

시중 유통 농산물중의 농약잔류실태조사(V)

농산물검사과

조성자 · 김복순 · 김일영 · 신기영 · 박주성, 홍미선 · 정소영 · 장민수 · 조성애 · 박애숙 · 강희곤 · 김정현 · 이강문

A Study on Pesticide Residue in Commercial Agricultural Foods

Agrochemical Analysis Division

Sung-Ja Cho, Bok-sun Kim, Il-Young Kim, Kee-Young Shin,
Ju-Sung Bak, Mi-Sun Hong, So-Young Jung, Min-Su Chang,
Sung-Ae Cho, Ae-Suk Bak, Hee-Gon Kang, Jung-Hun Kim and Kang-Moon Lee

=Abstract=

Screen for the analysis of pesticide residue in commercial agricultural products in Seoul area were accomplished from Jan. 1997 to Dec. 1997.

103 kinds of pesticide residues were analyzed in 1536 samples by GC(ECD, NPD) and identified with GC-MSD. The results were as follows :

1. Total detection rate of pesticide residue was 20.1%.
2. All samples except 40 were within standards of pesticides of agricultural products in Food Code.
3. Frequencies of pesticide residue were high in procymidon, endosulfan and chlorothalonil.
4. The detection rate in spices, vegetables, wild plants, fruits, mushrooms were 31.9%, 23.3%, 22.5%, 13.1% and 3.6%, respectively.

서 론

농약은 농업 생산성 향상에 기여하는 필요 농자제이나 농산물에 농약이 잔류할 경우 소비자들에게 건강상 유해를 일으킬 수 있다. 농산물에서의 농약의 잔류는 해충, 잡초 또는 균 감염으로부터 농작물의 보호를 위한 직접적인 사용이나 환경중에 잔존하는 농약으로부터의 간접적인 영향에 의해서이다. 농약이 지니고 있는 특성으로 인해 그 유익성보다는 오, 남용에

따른 부작용에 대한 부정적인 시각이 더 부각되고 있으며, 국민생활수준의 향상과 더불어 환경과 국민보건에 관심이 증대됨에 따라 국내외 농산물의 농약잔류에 대한 관심 또한 높아지고 있다¹⁾.

농약에 대한 증독은 그 발현속도에 따라 농약살포시 부주의에 의한 급성중독과 잔류농약에 의한 만성중독으로 구분된다. 그러나 농약의 잔류문제에 있어서도 농작물에 살포된 농약이 증발, 강우, 빛에 의한 분해 등의 환경요인과 식물체 내

대사 등에 의해서 감소하지만 소량의 잔류농약은 먹이사슬 (food chain)을 통해 지방조직 등에 축적되어 만성중독을 일으키기도 한다²⁾.

농산물에 농약이 잔류하는 정도는 농약의 살포횟수와 제제 형태에 따라서 다르게 되므로 농약별로 그 사용방법과 살포횟수 및 수확전 살포 일수를 각 작물별로 정하여 수확된 농산물 중 농약 잔류량이 그 허용기준을 초과하지 않게 함으로써 안전한 농산물을 생산하고자 정부에서도 1971년부터 계속하여 작물별 농약 안전사용기준³⁾을 고시하였고 1988년 9월 보건사회부에서 식생활과 밀접한 쌀의 27종류 농산물에 대한 17개 농약성분의 농약잔류허용기준을 마련하였다⁴⁾. 또한 1995년 1월에는 전 농산물에 대해 적용기준이 확대되었으며⁵⁾, 1996년 12월부터 전 농산물에 대해 203종의 농약잔류허용기준이 마련되어 오늘에 이르고 있다⁶⁾. 미국에서도 전 농산물 및 일부 가공식품에 대하여 약 330여종 농약의 잔류허용기준이 설정되어 있으며⁷⁾ 일본에서는 1968년에 4가지 식품에 대하여 5가지 농약의 잔류허용기준을 설정한 이래 현재에는 전 농산물에 대하여 113종의 농약 잔류허용기준이 설정되어 있다⁸⁾. 또한 미국과 일본의 경우 해마다 지속적인 농산물 및 가공식품에 대한 농약잔류량이 보고 되고 있으며, 수입농산물에 대한 별도의 검사 보고도 있다^{9, 10)}. 그러나 우리나라의 경우 국내산 농산물의 농약잔류량 등에 대한 기준설정 및 연구 조사가 너무 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 전보에 이어 농산물에 대한 농약 잔류량을 조사하여 오염실태를 파악하고 농산물 중 잔류농약의 안전성 확보를 위한 기초 자료로 활용코자 서울시

가락시장내 유통되는 국내의 농산물의 농약 잔류량을 분석하고 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

1. 시료 및 분석농약

1997년 1월부터 12월까지 가락시장에서 유통되고 있는 농산물 94종 1536건의 농약 잔류 실태를 조사하였으며, 그 종류는 표 1에 나타내었다. 분석 대상농약은 acephate 등 103종으로 표 2와 같다.

2. 시약 및 기구

농약 표준품은 Riedel - de Haen사(Germany)와 和光純藥(Japan) 것을 이용하였다. 분석 및 추출용매는 잔류농약분석용을 사용하였고, 기타 시약도 잔류농약 분석용 및 특급시약을 사용하였다. 시료 전처리를 위한 균질기(Omni mixer, International Waterbury, USA)와 Solid-phase extraction cartridge는 Florisil cartridge(Supelco, USA), NH₂-cartridge(Varian, France)를 사용하였다. 또한 농약성분확인용을 위한 GC-MSD(Mass selectivity detector)측정시에는 Sep-pak Cis cartridge(Waters, USA)를 사용하였다. 측정기기는 GC(6890, Hewlett Packard, USA), HPLC(Waters, USA), GC-MSD(5973, Hewlett Packard, USA)를 사용하였다.

Table 1. The list of investigated agricultural products.

Vegetables	Cucumber(85), Chinese cabbage(133), Perilla leaf(89), Tomato(72), Chinese lettuce(106), Egg plant(26), Leek(21), Strawberry(33), pumpkin(74), Water dropwort(18), Melon(23), Musk melon(18), Radish(42), Spinach(28), Lettuce(9), Chongkyeong(11), Crown daisy(23), Water melon(8), Parsley(3), Carrot(9), Leafy radish(7), Onion(17), Celery(3), Mallow(4), Broccoli(3), Latace root(2), Chikery(17), Burdock(2), Green onion(6), Kale(1), Asparagus(1), The others(13)
Spices	Galic(12), Ginger(7), Pepper(159), Sweet pepper(25), Horce leaf(1)
Fruits	Apple(38), Grape(23), Kiwi(14), Citrus fruit(22), Pear(14), Peach(6), Persimmon(12), Pineapple(7), Banana(7), Lemon(5), Grape fruit(4), Orange(8), The others(8)
Grains	Rice(1), Foxtail millet(4), Sorghum(2), Job's tears(2), Corn(1), Brown rice(3), Glutinous(5), Barley(3), Prosamillet(1)
Potatoes	Potato(32), Sweet potato(12) Beans Mungbean(2), Red bean(2), Soy bean(22)
Nut	and Seed Sesame(2), Perilla seeds(1), Black sesame(1), Nut(1), Ginko(1).
Mushrooms	Oyster mushroom(41), The others(43)
Wild plants	Chinamul(21), Chamnamul(24), Wild garlic(7), Doragi(4), Bud of aralia(5), Butterbur(3), The others(11)
Total	93 kinds 1536 samples

Table 2. The list of investigated pesticides

Organophosphorus pesticide¹⁾

Dichlorvos, Metamidophos, Ethion, Ethoprophos, Mevinphos, Acephate, Phorate, Omethoate, Terbufos, Diazinon, Monocrothophos, Disulfoton, Etrimfos, Dimethoate, Phosphamidone, Chloropyrifos methyl, Parathion methyl, Metalaxyl, Primifos methyl, Metribuzin, Chloropyrifos, Fenitrothion, Parathion, Malathion, Pendimetalin, Fenthion, Chlorfenvinphos, Triadimenol, Isofenphos, Mecarbam, Hexaconazole, Phenthoate, Chinomethionate, Phoxim, Profenfos, Fenamiphos, Napropamide, Flusilazole, Methidathion, Carbophenothion, Propiconazole, Fensulfothion, Benalaxyl, Edifenfos, EPN, Phosalone, Phosmet, Bitertanol, Prochloraz, Azinphos methyl

Oganochlorine pesticide²⁾

Diuron, Dichlobenil, Ethalfuralin, Trifluralin, BHC, Quintozene, Dichloran, Heptachlor, Chlorothalonil, Vinclozolin, Alachlor, Propanil, Aldrin, Metholachlor, Triadimefon, Thiobencarb, Dicofol, Dichlofluanid, Procymidone, Pyrethrine, Tolyfluanid, Endosulfan, DDT, Oxyfluorfen, Imazalil, Dieldrin, Captan, Folpet, Chlorobenzilate, Endrin, Bifenthrin, Iprodione, Cyhalothrin, Captafol, Methoxychlor, Bifenox, Tetradifon, Fenvalerate, Proparmocarb, Flucythrinate, Fenarimol, Permerthrin, Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Tralomethrin

Carbamate³⁾

Carbaryl, Propoxur, Methiocarb, Carbofuran, Aldicarb, Oxamyl, Methomyl

1) detected by GC-NPD.

2) detected by GC-ECD.

3) detected by HPLC-CAS.

3. 실험 방법

시료는 식품공전에 의한 방법의 전처리 과정이 복잡하고 시간이 많이 걸리는 점을 보완하고자 미국의 CDFA(California Department of Food and Agriculture)에서 사용하고 있는 다성분 동시분석법에 의해 추출 정제 하였다 (그림 1, 2)¹¹⁾.

1) 유기염소계 농약

약 2 kg의 시료를 균질화하여 그중 50 g을 취한 후 100 ml acetonitrile을 혼합하여 omni mixer로 2분동안 균질화하였다. 균질화 된 시료를 Shark skin(USA) 여지를 이용하여 10 - 15 g의 NaCl을 넣은 유리병에 여과한 후 잘 흔들어 방치한다. 용매와 물 층이 분리되면 용매층 10 ml를 비이커에 취해 50°C의 수욕조에서 농축하였다. 이 농축액을 hexane 2ml에 재용해한 후 florisil cartridge를 이용하여 10% Acetone/hexane으로 정제하고 질소를 이용하여 용매를 제거하였다. 최종적으로 Hexane 5ml에 용해시켜 GC-ECD(Electron capture detector)로 분석하였으며, 기기측정 조건은 표 3에 나타내었다.

2) 유기인계 농약

유기인계 농약은 분리된 용매층 10 ml을 취하여 50°C 수욕조에서 농축하여 acetone 5ml에 재용해하였다. 이 용액을 0.2 μm nylon filter로 여과한 후 GC-NPD(Nitrogen phosphorus detector)로 분석하였으며 기기측정조건은 표 4에 나타내었다.

3) 카바메이트계 농약

카바메이트계 농약은 분리된 용매 10 ml를 50°C 수욕조에서 농축하여 1% methanol/dichlormethane으로 재용해한 후 NH₂ cartridge로 정제하여 농축하였다. 농축액은 다시 methanol에 용해하여 0.2 μm nylon filter로 여과하였다. 이 액을 HPLC-CAS(carbamate analysis system)를 이용하여 분석하였으며 기기측정 조건은 표 5에 나타냈다. Post column 반응액으로는 0.05M sodium borate용액에 제조한 O-phthaldialdehyde 시약과 0.05N NaOH를 이용하였다.

이상에서 검출된 농약은 다시 GC-MSD로 확인하였으며 그 전처리는 다음과 같다. 균질화된 시료 50g에 100 ml acetonitrile을 첨가하여 분쇄한 후 Shark skin 여지를 이용하여 여과하였다. 여과액은 3개의 sep-pak C₁₈ cartridge로 정제하여 NaCl 10 - 15 g과 2 ml phosphate buffer가 들어 있는 병에 모아 흔들어준 후 정지하였다. 용매와 물층이 분리되면 용매층을 취해 NH₂ cartridge로 정제 농축하여 Ultra-2 column을 사용하여 GC-MSD로 측정하였다. 기기측정 조건은 표 6에 나타내었다.

결과 및 고찰

서울시내 가락시장에서 유통되어지는 94종 농산물 1536건에 대한 농약잔류량을 검사한 결과는 표 7과 같다. 총 1536건의 검체 중 308건에서 농약이 검출되어 평균 20.1%의 검출율을 나타내었으며, 96년¹²⁾의 23.7%에 비하여 오히려 농약 검

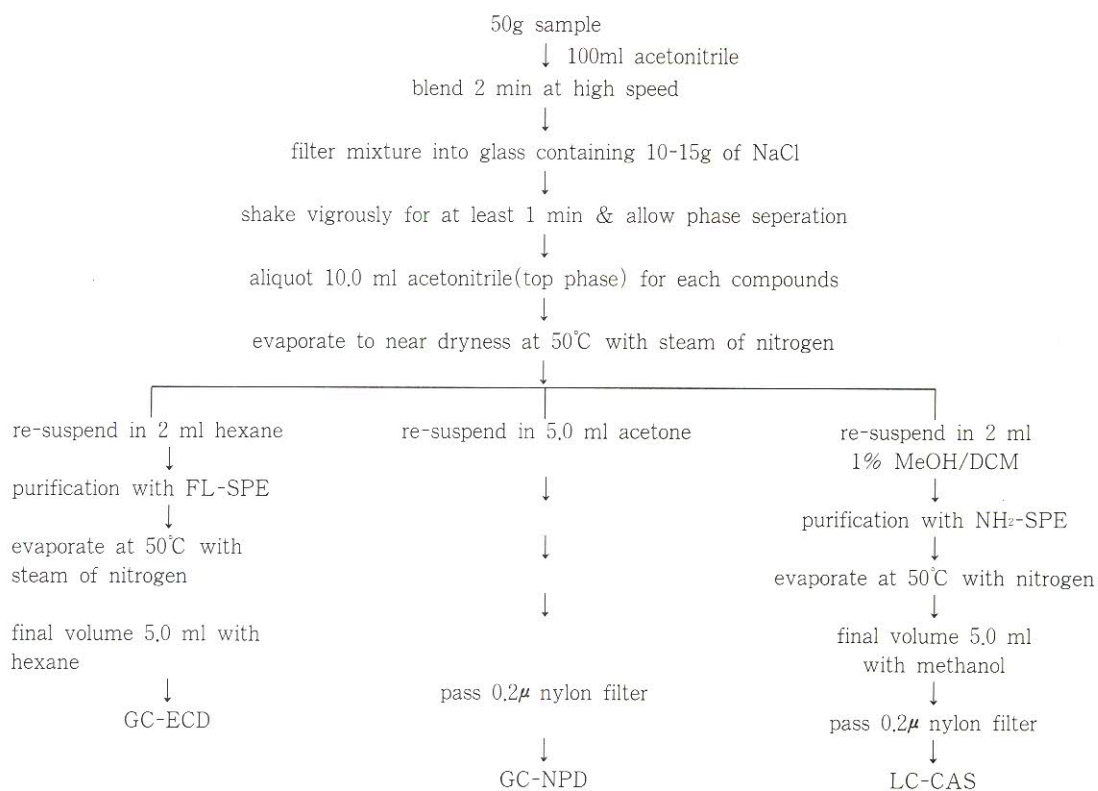


Fig. 1. Schematic diagram for multiresidue screen of pesticide.

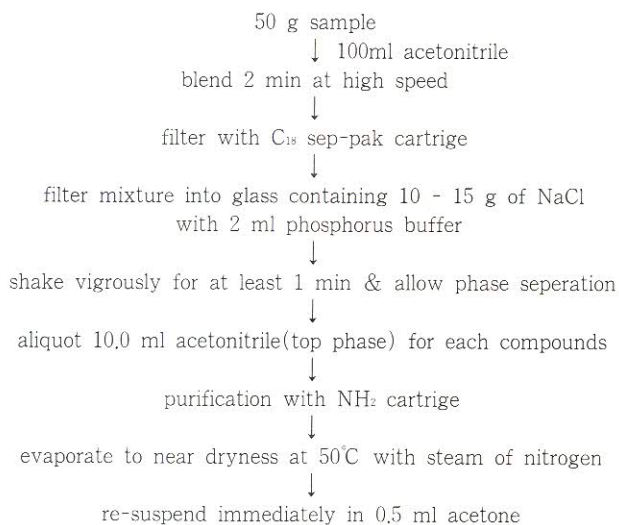


Fig. 2. Schematic diagram for confirmation of pesticide.

Table 3. Analytical condition of gas chromatograph for organochloride pesticide.

Column	HP-5 (30m×320 μ m ID×0.25 μ m film thickness)	HP-1701 (30m×250 μ m ID×0.25 μ m film thickness)
Oven Temp.	150°C (2min)-8°C/min-240°C (2min)-15°C/min-280°C (5min)	150°C (1.48min)-11°C/min-240°C (1.48min)-20.5°C/min-280°C (10min)
Inject Temp.	230°C	230°C
Detector Temp.	290°C	290°C
Gas flow	N ₂ (1.5 ml/min)	N ₂ (1.5 ml/min)

Table 4. Analytical condition of gas chromatograph for organophosphorus pesticide.

Column	DB-17 (30m×320 μ m ID×0.25 μ m film thickness)	HP-5 (30m×320 μ m ID×0.25 μ m film thickness)
Oven Temp.	100°C (2min)-8°C/min-140°C (0min)-10°C/min-200°C (3min)-15°C/min-260°C (5min)	100°C (2min)-8°C/min-140°C-10°C/min-200°C (3min)-15°C/min-260°C (5min)
Inject Temp.	210°C	210°C
Detector Temp.	260°C	260°C
Gas flow	N ₂ (1.5 ml/min) Air (56 ml/min) H ₂ (20 ml/min)	N ₂ (1.5 ml/min) Air (56 ml/min) H ₂ (20 ml/min)

Table 5. Condition of carbamate analysis system

Column	carbamate analysis column (3.9×150mm, Waters)
Detector	Fluorescence detector (λ_{ex} :339 nm, λ_{em} :445nm)
Post Column Reaction	O-phthalaldehyde, 0.05N NaOH
Mobile phase	A : 12% Methanol B : methanol : acetonitrile : water (35:35:30)
Injection volume	100 μ l
Program	100% A - 1.5ml/20min - 100% B - 1.5ml/3ml - 100% A

Table 6. Condition of GC-MSD for pesticide confirmation.

Instrument	GC 5890 - 5973 MSD (HP Co., USA) Ultra-2 column
Column	(50m×0.2mm×0.33 μ m, HP Co., USA)
Injector Temp.	230°C
Detector Temp.	280°C
Oven Temp.	150°C (2min)-10°C/min-280°C (25min)
Gas flow	He (2 ml/min)

출율이 낮아져 농약사용 농산물이 점차 줄어 가는 것을 알 수 있었다. 농약이 검출된 농산물을 종류별로 보면 그림 3과 같이 향신식물류 31.9%, 채소류 23.3%, 야생식물류 22.5%, 과일류 13.1%, 버섯류가 3.6%로 나타났으며 곡류, 두류, 서류, 유지식물류 등에서는 작년과 마찬가지로 농약이 한 예도 검출되지 않았다¹³⁻¹⁵⁾. 개별 농산물에서의 농약 잔류실태를 살펴보면 취나물 47.6%, 깻잎 44.9%, 참외 43.5%, 상추 41.5%, 오이 36.5%, 고추 34.6%순으로 나타났다. 이러한 결과는 최근 몇 년간 계속 되어진 실태조사에서도 전반적으로 비슷하게 나타났다¹³⁻¹⁵⁾.

기준에 초과된 농산물의 결과는 표 8과 같이 총 검사건수 1536건 중 40건이 기준이 초과되어, 부적합율이 2.6%로 96년¹²⁾의 1.4%에 비해 높게 나타났다. 이는 다성분동시분석법을 이용하여 검사항목의 수가 증가되었기 때문이라고 생각

되어지며 농산물 종류별로 부적합율을 살펴보면 향신식물류가 7.4%로 가장 높았으며 야생식물이 5.6%, 채소류 2.1%, 과일류 1.2% 순이었다. 기준에 초과된 농산물을 개별적으로 살펴보면 고추 13건, 상추 11건, 취나물 3건, 귤, 깻잎 각 2건, 파, 피망, 딸기, 부추, 배추, 미나리, 청경채, 참나물 등이 1건 씩이었다. 농산물별 부적합율은 파 16.7%, 취나물 14.3%, 상추 10.4%, 귤 9.1%, 고추 8.8% 등으로 높게 나타났다. 이중 파의 경우는 시료의 수가 적어 높은 부적합율을 나타냈으나 깻잎의 경우는 농약 검출율 44.9%로 높은 반면 부적합율은 2.3%로 낮게 나타났는데 이는 깻잎에서 검출되고 있는 농약들이 거의 농약잔류허용기준이 설정되어 있지 않기 때문이다. 또한 버섯류에서도 endosulfan이 검출되기는 하였으나 농약잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 농약이다.

이 밖에도 검출된 농약 중에서 기준이 설정되어 있지 않은

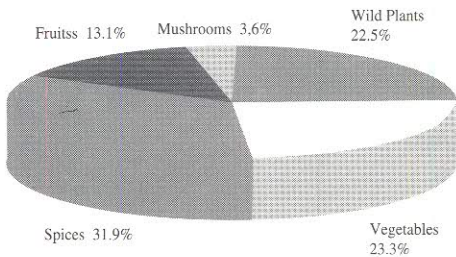


Fig. 3. Detection rate of residual pesticide in agricultural products group

농약을 살펴보면 상추의 엔도설판, 클로르타로닐, 부추나 배추의 프로시미돈, 빈크로졸린, 시금치의 프로시미돈, EPN, 클로르타로닐등으로 96년에 이어 97년에도 기준의 농약의 검출이 상당수를 차지하였으며 검출된 농약의 농도 범위도 엔도설판의 경우 0.112-13.560 mg/kg, 프로시미돈은 0.680-52.322 mg/kg, EPN은 0.218-3.288 mg/kg으로 다른 농산물에 적용되는 기준 보다 상당히 높게 검출되었다. 기준의 검출농약의 대부분을 차지하는 프로시미돈의 경우 딸기, 유채, 오이, 토마토 등의 깻빛 곰팡이병과 균핵병을 예방하기 위해 살포되는 유화제로서 쥐에 대한 급성경구독성 LD₅₀은 6,800-7,700 mg/kg이며 어독성은 잉어에 대해 TLm(median tolerance limit)이 10 mg/kg¹⁶⁾ 이고 우리나라의 경우 프로시미돈의 잔류허용기준은 18종 농산물에 대해 0.1-10.0 mg/kg¹⁷⁾ 까지 설정되어 있다. 유기염소계 살충제에 속하는

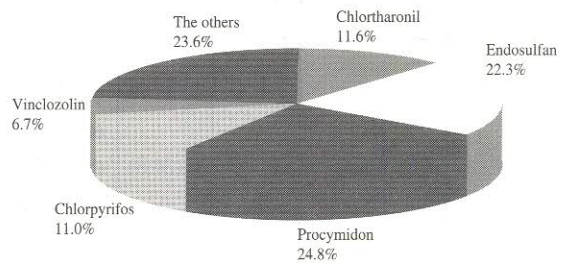


Fig. 4. Percentage of detection frequency of pesticide.

엔도설판의 경우 척추동물과 어류에 강한 독성을 나타내며 딸기와 검은 딸기의 응에 뿐아니라 까치밥나무의 'big bud'를 유발하는 gall mite 방제에도 유용하나 많은 나라에서 가축과 어류에 대한 독성이 강해 법적으로 사용을 엄격히 규제하고 있고¹⁸⁾ 우리나라의 경우 엔도설판은 57종 농산물에 대해 농약잔류허용기준이 0.1-2.0 mg/kg까지 설정되어 있다¹⁷⁾. 그러나 검사한 농작물에서 엔도설판이 다양하게 검출되는 것으로 보아 우리나라의 농촌에서 광범위하게 사용되는 것으로 추정되어진다. 또한 기준의 농약이 많이 검출되는 것은 각각의 농산물에 대한 개별기준이 마련되어 있지 않기 때문인 것으로 소비자들이 많이 섭취하는 채소에 대해 개별기준이 설정에 맞게 설정되어야 할 것으로 생각되어진다.

총 검출농약 중 가장 많은 검출횟수를 보인 농약으로는 프로시미돈(24.8%), 엔도설판(22.3%), 클로르타로닐(11.6%),

Table. 7. Data of detected pesticides in samples

Group	Item	Total No.of sample	Samples with residues found (%)	Range of detected pesticide(mg/kg)	
				Conc./MRL ¹⁾ value	No MRL
Fruits	apple	38	7(18,4)	chlortharonil (0,047-0,955/1,0) captan (0,232/5,0) folpet (0,248/5,0)	
	grape	23	1(4,3)	captan (0,113/5,0)	
	citrus fruit	22	8(36,4)	tetradifon (0,030-0,049/2,0) endosulfan (0,017/1,0) methidathion (0,127-0,651/0,3)	
	peach	6	1(16,7)	chlorpyrifos (0,047/0,5)	
	pineapple	7	1(14,3)	triadimefon(0,450/3,0)	
	banana	7	1(14,3)	chlorpyrifos (0,09/0,25)	
	orange	8	2(25,0)	chlorpyrifos (0,02-0,21/0,3)	
	citron	1	1(100)	carbaryl (0,096/0,5)	
Vegetables	cucumber	85	31(36,5)	chlortharonil(0,16-0,765/1,0) iprodione (1,284/5,0) endosulfan (0,06-0,104/0,5) dichlofluamid (0,079/0,5) methidathion (0,04/0,05) vinclozolin (0,045-0,413/1,0) procymidon (0,07-0,544/2,0)	
	chinese cabbage	133	13(9,8)	cypermethrin (0,341-1,515/5,0) endosulfan(0,07-5,826/2,0) chlorpyrifos(0,077-0,146/1,0)	chlortharonil (1,812) procymidon(0,529) vinclozolin(0,418)
	perilla leaf	89	40(44,9)	fenvalinate (7,013/0,5) chlorpyrifos(0,155/0,01)	procymidon(0,812-52,322) endosulfan(0,085-1,805) pyrimiphos methyl(0,522) vinclozolin(0,859) ethoprophos(0,325-0,334)) fenitrothion(1,068) chlortharonil(0,047-0,998) EPN(0,215-7,650) parathion(0,748) bifenthrin(0,064-0,156) bitertanol(17,632) dichlorvos(0,463-0,748) carbofuran(2,532)

Vegetables	tomato	72	24(33.3)	procymidon(0,065-0,637/5,0) vinclozolin(0,008-0,602/3,0) chlortharonil(0,059-0,369/1,0) chlorpyrifos(0,364/0,5) dichlofluanid(0,051-0,171/2,0)	
	egg plant	26	4(15.4)	procymidon(0,089-0,421/2,0)	
	leek	21	5(23.8)	chlorpyrifos(0,083/0,01)	vinclozolin(10,098) procymidon(0,680-3,397)
	strawberry	33	11(33.3)	endosulfan(0,030-0,109/2,0) ethoprophos(0,097/0,02)	
	pumpkin	74	1(1.4)	endosulfan(0,054/0,5)	
	lettuce	106	44(41.5)	cypermethrin(0,246-1,2/2,0) propamocarb(1,032/10) methalaxyl(1,115/2,0) procymidon(0,024-13,483/5,0) chlorpyrifos(0,152-2,605/0,01) EPN(16,0-17,609/0,1) diazinon(20,688/0,1)	endosulfan(0,134-13,56) chlortharonil(0,048-26,352) vinclozolin(0,116-2,681)
	water dropwort	18	2(11.1)	chlorpyrifos(0,537/0,01)	phentoate(0,254)
	melon(참외)	23	10(43.5)	endosulfan(0,031-0,266/1,0) vinclozolin(0,021-0,04/1,0)	terbufos(0,094)
	melon	18	1(5.6)	chlortharonil(0,067/0,5)	
	spinach	28	8(28.6)	endosulfan(0,096-0,590/1,0)	chlortharonil(0,144-0,309) EPN(0,262) procymidon(6,570)
	chikery	17	3(17.7)	cypermethrin(1,954/5,0)	procymidon(0,323) endosulfan(0,700)
	chongkyeong	11	1(1.1)	chlorpyrifos(0,065/0,01)	
	crown daisy	23	3(13.0)	cypermethrine(0,824/5,0)	endosulfan(0,018-0,260)
	onion	17	1(5.9)	vinclozolin(0,006/1,0)	
	celery	3	2(66.7)	endosulfan(0,700/2,0) methidathion(0,14/2,0)	procymidon(0,203)
	green onion	6	3(50,0)	chlorpyrifos(0,048/0,01)	chlortharonil(0,220) procymidon(3,678)
Mushrooms	mushroom	18	2(11.1)		endosulfan(0,028-0,211)
	oyster mushroom	41	1(2.4)		endosulfan(0,289)

Spices	garlic	12	1(8,3)		procymidon(0,889)
	pepper	159	55(34,6)	endosulfan (0,054-6,931/1,0) chlorpyrifos(0,061-1,685/0,5) procymidon(0,021-2,413/5,0) vinclozolin(0,095-0,172/3,0) dichlofluanid(1,336/2,0) chlortharonil(0,313-2,489/1,0) ethoprophos(0,018-0,685/0,02) EPN (0,644-2,366/0,1) Acephate(6,365-7,110/1,0)	
	sweet pepper	25	7(28,0)	ethoprophos(0,216/0,02)	procymidon(0,011-0,338) chlortharonil(0,233-0,758)
Wild plant	chinamul	21	10(47,6)	chlorpyrifos(0,427-3,586/0,01)	ethoprophos(0,280) chlortharonil(0,324-6,850) endosulfan(0,415-0,870) bifenthrin(0,279)
	chamnamul	24	6(25,0)	chlorpyrifos(1,114/0,01)	ethoprophos(0,211) endosulfan(0,01-1,034) vinclozolin(1,595) chlorpyrifos methyl(1,671)

1) MRL :Maximum residue limit

빈크로졸린(6,7%), 클로르피리포스(11,0%)순으로 나타났으며 그 결과를 그림 4에 나타내었다. 클로르피리포스와 에토프로포스의 경우 기준내 검출보다는 기준을 초과하여 검출된 경우가 많았다. 클로르피리포스의 경우 총 검출율은 11,0%이지만 이중 절반이 넘는 58,3%가 기준을 초과하였고 에토프로포스의 경우 총 검출율은 3,4%에 지나지 않았으나 부적율은 63,6%로 높은 비중을 차지하고 있다.

클로르피리포스는 적용범위가 비교적 넓은 유기인계 살충제로서 사과, 배 등 과수원에서 많이 사용되어지고 있으며 가정에서 곤충의 방제용으로도 사용되어진다. 클로르피리포스는 쥐에 대한 급성경구독성 LD₅₀은 135-163 mg/kg, 토끼에 대한 급성 경피독성 LD₅₀은 2,000 mg/kg이고 어독성으로 잉어에 대한 TLm은 0,13 mg/kg^{36, 18)}이며 농산물에서의 잔류허용기준이 0,01-2,0 mg/kg으로 설정되어 있다¹⁷⁾.

총 시료 1536건 중 수입농산물은 84건 이었으며 이들 농산물에서는 농약이 검출되지 않았다. 그러나 수입농산물의 경우 이미 유통단계에서 많은 시간이 경과함에 따라 농약성분이 분해되어 검출율이 낮은 것으로 생각되어진다.

본 연구에서 잔류기준이 설정되어 있지 않은 농약의 검출 빈도수가 높은 것으로 볼 때 현행 잔류농약 허용기준은 좀더

국내 실정에 맞게 보장되어야 농산물에 대한 안전성 확보가 가능하리라 여겨지며 이에 대한 구체적인 연구가 필요하다고 생각되어진다.

결 론

1997년 1월에서 12월까지 가락시장에 출하된 94종 농산물 1536건에 대한 103종 농약의 잔류량을 분석한 결과는 다음과 같았다.

1. 총 94종 농산물 1536건 중 308건에서 농약이 검출되어 20,1%의 검출율을 나타냈으며 그 중 농약의 검출 빈도가 높은 농산물은 깻잎, 상추, 고추, 취나물 순이었다.

2. 농약잔류허용기준을 초과한 농산물은 40건으로 부적합율이 2,6%이었으며 농약잔류허용기준을 초과한 농산물은 상추 11건, 고추 13건, 취나물 3건, 귤, 깻잎 각 2건, 파, 피망, 딸기, 부추, 배추, 미나리, 청경채, 참나물이 각 1건씩이었다.

3. 농산물에서 빈도가 높게 검출된 농약은 프로시미돈, 엔도살판, 클로르타로닐, 클로르피리포스, 빈크로졸린 순으로 나타났다.

4. 클로르피리포스의 경우 총 검출율은 11,0%이지만 이중 절반이 넘는 58,3%가 기준을 초과하였고 에토프로포스의 경우 총

Table 8. Detection data of exceeded MRL in sample.

Sample name	Total No. of sample	Sample No. of exceeded MRL (%)	Detected pesticide(mg/kg)
Lettuce	106	11 (10.4)	chlorpyrifos 0.086-2.605/0.01 EPN 16.000-17.609/0.1 procymidon 13.483/5.0 Diazinon 20.688/0.1
Pepper	159	14 (8.8)	chlorpyrifos 0.612-1.685/0.5 ethoprophos 0.070-1.685/0.02 acephate 6.365-7.110/4.0 chlortharonile 2.489/1.0 EPN 0.644-2.366/0.1 endosulfan 1.674-6.931/1.0
Chinamul	21	3(14.3)	chlorpyrifos 0.427-3.586/0.01
Citrus fruit	22	2(9.1)	methidathion 0.406-0.651/0.3
Perilla leaf	89	2(2.3)	fenvalerate 7.013/0.5 chlorpyrifos 0.155/0.01
Sweet pepper	25	1(4.0)	ethoprophos 0.216/0.02
Strawberry	33	1(3.0)	ethoprophos 0.097/0.02
Leek	21	1(4.8)	chlorpyrifos 0.083/0.01
Chinese cabbage	133	1(0.8)	endosulfan 5.826/2.0
Water dropwort	18	1(5.6)	chlorpyrifos 0.537/0.01
Chongkyeong	11	1(9.1)	chlorpyrifos 0.065/0.01
Chamnamul	24	1(4.2)	chlorpyrifos 1.114/0.01
Green onion	6	1(16.7)	chlorpyrifos 0.048/0.01

검출율은 3.4%에 지나지 않았으나 부적율은 63.6%로 나타났다.

5. 깻잎의 경우는 농약 검출율 44.9%로 높은 반면 부적합율은 2.3%로 낮게 나타났는데 이는 기준의 농약이 많이 검출되었기 때문이다.

참 고 문 헌

1. 농약공업협회 : 농약- 역할과 안전성. 삼정인쇄공사, 서울, p 93(1994)
2. 농촌진흥청 농약연구소 : 농약해설(1985)
3. 농림수산부 : 농약관리법, 동시행규칙(1986)
4. 보건복지부 : 고시 제 1988-60호(1988)
5. 보건복지부 : 고시 제 1995-6호(1995)
6. 보건복지부 : 고시 제 1996-74호(1996)
7. EPA : 40 CFR, part 150-189, USA, p522(1995)
8. 일본식품위생협회 : 残留農藥 基準便覽, 大日本法令印刷株式會社, 東京都(1994)
9. 永山敏廣, 小林麻紀, 伊藤正子, 鹽田實子, 友松俊夫 : 輸入農作物中の 農藥残留實態, 食品衛生雜誌, 36:643(1996)
10. Food and Drug Administration : Food and Drug Administration pesticide residue monitoring program - residues in foods 1992, J. AOAC, 76:127A(1993)
11. S. Mark Lee, Michael L. Papathakis, Hsiao-Ming C. Feng, Gray F. Hunter, and Joyce E. Carr : Multipesticide residue method for fruits and vegetables, Fresenius J. Anal. Chem., 339:376(1991)
12. 전옥경, 김일영, 신기영, 김양숙, 조한빈, 김성단, 장민수, 윤용태, 이은순, 김복순, 강희곤 : 시중유통 농산물 중의

- 농약잔류실태조사(Ⅳ). 서울특별시 보건환경연구원보, 32:153(1996)
13. 전옥경, 김일영, 김양숙, 조한빈, 한선희, 박성배 : 시중 유통농산물중의 농약잔류실태 조사(Ⅲ). 서울특별시 보건환경연구원보, 31:144(1995)
 14. 한선희, 조한빈, 신기영, 이종필, 홍미선, 이덕행 : 시중 유통 농산물 중의 농약 잔류 실태. 서울특별시 보건환경연구원보, 28:187(1992)
 15. 조한빈, 신기영, 이종필, 홍미선, 한선희, 이덕행 : 시중 유통 농산물중의 농약 잔류 실태조사 연구(Ⅱ). 서울특별시 보건환경연구원보, 29:159(1993)
 16. 梁桓承, 李斗珩, 李升燦 : 新農藥. 鄉文社, 서울(1990)
 17. 보건복지부 : 식품공전. 문영사, 경기 과천 (1997)
 18. 박창규, 서용택, 이재구, 한대성 : 농약의 생화학과 사용법. 신일상사, 서울(1994)