfan, dimethomorph and diniconazole were the pesticides most frequently detected at levels that violated the Korean Food Code MRLs.

Key words: pesticide residue, agricultural product, violation rate, MRLs

병충해 및 잡초 등을 효과적으로 제거하기 위해 합성된 유기화합물인 농약은 현대 농업에서 농산물의 생산량 증대에 중요한 역할을 하여 왔고, 농작물 재배에서 필수불가결한 자재로 사용되어져 왔다. 최근에는, 농약의 독성에 의한 환경오염 등을 방지하기 위해 미생물농약 등의 다양한 대안이 제시되고 있으나[1-4], 병해충 및 잡초 방제에 화학농약보다 더 저렴하면서도 효율적인 기술의 개발은 아직 미미한 수준이다.

농약은 식량의 안정적 생산을 위해 사용하고 있는 필수자재이기 때문에 그의 사용목적을 달성할 수 있도록 사용을 허가하고 있으나, 농약의 오남용을 방지하여 국민건강에 피해를 주지 않도록 각 농약별 사용량, 사용 횟수, 수확기에 따른 살포 횟수 및 시기 등에 관한 농약안전사용기준과 농약의 최대잔류허용기준을 설정하여 사용방법과 사용량을 엄격히 규제하고 있다[5-6].

세계 각국은, 지속적인 모니터링 검사 및 감시를 실시하여 잔류농약 오염실태 및 그 추이 변화를 파악하고, 그 결과를 식품정책의 기초 자료로 활용하고 있으며, 농약이 최대잔류허용기준 이상으로 잔류하고 있는 농산물을 폐기시킴으로써 유통농산물의 안전성을 보장하고 있다. 미국의 모니터링 사업은 FDA 주관으로 1987년부터 현재까지 운용되고 있으며 국내에서 생산되는 농산물과 가공식품뿐만 아니라 수입품에 대해서도 모니터링을 실시하여 매년 보고서를 공개함으로써 유통농산물의 안전성을 보장하고 있다[7-8]. EU의 경우 각 회원국별로 자체적으로 모니터링을 실시하여 최종결과를 발표하고 있으며, EU 회원국들이 공동으로 참여하는 모니터링을 실시함으로써 안전성을 확보하고 있다[9-10]. 일본은 국립의약품식품위생연구소 외에 지방위생연구소 등 20여 기관의 협력을 얻어 전국적인 식품중의 잔류농약 실태 조사를 실시하여 농약의 안전성과 잔류허용기준설정 등의 일을 수행하고 있다[11].

우리나라에서는 1968년부터 잔류농약 모니터링을 실시

*Correspondence to: Hyun-jung Seung, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment
Tel: 82-2-968-5096, Fax: 82-2-964-8174
E-mail: vet9698@seoul.go.kr

하였으며 1988년 9월 처음으로 17종 농약에 대한 잔류허용기준을 설정한 이후 2008년 4월 현재, 총 21차례에 걸쳐 잔류허용기준을 신설 및 개정함으로써 총 399종 농약성분에 대한 잔류허용기준을 설정하여 안전한 농산물이 수입 · 유통될 수 있도록 관리하고 있다[12].

안전성이 확보된 농약이라도 농업 생산 현장에서 올바르게 사용하지 않는다면 많은 문제가 야기될 수 있으므로 주기적으로 환경과 생산 농산물에 대한 안전성 점검을 위한 모니터링이 필요하다. 이러한 모니터링은 환경, 농업 및 식품의 안전성과 관련된 기관에서 주요한 사업으로 추진해 나가야 할 것이다.

이에 본 조사는 2008년 서울시 강북지역에서 유통된 농산물의 농약 잔류량을 검사하여 잔류허용기준을 초과하는 작물은 사전에 차단하여 농산물의 안전성을 확보하고 생산자에 대한 안전농약사용과 농약 사용 저감화를 위한 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 시료 및 분석농약

2008년 1월부터 12월까지 서울 강북 전 지역에서 유통되고 있는 농산물 119종 3,735건을 대상으로 260종 농약의 잔류량을 분석하였다.

2. 시약 및 기구

260종의 농약 표준품은 Riedel-de Haen사(Germany), Chem Service (USA), Dr. Ehtrenstorfer GmbH (Germany) 그리고 Wako사(Japan) 등의 제품을 사용하였으며, 일반시약은 잔류농약분석용 및 HPLC용을 사용하였다. 분석기기로서 Agilent 6890 (Agilent, USA)사의 가스크로마토그라프를, 액체크로마토그라프는 Agilent 1100 series (Agilent, USA)를 사용하였으며, 검출된 농약의 성분 확인에는 Agilent 5973 MSD (Agilent, USA), Agilent 1100 series (Agilent, USA) HPLC-DAD, HPLC-MSD를 사용하였다.

3. 실험 방법

시료는 식품공전 중 잔류농약시험법[13]과 Oh[14], Lee[15]의 동시다성분 분석법으로 전처리하여 GC-ECD, GC-NPD, GC-FPD, GC-MSD, HPLC-FLD, HPLC-DAD, HPLC-MSD를 이용하여 260종의 농약을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 농약검출에 대한 품목별 현황

본 연구에서는 2008년 서울 강북 지역에서 유통중인 3,735건의 농산물을 대상으로 잔류농약 260종에 대한 농약의 잔류 실태를 조사하였으며, 검사한 농산물을 종류별로 분류해 보면 채소류 3,116건, 과실류 249건, 차 72건, 버섯류 45건, 서류 42건, 곡류 35건, 콩류 19건, 견과종실류 12건, 그 외 기타농산물 145건을 검사하였다(Table 1). 총 3,735건 중 737건에서 농약이 검출되어 19.7%의 검출률을 나타내었다. 이는 2007년의 검사건수대비 건수에 비하면 낮아진 결과이나, 1999년부터 강북농수산물검사소에서 시행한 농산물 잔류농약 모니터링 결과, 농약 검출률은 점점 증가해가고 있다(Table 2). 농약이 검출된 737건의 농산물 중 잔류허용기준을 초과한 농산물은 121건으로 3.2%의 부적률을 나타냈다. 특히 잔류허용기준을 초과한 농산물 121건 중 119건이 채소류(엽채류 90건, 엽경채류 25건, 과채류 3건, 근채류 1건)였으며, 2건은 건조농산물이었다.

농산물별 농약의 검출율을 보면 채소류는 20.2%(628/3,116), 과실류는 24.5%(61/249), 곡류는 11.4%(4/35), 차류는 5.6%(4/72), 서류는 2.4%(1/42)의 검출율을 나타내었으며 견과종실류, 버섯류, 콩류에서는 농약이 검출되지 않았다(Table 3). 그 외 기타농산물에서는 39건에서 농약이 검출되어 26.9%의 검출율을 보였다. 그리고, 채소류에서 농약이 많이 검출되는 이유는 중량당 단위 표면적이 커서 농약의 부착이 큰 점, 비닐하우스 재배가 많아 비나 바람 등에 의한 손실이 적은 점, 해충 등의 피해를 줄이기 위해 농약이 과다하게 사용될 수 있는 점 등 이라 할 수 있다[17].

채소류 중 엽채류의 검출률이 11.8%로 가장 높았으며, 과채류 4.8%, 엽경채류 3.3%, 근채류 0.2%의 순이었다. 엽채류 중 가장 많은 검출을 나타낸 농산물은 시금치 85건(4.8%), 들깻잎 54건(3.0%), 배추 43건(2.4%), 상추 34건(1.9%), 취나물 20건(1.1%), 무(열무포함, 잎) 17건(1.0%), 근대, 고춧잎, 참나물이 12건(0.7%)이었다. 그 외 쑥갓, 비름나물이 9건(0.5%), 겨자채 8건(0.4%), 아욱, 브로콜리 5건(0.3%), 케일 4건(0.2%), 치커리 3건(0.2%), 청경채, 호박잎, 다청채 2건(0.1%), 양배추, 머위, 뉴그린 1건(0.05%)에서 농약이 검출되었다. 과채류 중에서는 고추 67건(9.9%), 피망 45건(6.7%), 오이 17건(2.5%), 호박 9건(1.3%), 가지 5건(0.7%), 참외 4건(0.6%), 토마토 3건(0.4%), 멜론 1건(0.1%)의 순으로 농약이 검출되었다. 엽경채류 중에서는 부추 55건(10.7%), 파 25건(4.9%), 달래 10건(2.0%), 미나리 6건(1.2%), 돌나물 5건(1.0%), 셀러리, 풋마늘, 치콘 1건(0.2%)의 순으로 검출되었으며 근채류에서는 무(뿌리)에서 6건(4.2%)이 검출되었다. 채소류에서 농약의 검출률이 가장 높은 것은 엽채류였는데 이는 신 등[16]의 연구 결과인 채소류 중 엽경채의 검출률이 가장 높았다는 것과는 차이를 보였다. 이런 차이가 보이는 것은 두 검사기관에서 검사하는 시장의 반입되는 농산물의 생산지, 생산자, 그리고 농약을 사용한 재배방법의 다양성에 기인하는 것으로 생각되며 본 연구에서 엽채류의 수거건수가 전체 수거건수의 80% 이상을 차지하고 나머지 농산물은 상대적으로 적은 수거품목에 해당되기 때문이라고 사료된다.

Table 1. List of used for survey of pesticide residues

Type (No. of samples)	Group (No. of samples)	Product Name (No. of Samples)
Vegetable (3,116)	Leafy vegetables (1,784)	Korean cabbage(234), Cabbage(81), Lettuce(leaf)(179), Lettuce(head)(89), Spinach(248), Perilla leaves(134), Crown daisy(47), Marsh mallow(42), Chard(37), Butterbur(15), Radish leaves(117), Chwinamul(58), Papper leaves(21), Chamnamul(39), Kale(9), Broccoli(105), Chinese vegetables(43), Mustard leaf(26), Shepherd's purse(15), Chicory (leaves)(23), Pumpkin young leaves(14), Shinsuncho(8), Amaranth(37), Sowthistle(4), Gyeojachae(15), New green(2), Dachungchae(2), Danggi leaf(5), others(135)
	Stalk and stem vegetables (512)	Welsh onion(122), Leek(125), Waterdrop Waterdrop wort(135), Sweet potato stalk(7), Taro stem(5), Bracken(17, Asparagus(3), Celery(17), Bamboo shoot(1), Kohlrabi(7), Kuansh(2), Bud of aralia(9), Wild garlic (21), Green garlic(16), Sedum18), others(7)
	Root and tuber vegetables (144)	Radish(root)(105), Onion(4), Garlic(4), Carrot(6), Ginger(4), Lotus root(3), Balloon flower(12), Bonnet bellflower(4), Chicory(root)(2)
	Fruiting vegetables (676)	Cucumber(138), Squash(98), Tomato(29), Green & Red pepper (Fresh)(202), Sweet pepper(123), Eggplant(68), Korean melon(15), Watermelon(1), Melon(2)
Fruits (249)	Pome fruits(53)	Apple(31), Pear(6), Persimmon(15)
	Citrus fruits(29)	Mandarin(10), Orange(12), Grapefruit(5), Lemon(1), others(1)
	Stone fruits(63)	Peach(15), Jujube(8), Apricot(2), Plum(12), Korean plum(23), Cherry(3)
	Berries and other small fruits(58)	Grape(35), Strawberry(21), Berry(1), Wild berry(1)
	Assorted tropical and sub tropical fruits(46)	Banana(32), Pineapple(3), Kiwifruit(5), Mango(4), others(2)
Tea leaves (72)	-	Tea(72)
Mushrooms (45)	-	Oyster mushroom(5), Oak mushroom(1), Mushroom(2), Winter mushroom(17), Juda's ear(1), Ganoderm aliucidum karst(1), New matsutake fungus(18)
Potatoes (42)	-	Potato(18), Sweet potato(19), Taro(4), Yam(1)
Cereal grains (35)	-	Rice(17), Barley(2), Buckwheat(1), Foxtail millet(3), Sorghum(3), Corn(7), Job's tear(1), others(1)
Beans (19)	-	Mungbean(2), Pea(1), Cowpea(2), Red bean(1), Black bean(3), others (10)
Nuts and Seeds (12)	Nuts(8)	Chestnut(7), Peanut(1)
	Seeds(4)	Seasam(2), Perilla-seed(2)
Other plants (145)	-	Mungbean sprouts(8), Soybean sprouts(19), Dried agricultural products (84), others(34)

Table 2. Detection and violation rates of pesticides in agricultural products by year

Year	Total No. of samples analyzed	Sample detected with pesticide		Sample exceeded MRL	
		No.	%	No.	%
2008	3735	616	19.7	121	3.2
2007	3020	616	20.4	124	4.1
2006	3044	470	15.4	54	1.8
2005	4108	534	13.0	72	1.8
2004	3811	437	11.5	64	1.7
2003	3797	299	7.9	65	1.7
2002	3440	179	5.2	53	1.5
2001	3695	148	4.0	53	1.4
2000	3041	117	3.9	46	1.5
1999	1588	80	5.0	37	2.3

Table 3. Distribution of 737 residual pesticides in each 3,735 agricultural products in wholesale markets in Seoul, 2008

Type	Group	Product Name	No. of samples	No. of pesticide detected	No. of pesticide violated
Vegetable	Leafy vegetables	Korean cabbage	234	38	5
		Cabbage	81	1	0
		Lettuce(leaf)	179	28	6
		Lettuce(head)	89	5	0
		Spinach	248	72	13
		Perilla leaves	134	40	14
		Crown daisy	47	7	2
		Marsh mallow	42	3	2
		Chard	37	6	6
		Butterbur	15	1	0
		Radish leaves	117	13	4
		Chwinamul	58	16	4
		Pepper leaves	21	8	4
		Chamnamul	39	7	5
		Kale	9	2	2
		Broccoli	105	5	0
		Chinese vegetable	43	1	1
		Mustard leaves	26	6	0
		Chicory(leaves)	23	1	2
		Pumpkin young leaves	14	2	0
		Amaranth	37	6	3
		Gyeojachae	15	2	6
		New green	2	1	0
		Dachungchae	2	0	2
		Others	135	6	9
	Stalk and stem vegetables	Welsh onion	122	21	4
		Leek	125	43	12
		Waterdrop wort	135	3	3
		Celery	17	1	0
		Wild garlic	21	8	2
		Green garlic	16	1	0
		Sedum	18	2	3
		Others	7	0	1
	Root and tuber vegetables	Radish(root)	105	5	1
	Fruiting vegetables	Cucumber	138	17	0
		Eggplant	68	5	0
		Green & red pepper(fresh)	202	64	3
		Korean melon	15	4	0
		Melon	2	1	0
		Squash	98	9	0
		Sweet pepper	123	45	0
		Tomato	29	3	0
Fruits	Pome fruits	Apple	31	12	0
		Persimmon	15	1	0
	Cirus fruits	Grapefruit	5	1	0
		Lemon	1	1	0
		Mandarin	10	1	0
		Orange	12	8	0
	Stone fruits	Apricot	2	1	0
		Jujube	8	7	0
		Peach	15	9	0
		Plum	12	2	0
	Berries and other small fruits	Grape	35	8	0
		Strawberry	21	2	0
	Assorted tropical and sub tropical fruits	Banana	32	6	0
		Kiwifruit	5	2	0

Table 3. Continued

Type	Group	Product Name	No. of samples	No. of pesticide detected	No. of pesticide violated
Cereal grains		Rice	17	4	0
Potatoes		Potato	18	1	0
Other plants		Dried agricultural products	84	37	2

과실류 중에서는 핵과류의 검출률이 7.6%로 가장 높았으며, 이과류 5.2%, 감귤류 4.4%, 장과류 4.0%, 열대과일류 3.2%의 순이었다. 핵과류는 복숭아 9건(14.3%), 대추 7건(11.1%), 자두 2건(3.2%), 살구 1건(1.6%)의 순으로 검출되었으며, 이과류는 사과 12건(22.6%), 감 1건(1.9%)의 순이었으며, 감귤류는 오렌지 8건(27.6%), 자몽, 레몬, 밀감이 각각 1건(3.4%)씩 검출되었다. 그 외 장과류인 포도 8건(15.1%), 딸기 2건(3.4%)에서 검출이 되었으며, 열대과일류인 바나나 6건(13.0%), 키위 2건(4.3%)에서 농약이 검출되었다.

그 외 차류에서 1건(1.4%), 곡류 중 쌀에서 4건(11.4%), 서류 중 감자에서 1건(2.4%)이 검출되었으며, 기타농산물 중 건조농산물에서 39건(26.9%)이 검출되었다. 특히, 기타농산물 중 건조농산물인 고춧가루 38건에서 농약이 검출되었는데 이는 건조과정에서 농약이 분해 및 소실되어 검출률이 상당히 낮을 것이라는 예상과는 반대였다. 건조고추의 잔류농약 검출률이 높은 것은 고추에 발생하는 수많은 바이러스를 매개하는 진딧물의 번식력이 강하여 거의 전 생육기간에 걸쳐 발생하며, 각종 병해와 더불어 해충의 피해도 많은 작물이기 때문에 잦은 농약의 사용을 필요로 한다. 특히, 고추는 생육 초기에 필요에 따라 우선 풋고추로 수확하고, 그 중 좋은 것을 남겨 두었다가 건조용으로 수확하는 방법을 일반적으로 실시하는 연속수확작물이어서 상대적으로 건조고추 중의 잔류농약의 분포가 다양하고 검출률이 높은 것으로 생각된다[17]. 이를 토대로 고추가 우리나라에서 가장 많이 소비되는 양념류로서 대부분 건조·분쇄되어 고춧가루로 이용되는 점을 고려할 때, 건조고추의 잔류농약 허용기준의 보완이 필요하다고 생각된다.

잔류허용기준을 초과하는 121건 농산물의 검출농약과 검출량은 Table 4에 나타내었다. 잔류허용기준을 초과하는 농산물은 들깻잎 14건(11.6%), 시금치 13건(10.7%), 부추 12건(9.9%), 상추, 근대, 겨자채 6건(5.0%), 배추, 참나물 5건(4.1%), 취나물, 고춧잎, 무(열무포함, 잎), 파 4건(3.3%), 비름나물, 미나리, 돌나물, 고추 3건(2.5%), 쑥갓, 아욱, 케일, 치커리, 다청채, 달래, 건조농산물 2건(1.7%), 청경채, 치콘, 무(뿌리) 가 각 1건(0.8%)이었다.

2. 농약별 분포

260종의 농약에 대해 잔류검사를 실시한 결과 74종의 농약이 검출되었으며(Table 5), 검출빈도가 가장 높은 농약은 프로시미돈으로 168회였고 다음으로 엔도설판 108회, 클로르훼나피르 96회, 싸이퍼메쓰린 69회, 비펜스린 55회, 터부코나졸 42회, 펜발러레이트 41회, 클로르피리포스 33회, 테트라코나졸 32회 등의 순으로 나타났다. 이는 농약 59종이 검출된 2007년의 프로시미돈 127회, 엔도설판 88회, 클로르훼나피르 68회, 비펜스린 41회, 싸이퍼메쓰린 32회(Table 6)와는 큰 차이가 없으나, 2007년에 비해 2008년에는 펜발러레이트, 터부코나졸, 클로르피리포스가 많이 검출되는 농약들로 나타났다. 그리고, 2007년도에 검출되지 않았던 이마자릴이 2008년도에는 9회나 검출되어 감귤류의 검사도 강화되어야 할 것으로 사료된다. 전년도에 비해 이마자릴, 이소프로치오란, 싸이할로쓰린, 이프로디온, 펜헥사미드 등 15종의 농약이 새로이 검출된 것은 새로운 농약의 공급과 사용하는 농약의 종류가 다양화되고 분석기술의 향상과 잔류농약허용기준의 강화 및 농약성분에 있어 유효 등록 작물이외에서 검출되면 부적합으로 기준규격이 강화되었기 때문인 것으로 사료된다. 본 조사에서 가장 많이 검출된 프로시미돈은 살균제로, 엔도설판은 유기 염소계 살충제로 수질오염성 농약으로 지정되어 있으며 잔류성이 길어서 엽채류나 과채류 및 근채류에서의 사용을 제한하고 있는 농약으로 2008년, 2007년에 검출빈도가 높은 농약이므로 좀 더 체계적인 관리가 요구된다. 그리고, 2006년도와 2007년에 검출되지 않았던 농약인 이프로디온, 페나자퀸, 테부페노자이드가 각 6회, 2회, 2회로 2008년도에 새로이 검출되는 농약으로 나타났다.

한편 잔류허용기준치가 초과된 농약들은 프로시미돈이 35회로 가장 많았고, 그 다음으로 엔도설판 16회, 디니코나졸, 디메토모르프 각 8회, 다이아지논, 피리다릴 각 6회 등의 순이었다. 이는 2007년 잔류허용기준치를 초과한 엔도설판 9회, 프로시미돈 8회의 연구 결과와 비교해 볼 때 현저한 증가를 보였다. 그러나, 아족시스트로빈의 경우 부적합이 2007년 19회에서 2008년에는 3회로 감소하였다. 이는 2008년 6월 이전에는 아족시스트로빈의 기준에 기타농산물 0.05 mg/kg이 먼저 적용되어 부적합이 많았던 것으로 생각된다. 그러나, 2008년 6월 이후 채소류인 경우 식품공전의 잔류허용기준 적용시에 해당농산물의 기준이 설정되어 있지 아니한 경우의 잠정기준은 첫째, CODEX 기준을 적용, 둘째, CODEX에 기준이 없는 경우 유사한 농산물의 최저기준 적용, 셋째, 앞의 두 경우에 적용되지 아니한 경우, 검출된 농약은 우리나라 농약 잔류허용기준 중 해당 농약의 최저기준을 적용하여 잔류허용기준이 높아져 부적합이

Table 4. Pesticides over MRLs agricultural products

Products	No. of Samples	No. of violative samples	Violation rate(%)	Pesticides	No. of samples over MRLs	Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
Perilla leaves	134	14	10.4	Endosulfan	2	0.2~0.3	0.1
				Diethofencarb	1	8.8	5.0
				Fludioxonil	1	1.59	0.05
				Diniconazole	4	0.17-0.38	0.05
				Azoxystrobin	1	4.12	0.05
				Propamocarb	1	1.2	0.1
				Procymidone	1	6.7	5.0
				Pyridaryl	2	3.5-4.0	2.0
				Bitertanol	1	5.2	3.0
Spinach	248	13	5.2	Fenproximate	1	0.51	0.05
				Endosulfan	4	0.2-2.0	0.1
				Dimethomorph	5	4.2-7.3	3.0
				Thiophanate-methyl	1	5.0	1.0
				Propamocarb	1	3.3	1.0
				Chlorothalonil	1	5.8	5.0
				Fenvalerate	1	1.6	0.5
Leek	125	12	9.6	Procymidone	6	3.9-25.4	5.0
				Pyraclofos	1	0.42	0.05
				Boscalid	1	1.0	0.3
				Pyridaryl	1	0.22	0.05
				Flutolanil	1	0.1	0.1
				Hexaconazole	2	0.2-0.7	0.1
				Bifenthrin	1	0.3	0.1
				Carbendazim	1	2.3	1.0
Lettuce(leaf)	179	6	3.4	Diazinon	1	6.9	0.1
				Procymidone	2	12.6-16.4	5.0
				Azoxystrobin	1	0.99	0.05
				Diniconazole	2	0.36-0.60	0.05
				Dimethomorph	1	10.0	7.0
Chard	37	6	16.2	Procymidone	1	3.27	0.05
				Propamocarb	1	2.00	0.05
				Fludioxonil	1	1.04	0.05
				Dimethomorph	1	3.7	2.0
				Endosulfan	2	0.3-0.7	0.1
Gyeojachae	15	6	40.0	Procymidone	4	1.96-4.07	0.05
				Diazinon	1	1.9	0.1
				Paclobutrazole	2	1.42-8.37	0.05
Chamnamul	39	5	12.8	Vinclozolin	1	4.8	1.0
				Procymidone	3	0.37-4.78	0.05
				Chlorothalonil	1	11.9	5.0
Korean cabbage	234	5	2.1	Azoxystrbin	1	0.37	0.05
				Diazinon	3	0.2-1.3	0.1
				Flutolanil	1	0.2	0.1
				Endosulfan	1	0.7	0.2
				Dimethomorph	1	3.7	2.0
Chwinamul	58	4	6.9	Endosulfan	1	3.8	0.1
				Fenarimol	1	4.2	1.0
				Propiconazole	1	4.73	0.05
				Fenvalerate	1	1.2	1.0
				Pencycuron	1	8.9	0.1
				Ethoprophos	1	0.22	0.02

Table 4. Continued

Products	No. of Samples	No. of violative samples	Violation rate(%)	Pesticides	No. of samples over MRLs	Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
Papper leaves	21	4	19.0	Chlorothalonil	2	2.3-9.1	5.0
				Fenvalerate	1	1.3	0.5
				Endosulfan	1	1.6	0.1
				Pyridaben	1	4.9	2.0
				EPN	1	0.2	0.1
				Carbendazim	1	11.4	1.0
Radish leaves	117	4	3.4	Flutolanil	2	0.4-0.5	0.1
				Endosulfan	1	4.2	0.1
				Phenthoate	1	0.2	0.1
				Diazinon	1	0.3	0.1
Welsh onion	122	4	3.3	Carbendazim	1	1.9	0.5
				Diethofencarb	1	0.33	0.05
				Iprodione	1	0.7	0.1
				Pyridaryl	1	0.7	0.5
Amaranth	37	3	8.1	Pencycuron	1	1.7	0.1
				Flufenoxuron	1	1.4	0.5
				Endosulfan	1	3.0	0.1
Waterdrop wort	135	3	2.2	Chlorpyrifos	2	0.50-4.99	0.01
				Endosulfan	2	0.2-0.6	0.1
Sedum	18	3	16.7	Procymidone	2	0.29-0.48	0.05
				Endosulfan	1	0.6	0.1
Pepper	202	3	1.5	Spiromecifen	1	0.78	0.05
				Ethoprophos	1	0.40	0.02
				Pyridaben	1	10.6	0.7
Crown daisy	47	2	4.3	Mepanipyrim	1	0.55	0.05
				Chlorpyrifos-methyl	1	0.6	0.1
Marsh mallow	42	2	4.8	Procymidone	2	0.38-6.10	0.05
Kale	9	2	22.2	Procymidone	2	2.77-3.22	0.05
Chicory(leaf)	23	2	8.7	Procymidone	2	5.11-14.64	0.05
Dachungchae	15	6	40.0	Procymidone	2	2.00-2.32	0.05
Wild garlic	21	2	9.5	Iprodione	1	0.8	0.1
				Metalaxyl	1	0.98	0.05
Chinese vegetables	43	1	2.3	Pyridaryl	1	0.25	0.05
Radish(root)	105	1	1.0	Terbufos	1	0.24	0.05
Chicon	6	1	16.7	Metalaxyl	1	2.0	0.5
Others	84	2	2.4	Fenpropathrin	1	1.6	0.2
				Cypermethrin	1	2.3	1.0

감소 한 것으로 생각된다.

잔류농약 검사의 특성상 모든 농산물에 대하여 검사할 수는 없다. 이에 유관기관은 농장에서 식탁까지의 안전한 농산물 공급지원을 위해서, 잔류농약 검사 정보를 공유하고 네트워크를 강화하여 효율적인 농산물 안전성 관리방안을 확립해야 한다고 사료된다. 많은 연구에 의하면 농산물에 잔류하는 농약은 조리 및 섭취전에 충분히 세척해 주면 상당량이 제거된다고 한다. 그리고 일부 농약의 경우에는 농산물의 저장기간 중에 분해된다고 한다. 이에 생산농민들은 해당농산물에 적용가능한 농약만을 사용하고, 농약 사용기준을 준수하여 병해충을 방제하여 소비자들이 안심하고 구입할 수 있는 농산물을 생산해야 할 것이다.

결 론

2008년 1월부터 12월까지 서울 강북 전 지역에서 유통되고 있는 농산물 119종 3,735건에 대하여 260종의 잔류농약을 분석한 결과, 737건에서 농약이 검출되어 19.7%의 검출률을 나타냈으며 농약 검출빈도가 높은 농산물은 시금치 72건, 고추 64건, 피망 45건, 부추 43건, 들깻잎 40건, 배추 38건, 건조농산물 37건 등의 순이었다. 농약 잔류허용기준을 초과한 농산물은 121건으로 3.2%의 부적합률을 나타내었고 들깻잎 14건, 시금치 13건, 부추 12건, 상추, 근대, 겨자채 각 6건, 배추, 참나물 각 5건 등의 순이었다. 검출된 농약은 74종으로 검출빈도가 높은 농약은 프로시미돈으로

Table 5. Detection of pesticides residues in agricultural products and their MRLs

Pesticide	No. of sample detected	No. of sample over MRLs	Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
Procymidone	168	35	0.002-29.093	0.05-10.0
Endosulfan	108	16	0.001-4.2	0.05-2.0
Chlorfenapyr	96	0	0.001-0.520	0.05-7.0
Cypermethrin	69	1	0.014-2.3	0.05-5.0
Bifenthrin	55	1	0.010-0.753	0.05-2.0
Tebuconazole	42	0	0.019-3.311	0.05-5.0
Fenvalerate	41	3	0.010-2.391	0.5-10.0
Chlorpyrifos	33	2	0.004-4.989	0.01-2.0
Tetraconazole	32	0	0.006-0.797	0.2-1.0
Metalaxyl	26	2	0.002-2.0	0.05-2.0
Dimethomorph	23	8	0.212-10.0	2.0-7.0
Chlorothalonil	21	4	0.003-11.890	0.05-5.0
Azoxystrobin	16	3	0.019-4.122	0.05-5.0
Diazinon	16	6	0.011-6.868	0.1
Diniconazole	15	8	0.015-0.60	0.05
Hexaconazole	15	2	0.011-0.675	0.1-1.0
Pyridaben	15	2	0.006-10.6	0.5-3.0
Pyridaryl	15	6	0.020-4.0	0.05-2.0
Flutolanil	12	4	0.007-0.546	0.1-0.7
Kresoxim-methyl	10	0	0.010-0.465	0.1-2.0
Imazalil	9	0	0.003-2.228	5.0
Fenarimol	8	1	0.006-4.2	0.1-1.0
Fludioxonil	8	2	0.011-1.585	0.05-3.0
Buprofezin	7	0	0.014-0.438	1.0
Isoprothiolane	7	0	0.021-0.299	0.2-0.5
Spiromecifen	7	1	0.009-0.777	0.05-1.0
Carbendazim	6	3	0.861-11.351	0.5-5.0
Cyhalothrin	6	0	0.012-0.240	0.5-1.62
Fenpropathrin	6	1	0.013-1.636	0.2-5.0
Pyrimethanil	6	0	0.005-1.850	3.0-5.0
Iprodione	4	2	0.407-0.817	0.1-5.0
Paclobutrazole	4	2	0.019-8.37	0.05
Bitertanol	3	1	0.077-5.169	1.0-3.0
Chlorpyrifos-methyl	3	1	0.006-0.590	0.1
Ethoprophos	3	2	0.001-0.40	0.02
Fenhexamid	3	0	0.072-0.949	3.0-5.0
Iprobenfos	3	0	0.055-0.124	0.2
Pencycuron	3	2	0.048-8.9	0.1
Phenthoate	3	1	0.031-0.223	0.1-1.0
Propamocarb	3	3	1.218-3.294	0.05-1.0
Vinclozolin	3	1	0.017-4.832	1.0
Cyprodinil	2	0	0.022-0.052	1.0-5.0
Fenazaquin	2	0	0.070-0.110	3.0
Oxadixyl	2	0	0.035-0.093	0.1
Pendimethalin	2	0	0.003-0.045	0.05-0.2
Tebufenozide	2	0	0.604-0.761	1.0
Tebufenpyrad	2	0	0.017-0.584	0.5-5.0
Tetradifon	2	0	0.011-0.206	1.0-3.0
Triadimenol	2	0	0.052-0.105	0.2-3.0
Bifenox	1	0	0.001	0.05
Boscalid	1	1	0.980	0.3

Table 5. Contunued

Pesticide	No. of sample detected	No. of sample over MRLs	Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)
Captan	1	0	0.016	2.0
Carbofuran	1	0	0.073	0.1
EPN	1	1	0.180	0.1
Etoxazole	1	0	0.078	0.1
Fenitrothion	1	0	0.080	0.1
Fenpyroxymate	1	1	0.508	0.05
Fluacrypyrim	1	0	0.242	3.0
Flufenoxuron	1	1	1.432	0.5
Mepanipyrim	1	1	0.545	0.05
Methoxyfenozide	1	0	2.347	5.0
Parathion	1	0	0.023	0.3
Permethrin	1	0	0.235	2.0
Prochlolaz	1	0	0.208	0.5
Propanil	1	0	0.106	0.2
Propiconazole	1	1	4.730	0.05
Pyraclofos	1	1	0.421	0.05
Terbufos	1	1	0.236	0.05
Thifluzamide	1	0	0.022	0.1
Thiodicarb	1	0	0.231	3.0
Thiophanate-methyl	1	1	5.011	1.0
Tolyfluanid	1	0	0.075	1.0
Triflumizol	1	0	0.140	1.0

Table 6. Frequency of pesticide detected by year

The order No.	2006	2007	2008
1	Procymidone(192,8)[1)]	Procymidone(127,8)	Procymidone(168,35)
2	Chlorfenapyr(90,4)	Endosulfan(88,9)	Endosulfan(108,16)
3	Diniconazole(89,11)	Chlorfenapyr(68,2)	Chlorfenapyr(96,0)
4	Chlorothalonil(21,1)	Bifenthrin(41,2)	Cypermethrin(69,1)
5	Chlorpyrifos(19,1)	Cypermethrin(32,0)	Bifenthrin(55,1)
6	Cypermethrin(16,0)	Metalaxyl(30,3)	Tebuconazole(42,0)
7	Diazinon(13,0)	Chlorothalonil(27,5)	Fenvalerate(41,3)
8	Tetraconazole(12,2)	Azoxystrobin(27,19)	Chlorpyrifos(33,2)
9	Dichlorvos(12,1)	Dimethomorph(27,14)	Tetraconazole(32,0)
10	Ethaboxam(11,3)	Diazinon(16,6)	Metalaxyl(26,2)
11	Fosthiazate(11,1)	Tetraconazole(13,2)	Diethofencarb(24,2)
12	Bifenthrin(10,0)	Diethofencarb(13,3)	Dimethomorph(23,8)
13	Fenthion(10,0)	Flutolanil(13,9)	Chlorothalonil(21,4)
14	Pyridaben(9,1)	Tebuconazole(9,1)	Azoxystrobin(16,3)
15	Vinclozolin(9,1)	Vinclozolin(7,1)	Diazinon(16,6)
16	Azoxystrobin(8,2)	Buprofezin(7,0)	Diniconazole(15,8)
17	Metalaxyl(8,2)	Fenvalerate(7,2)	Hexaconazole(15,2)
18	Hexaconazole(8,3)	Diniconazole(6,2)	Pyridaryl(15,6)
19	Kresoxim-methyl(8,1)	Chlorpyrifos(6,6)	Pyridaben(15,2)
20	Phenthoate(7,2)	Hexaconazole(6,0)	Flutolanil(12,4)
21	Tebuconazole(7,1)	Carbendazim(6,6)	Kresoxim-methyl(10,0)
22	Tolyfluanid(7,0)	Kresoxim-methyl(5,4)	Imazalil(9,0)
23	Fluquinconazole(7,1)	Fludioxonil(5,4)	Fludioxonil(8,2)
24	endosulfan(6,2)	Pencycuron(5,4)	Fenarimol(8,1)
25	Propamocarb(6,2)	Thifluzamide(4,0)	Buprofezin(7,0)

[1)]No. of pesticide detected, No. of pesticide violated.

Table 6. Continued

The order No.	2006	2007	2008
26	Diethofencarb(5,2)	Ethoprophos(4,3)	Spiromecifen(7,1)
27	Carbendazim(4,2)	Spiromecifen(4,4)	Isoprothiolane(7,0)
28	Buprofezin(4,0)	Tolyfluanid3,0)	Carbendazim(6,3)
29	Methidathion(4,1)	Pyrimethanil(3,0)	Pyrimethanil(6,0)
30	Isoprothiolane(3,0)	Pyridaryl(3,3)	Fenpropathrin(6,1)
31	Cyhalothrin(3,0)	Fenpropathrin(3,1)	Cyhalothrin(6,0)
32	Iprobenfos(3,0)	Thiamethoxam(3,2)	Paclobutrazole(4,2)
33	Triadimenol(3,1)	Ethaboxam(2,2)	Iprodione(4,2)
34	Fluazifop-buthyl(3,1)	Pyridaben(2,0)	Vinclozolin(3,1)
35	Imazalil(2,0)	Iprobenfos(2,1)	Pencycuron(3,2)
36	Cyprodinil(2,0)	Tebufenpyrad(2,0)	Ethoprophos(3,2)
37	Oxadixyl(2,1)	Terbufos(2,0)	Iprobenfos(3,0)
38	Pendimethalin(2,0)[1)]	Bitertanol(2,0)	Bitertanol(3,1)
39	Tebufenpyrad(2,0)	Boscalid(2,1)	Phenthoate(3,1)
40	Thifluzamide(2,1)	Flufenoxuron(2,0)	Propamocarb(3,3)
41	Cadusafos(2,1)	Methoxyfenozide(2,0)	Chlorpyrifos-methyl(3,1)
42	Penpropathrin(2,0)	Phenthoate(1,0)	Fenhexamid(3,0)
43	Prothiofos(2,0)	Fluquinconazole(1,1)	Tebufenpyrad(2,0)
44	Simazine(2,0)	Propamocarb(1,1)	Pendimethalin(2,0)
45	Tebupyrimfos(2,1)	Methidathion(1,0)	Tetradifon(2,0)
46	Fludioxonil(1,0)	Pendimethalin(1,0)	Triadimenol(2,0)
47	Ethoprophos(1,0)	Cadusafos(1,0)	Cyprodinil(2,0)
48	Pyraclofos(1,0)	Tebupyrimfos(1,1)	Oxadixyl(2,0)
49	Terbufos(1,0)	Tetradifon(1,0)	Fenazaquin(2,0)
50	Pyrimethanil(1,0)	Parathion(1,0)	Tebufenozide(2,0)
51	Tetradifon(1,0)	Paclobutrazole(1,1)	Thifluzamide(1,0)
52	Captan(1,0)	Fenarimol(1,0)	Tolyfluanid(1,0)
53	Fenitrothion(1,0)	Chlorpyrofos-methyl(1,1)	Terbufos(1,1)
54	Parathion(1,0)	Fluacrypyrim(1,0)	Boscalid(1,1)
55	Benfurcarb(1,0)	Permethrin(1,0)	Flufenoxuron(1,1)
56	Carbaryl(1,0)	Chlorfluazuron(1,0)	Methoxyfenozide(1,0)
57	Fenamidone(1,0)	Cycloprothrin(1,1)	Parathion(1,0)
58	Fenobucarb(1,0)	Iprovalicarb(1,0)	Fluacrypyrim(1,0)
59		Lufenuron(1,1)	Permethrin(1,0)
60			Pyraclofos(1,1)
61			Captan(1,0)
62			Fenitrothion(1,0)
63			EPN(1,1)
64			Fenpyroxymate(1,1)
65			Mepanipyrinm(1,1)
66			Propiconazole(1,1)
67			Thiophanate-methyl(1,1)
68			Bifenox(1,0)
69			Carbofuran(1,0)
70			Ethoxazole(1,0)
71			Prochloraz(1,0)
72			Propanil(1,0)
73			Thiodicarb(1,0)
74			Triflumizol(1,0)

[1)] No. of pesticide detected, No. of pesticide violated.

168회 검출되었고, 다음으로 엔도설판 108회, 클로르훼나피르 96회, 싸이퍼메쓰린 69회, 비펜스린 55회, 터부코나졸 42회, 펜발러레이트 41회 등의 순으로 검출되었다. 검출된 농약 중 잔류허용기준을 초과한 농약은 40종이고, 프로시미돈 35회, 엔도설판 16회, 디메토모르프, 디니코나졸 각 8회 순으로 나타났다.

참고문헌

1. Rajeondran UM, Elango K and Anand N : Effect of a fungicide, an insecticide, and a biopestcide on Tolypothrix scytonemoidse. Pestic. Biochem. Phys. **87**, 164-171 (2007).
2. Yezza A, Tyagi RD, Valero JR and Surampalli RY : Bioconversion of industrial waste-water and wastewater sludge into Bacillus thuringiensis in pilot fermentor. Bioresource Technol. **97**, 1850-1857 (2006).
3. Russell KH and Susan MB : Research initiatives in the art and science of biopesticide formulations. Soil Biol. Biochem. **38**, 84-849 (2006).
4. Boguslaw A, Liliana HC, Maria P, Iwona S and Marlinda S : Baculoviruses-reemerging biopesticide. Biotechnol. Adv. **24**, 143-160 (2006).
5. FAO. Codex Alimentarius Vol. 2 (suppl. 1). Pesticide residues in food. WHO. Rome, Italy (1993).
6. KFDA, Korea Food Code. Seoul. Korea (2005).
7. FDA, Food and drug administration pesticide program : Resudue monitoring 2002. FDA/CFSAN, MD, USA (2005).
8. FDA, Food and drug administration pesticide program : Resudue monitoring 2002. FDA/CFSAN, MD, USA (2004).
9. Commission of The European Communities. Monitoring of pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein 2004. Brussels, EU (2006).
10. Commission of The European Communities. Monitoring of pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein 2004. Brussels, EU (2005).
11. Good Sanitation Division and Food Chemistry Division. Pesticide residues in food. Ministry of Health and Welfare, Tokyo, Japan (1999).
12. 식품의 농약 잔류허용기준 : 식품의약품안전청 (2008).
13. 식품공전 : 한국식품공업협회, 문영사 (2008).
14. Oh BY : Monitoring on pesitcide residues in irrigation water, arable soil and agricultural products in Korea. Proceedings of IUPAC/KSPS international workshop on harmonization of data requirement and evalution, Seoul, Korea (2003).
15. Lee SM, Michael L, Papathais, Feng HC, Gaey FH and Joyce EC : Multipeticide residuce method for fruits and vegetables. Fresenius J. of Anal. Chem., 339-376 (1991).
16. 신재민, 김일영, 홍미선, 전수진, 두옥주, 이영주, 신기영, 박석기 : 서울 강서지 역 유통 농산물 중의 농약잔류 실태조사(2007). Repor of S.I.H.E., **43**, 101~112 (2007).
17. 김성단, 김복순, 박성규, 김미선, 조태희, 한창호, 조한빈, 최병현 : 서울시 유통 건조농산물 중의 농약잔류 실태 연구. Korean J. Food SCI. Technol. vol. 39, No. 2, pp. 114-121 (2007).