

서울시 강북지역 유통 농산물 중의 농약잔류실태조사(IV)

경동농수산물검사소 농산물검사팀

김복순 · 이상미 · 이성득 · 김수진 · 양혜란 · 박양순 · 윤용태 · 조진호
김남훈 · 육동현 · 송영미 · 박영애 · 이호찬 · 김영수 · 강희곤 · 김명희

A Survey on Pesticide Residues of Commercial Agricultural Products in The North of Seoul(IV)

Kyungdong Agricultural Products Inspection Team

**Bog-soon Kim, Sang-mi Lee, Sung-deuk Lee, Su-jin Kim, Hye-ran Yang,
Yang-soon Park, Yong-tae Yoon, Jin-ho Cho, Nam-hoon Kim,
Dong-hyun Yook Young-mi Song, Young-ae Park, Ho-chan Lee,
Young-soo Kim, Hee-gon Kang, and Myung-hee Kim**

Abstract

This study was carried out to investigate the 190 kinds of pesticide residues in agricultural products, 3,440 samples, in northern part of Seoul from January to December in 2002.

The results were as follows :

1. The detection rate of pesticide residues was 5.7%(197 of 3,440 samples). The order of the agricultural products in which pesticide residues was Aster scaber > Butterbur > Pimpinella, Leek > Perilla leaf > Pepper
2. The percentage of the agricultural products excessing of Maximum Residue Limit(MRL) was 1.5%(53 of 3,440 samples). The agricultural products excessing MRL were Aster scaber(17.6%), Leek(10.9%), Butterbur(8.3%), Angelica(6.9%) etc.
3. The order of the pesticide residues which were detected in agricultural products were Procymidone, Endosulfan, Chlorpyrifos, Vinclozolin, and Chlorfenapyr. 36kinds of pesticides were detected in the samples.
14 kinds of pesticides (Chlorpyrifos-methyl, Iprobenfos, Cadusafos, Phorate, Triflumizole, Penconazole, Tebuconazole, Fipronil, Tebufenpyrad, Mepanipyrim, Cyprodinil, Diethofencarb, Chlorfenapyr, Azoxystrobin, Fenvalerate) were detected at the first time in the commercial agricultural products.
4. The pesticide residues in excess of MRL were 24 kinds of pesticides.
Triflumizole, Penconazole, and Tebuconazole were detected in excess of MRL.

Key words : pesticide residues, agricultural products.

서 론

천연상태의 농산물이 인간에게 공급되는 것이 가장 이상적이고 바람직하지만 상추와 같은 채소류는 농약을 사용하지 않고 재배하였을 경우 손실률이 60%에 달하고 고구마는 95%의 손실을 가져올 수 있으며, 대부분의 농산물들이 손실률을 나타낸다¹⁾. 따라서 폭발적으로 늘어나는 인구와 식량난을 위해서 농약사용은 필요하다. 최근 50여년 간 농약의 사용으로 생산성은 증대되었지만 무분별한 남용으로 그 성분들이 자연에 잔류되어 생물체에 만성중독을 일으키는 등 국제적으로 관심의 대상이 되고 있다. 농약의 잔류는 크게 두가지로 규제하고 있는데 그 하나는 일차적으로 사용면에서의 규제로 안전사용기준이 있으며, 다른 하나는 식품위생 및 환경보전 측면에서의 규제로서 잔류허용량을 설정하고 있다²⁾. 우리나라에서는 1989년, 처음으로 28종 농산물에 대해 농약사용량을 규제하기 시작하여, 1992년에는 배추 등 53종 농산물로 확대, 1993년에는 벼싹류 등 4종 농산물을 추가하여 57종 농산물에 만 적용하던 것을 1995년부터 모든 농산물을 대상으로 잔류농약 성분을 규제하기 시작하였다. 또한 규제 농약의 종류도 1988년에 17종, 1992년에는 33종, 1993년에는 38종 농약성분만을 검사하던 것을, 1995년에는 105종으로, 1996년 1월부터는 112종, 그 해 7월에는 143종 농약으로, 다시 12월에는 203종 농약으로 크게 증가시켰고, 2001년 4월에 38종 농약성분을 추가하여 241종으로, 2002년 4월부터는 264종 농약성분을 검사하기에 이르렀으며 2003년 4월부터는 다시 55종을 추가하여 319종으로 확대될 예정에 있다³⁾. 또한 농산물에 따라 농약성분이 검출되더라도 기준이 설정되어 있지 않은 경우 적부관정을 하지 못하던 것을 1998년부터 CODEX기준 및 유사농산물의 최저기준을 적용토록 법을 변경하기에 이르러 농산물별로 허용되어 있는 농약성분 및 규제치가 다르기는 하지만 전체 농산물에 대해 모든 농약 성분을 규제하기에 이르렀다.

나라마다 각각 허용되어 있는 농약성분도 다르고 규제치도 다양하여 농약성분을 한꺼번에 분석

하기에는 많은 시간과 인력이 필요하다. 따라서 검사기관의 잔류농약 분석업무의 효율화를 위해 신속 다성분분석법이 세계적으로 많이 보고되어 왔고 우리나라에서도 2000년부터 식품공전에 정식적으로 수록되기에 이르렀다.

농약은 화학구조상 유기염소계, 유기인계, 카바메이트계, 피레스로이드계 등으로 분류되던 것이 최근에는 디페닐계, 아졸계, 디아진계, 디카복실계, 크로르벤젠계, 아세토아닐라이드계, 트리아진계, 요소계 등의 농약들이 새로 개발되어 사용되고 있으며, 새로 개발되고 있는 농약성분들에 대한 개별분석법은 많이 있으나 다성분분석법은 많지 않다⁴⁾. 이러한 농약성분들은 대부분의 농산물에 대해 살충제, 살균제 및 제초제로 사용되고 있으며, 분자량이 크고 질소, 인, 황 등을 복합적으로 함유하고 있어 그 극성정도가 상이하하여 네 가지로만 분류하기가 애매하게 되었고, 또한 최근에 HPLC-UVD를 이용하여 분석하여야 하는 농약성분들의 기준이 많이 제정되었다. 따라서 본 연구는 2001년 158항목의 잔류농약성분을 동시 분석하던 것을 2002년에 HPLC-UVD를 이용하여 검출할 수 있는 농약 성분들과 새로 개발된 농약 성분 중 다성분분석법으로 분석할 수 있는 농약성분들을 추가하여 검사항목을 190종으로 확대 실시, 2002년 1월부터 12월까지 서울시 강북지역에서 유통되고 있는 농산물 100종, 3440건에 대해 농약 잔류량을 측정하여 안전 농산물의 확보를 위한 기초 자료로 활용코자 한다.

재료 및 방법

1. 시료 및 분석농약

2002년 1월부터 12월까지 서울 강북 전지역에서 유통되고 있는 농산물 100종, 3440건을 대상으로 농약 잔류량을 실험하였으며, 2002년 4월 1일부터 농산물의 형태 및 농약의 잔류 특성에 따라 농산물의 분류가 변경됨에 따라²⁾ 시험대상 농산물에 대한 분류는 Table 1과 같다. 분석대상농약은 전보⁵⁾에 이어 Triflumizole 및 새로 다성분 분석법을 개발한 농약성분들과 Azoxystrobin 등

HPLC-UVD 검출기를 이용하여 분석하는 농약 등 32종을 추가하여 190종을 가스크로마토그래프(GC)의 검출기(ECD, NPD)별 검출농약과 액체 크로마토그래프(HPLC)의 검출기(FLD, UVD)별 검출농약으로 분리하였다(Table 2 참조).

2. 시약 및 기구

농약표준물질은 Riedil-de Haen(Germany), CHEM SERVICE 와 和光純藥(Japan) 제품을 사용하였고, NaCl은 Tedia Company(USA) 제품을, 그 외 분석용 시약은 잔류농약용, HPLC용 특급 이상을 사용하였다. 전처리에 필요한 SPE-Florisil은 Phenomenex 제품을, SPE-NH₂은 Virian 제품을 사용하였으며, Nyron-Syringe Filter를 이용하여 여과하여 분석기기에 주입하였다. 분석기기로는 Gas Chromatograph는 Hewlett-Packard(HP,USA), High Performance

Liquid Chromatograph는 Waters사 제품을 사용하였다.

3. 실험방법

시료는 전보⁵⁾와 같이 식품공전에서 사용하고 있는 다성분동시분석법²⁾에 따라 추출·정제하였고, GC-ECD 및 GC-NPD를 이용하여 155종 농약성분을, HPLC-FLD 및 HPLC-UVD를 이용하여 35종 농약성분을 분석하였으며, GC 분석 농약성분의 확인에는 HP사 5973 Model 질량분석기를 사용하였고 HPLC 분석농약성분의 확인에는 PDA(Photo Diode Array)검출기를 이용하여 표준물질의 스펙트럼과 검출물질의 스펙트럼을 비교하여 확인하였다. GC, GC-MSD 및 HPLC, PDA의 운영조건은 각 Table과 같다(Table 3, 4, 5, 6, 7 참조).

Table 1. The list of tested agricultural products

| Classification | Product Name (Total Number of Sample) |
|----------------------------|--|
| Leafy vegetables (1705) | Leafy lettuce(340), Perilla leaf(332), Chinese cabbage(169), Spinach(110), Aster scaber(74), Lettuce(69), Chicory leaves(60), Crown Daisy(59), Pak-choi(58), Young radish(45), Chard(39), Kale(39), Mallow(36), Butterbur(36), Pimpinella(32), Angelica(29), Broccoli(26), Leaf mustard(22), Brassica(22), Amaranth(11), Vitamin(11), Beet(8), Romane(8), Newgreen(7), Jekche(6), Cabbage(5), Ssamchu(5), Pumpkin leaves(5), Chicon(4), Parsley(3), Danggui(3), Shepherd's purse(3), Okrip(3), Leafy buckwheat(3), Kona(3), Sugarwrop(3), Lolla rossa(2), Dandelion(1), Mosidae(1), Ssamchae(1), Mungbrum spout(1), The others(11) |
| Green & Fruits (984) | Pepper(390), Cucumber(193), Tomato(159), Squash(82), Egg plant(59), Pimentos(59), Musk melon(36), Melon(6) |
| Leave-stem vegetables(340) | Weish onion(132), Dropwort(88), Leek(64), Wild rocambale(23), Celery(14), Donnamul(10), Leafy galic(5), Fatsia(3), Wonchuri(1) |
| Roots(19) | Korean radish(12), Ginger(3), Radish(2), Onion(1), Garlic(1) |
| Fruits(317) | Strawberry(53), Grape(46), Pear(44), Kiwi(38), Banana(31), Persimmon(25), Mandarin(23), Apple(20), Peach (18), Prune(6), Pineapple(6) Plum(4), Citron(1) Orange(1), Lemon(1) |
| Grains(47) | Barley(13), Black rice(8), Glutinous rice(8), Rice(7), Brown rice(7), Chinese millet(2), Sorghum(1), Adlay(1) |
| Beans(19) | Soybean(13), Small red bean(6) |
| Mushrooms(9) | Oyster mushroom(5), Flammulina velutipes(4) |

Table 2. Pesticides analyzed in 2002

| Detected by GC-NPD (86) | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| Acephate | Etrimfos | Dichlorvos | Isoprothiolane | Parathion-methyl | Phosphamidone | Tebufenpyrad |
| Azinphos-methyl | Fenamiphos | Diethofencarb | Kresoxim-methyl | Simazine | Phoxim | Terbufos |
| Benalaxyl | Fenazaquin | Dimethipin | Malathion | Phenthoate | Pirimicarb | Terbutryn |
| Bitertanol | Fenitrothion | Dimethoate | Mecarbam | Phorate | Pirimiphos-ethyl | Thiometon |
| Cadusafos | Diazinon | Dimethylvinphos | Mepanipirim | Phosalone | Pirimiphos-methyl | Tolclofos-methyl |
| Carbophenothion | Fenoxycarb | Diphenamid | Metalaxyl | Phosmet | Profenofos | Triazofos |
| Carboxin | Fensulfothion | Diphenylamine | Methamidophos | Parathion | Prometryn | Tricyclazole |
| Chinomethionat | Fenthion | Disulfoton | Methidathion | Esprocarb | Propamocarb | Vamidothion |
| Chlorfenvinphos | Fipronil | Edifenphos | Metribuzin | Etoxazole | Prothiofos | Omethoate |
| Chlorpyrifos | Fludioxonil | EPN | Mevinphos | Iprobenphos | Pyraclafos | Thiobencarb |
| Chlorpyrifos-methyl | Flusilazole | Ethion | Monocrotophos | Fenothiocarb | Pyrazophos | Oxadixyl |
| Cyproconazole | Formothion | Ethoprophos | Napropamide | Pyridaphenthion | Pyridaben | Isofenphos |
| Cyprodinil | Fosthiazate | | | | | |
| Detected by GC-ECD (69) | | | | | | |
| Alachlor | Fenpropathrin | Pendimetalin | Chlorothalonil | Cypermethrin | Nitrapyrin | Quintozene |
| Aldrin | Fenvalerate | Tolyfluanid | Cyfluthrin | DDT | Oxadiazon | Tebuconazole |
| BHC | Fluazinam | Tralomethrin | Cyhalothrin | Deltamethrin | Oxyfluorfen | Tecnazene |
| BifenoX | Flucythrinate | Triadimefon | Methoxychlor | Dichlobenil | Penconazole | Chlorfenapyr |
| Bifenthrin | Fluvalinate | Triadimenol | Metobromuron | Dichlofluanid | Permethrin | Hexaconazole |
| Bromacil | Folpet | Tri-allate | Metolachlor | Dichlofop-methyl | Prochloraz | Nuarimol |
| Bromopropylate | Heptachlor | Trichlorfon | Endosulfan | Dicloran | Procymidone | Fenarimol |
| Captafol | Imazalil | Trifluralin | Endrin | Dicofol | Propanil | Tetradifon |
| Captan | Linuron | Vinclozolin | Ethalfuralin | Dieldrin | Propiconazole | Norflurazon |
| Chlorobenzilate | Iprodione | Acetochlor | Triflumizole | Diuron | Pyrethrins | |
| Detected by HPLC-FLD (13) | | | | | | |
| Aldicarb | Carbaryl | Ethiofencarb | Methiocarb | Oxamyl | Thiodicarb | Fenobucarb |
| Bendiocarb | Carbofuran | Isoprocarb | Methomyl | Propoxur | Benfuracarb | |
| Detected by HPLC-UVD (22) | | | | | | |
| Benomyl | Thiophanate-methyl | Dimetomorph | Pyriproxyfen | Hexaflumuron | Cymoxanil | Imibenconazole |
| Diflubenzuron | Methabenzthiazuron | Fenpyroximate | Acetamiprid | Pyrimethanil | Lufenuron | Chlorpropham |
| Carbendazim | Fluquinconazole | Flufenoxuron | Tebufozide | Clofentezine | Teflubenzuron | Azoxystrobin |
| Imidacloprid | | | | | | |

Table 3. Analysis condition of 155 pesticides by GC-ECD and GC-NPD

| | GC-ECD | GC-NPD |
|------------|---|--|
| Column | HP-1701(30m×0.25mm×0.25 μ m film Thickness) HP-5(30m×0.25mm×0.2 μ m film Thickness) | HP-1701(30m×0.25mm×0.25 μ milm Thickness) HP-5(30m×0.25mm×0.2 μ m film Thickness) |
| Gas Flow | N ₂ (1ml/min), Air(60ml/min), H ₂ (3.0ml/min) | N ₂ (1ml/min) |
| Inj. Temp. | 230 $^{\circ}$ C | 230 $^{\circ}$ C |
| Det. Temp | 280 $^{\circ}$ C | 260 $^{\circ}$ C |
| Oven Temp. | 150 $^{\circ}$ C(2min)-12 $^{\circ}$ C/min-240 $^{\circ}$ C(2min)-7 $^{\circ}$ C/min- 280 $^{\circ}$ C(8min) | 140 $^{\circ}$ C(1min)-15 $^{\circ}$ C/min-180 $^{\circ}$ C(5min)-10 $^{\circ}$ C/min- 260 $^{\circ}$ C(7min) |

Table 4. Analysis condition of 155 pesticides by GC-MSD

| | |
|------------------------------|--|
| Column | HP-5ms(30m×0.25mm×0.25 μ m film Thickness) |
| Gas Flow | He(1.0ml/min) |
| Injector/ Interface Temp. | 260 $^{\circ}$ C/280 $^{\circ}$ C |
| Type | EI |
| Source/Quad. Temp. | 230 $^{\circ}$ C/150 $^{\circ}$ C |
| EleEnergy | 69.9eV |
| Emission | 29.7 μ A |
| Oven Temp. | 100 $^{\circ}$ C(2min)-10 $^{\circ}$ C/min-280 $^{\circ}$ C(15min) |

Table 6. Analysis condition of 23 pesticides by HPLC-UVD

| | | | |
|---------------------|---|------|------|
| Column | Luna5 μ m C ₁₈ 250X460mm, Phenomenax | | |
| Detector | Scanning Ultraviolet Detector | | |
| Mobile Phase | A:Acetonitrile B:Water | | |
| Flow rate | 1.2ml/min | | |
| Injection volume | 50 μ l | | |
| Program | Time(min) | A(%) | B(%) |
| | 0.00 | 20 | 80 |
| | 2.00 | 40 | 60 |
| | 6.00 | 100 | 0 |
| | 10.00 | 80 | 20 |
| | 12.00 | 70 | 30 |
| | 15.00 | 40 | 60 |
| | 16.00 | 20 | 80 |

Table 5. Analysis condition of 12 pesticides by HPLC-FLD

| | | | |
|------------------------|---|------|------|
| Column | Waters Carbamate analysis Column (3.9×150mm) | | |
| Detector | Scanning Fluorescence detector | | |
| Postcolumn reaction | O-Phthaldialdehyde, 0.05N-NaOH | | |
| Mobile Phase | A: 12% MeOH/Water B: MeOH:AcCN:Water(35:35:30) | | |
| Flow rate | 1.0ml/min | | |
| Injection volume | 20 μ l | | |
| Program | Time(min) | A(%) | B(%) |
| | 0.00 | 95 | 5 |
| | 2.00 | 95 | 5 |
| | 8.00 | 20 | 80 |
| | 15.00 | 5 | 95 |
| | 16.00 | 100 | 100 |
| | 20.00 | 100 | 100 |
| | 22.00 | 95 | 5 |

Table 7. Analysis condition of 35 pesticides by HPLC-PDA

| | | | |
|---------------------|--|------|------|
| Column | Cabamate analysis col. 3.9X150mm, waters | | |
| Detector | Photodiode Array Detector | | |
| Mobile Phase | A:Acetonitrile B:Water | | |
| Flow rate | 1.2 ml/min | | |
| Injection volume | 50 μ l | | |
| Program | Time(min) | A(%) | B(%) |
| | 0.00 | 20 | 80 |
| | 2.00 | 40 | 60 |
| | 6.00 | 100 | 0 |
| | 10.00 | 70 | 30 |
| | 11.00 | 40 | 60 |
| | 12.00 | 20 | 80 |

결과 및 고찰

서울시 강북지역의 시장, 마트, 백화점, 대형슈퍼 등에서 유통되고 있는 농산물 100종, 3,440건에 대한 농약 잔류량을 분석한 결과는 Table 8과 같다(Fig. 1).

총 3,440건의 농산물에 대해 잔류농약성분을 검사한 결과 33종 농산물에서 197건의 농약이 검출되어 5.7%의 검출률을 나타내었다. 이는 1999~2001년까지의 농약검출률 3.9~4.6%^{5,7)}보다는 높은 수치로 2002년도에 분석농약항목 수의 증가(158→190)로 검출률이 증가된 것으로 사료된다. 또한 농약잔류허용기준을 초과한 농산물은 18종 농산물 53건으로 1.5%의 부적률을 나타내었다.

이는 2001년도 부적률⁵⁾과 같게 나타났다.

2001년도 4월부터 농산물의 형태 및 농약의 잔류특성에 따라 농산물 분류가 변경됨에 따라³⁾ 채소류를 엽채류와 엽경채류, 과채류, 근채류의 네가지로 분류하였다.

해당 농산물에 대해 농약잔류기준이 정하여지지 않은 농약성분이 검출되었을 경우 채소류는 소분류를 적용하도록 되어 있어 각각 소분류에 의한 농약 검출률을 살펴보면 엽채류는 1,705건 검사에 118건에서 농약이 검출되어 6.9%의 검출률을 나타내었으며, 그 중 44건이 기준을 초과하여 2.6%의 부적률을 나타내었다. 이는 1982~1986년까지의 미국내 식품 및 사료에 대한 부적률(2.6%)¹⁰⁾과 같았으며, 1991년~1993년 Belgium의 채소류

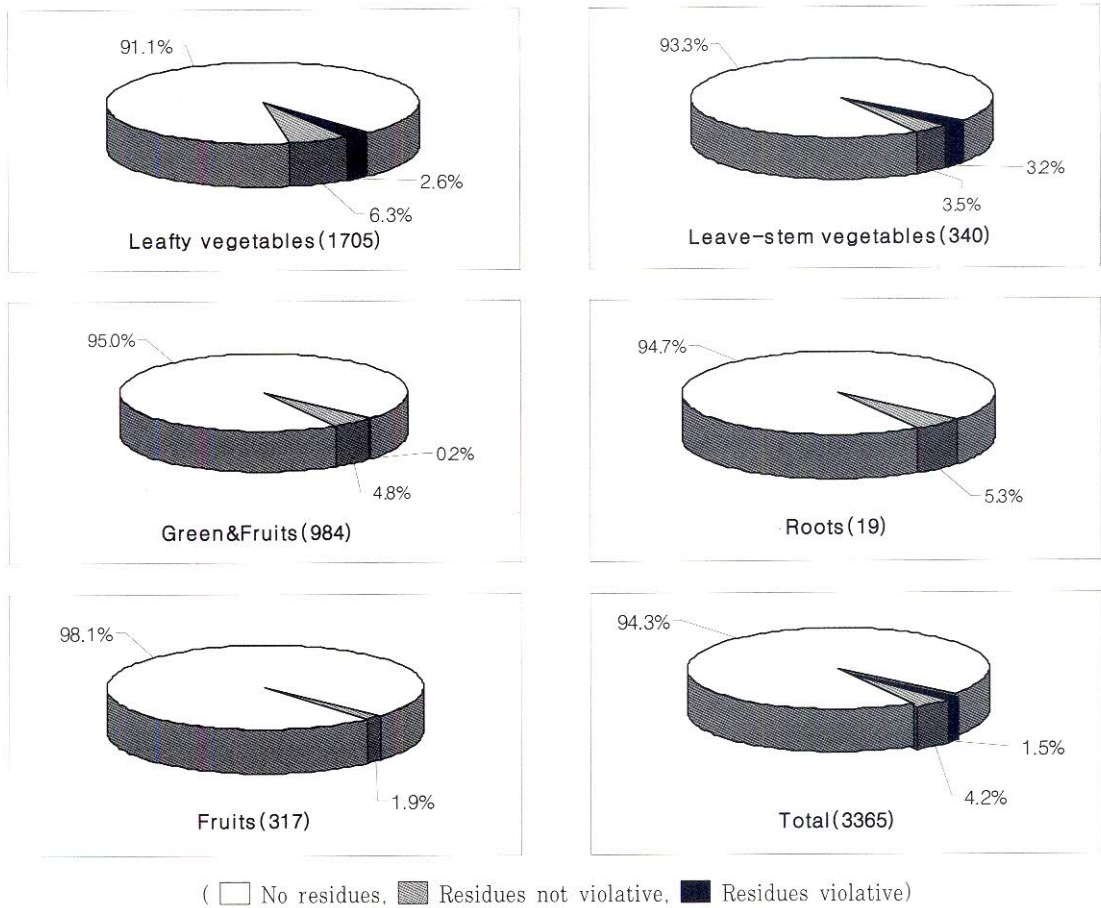


Fig. 1. Residues of pesticides in agricultural products.

Table 8. Data of detected pesticides in agricultural products

| Item | No. of samples | Pesticides | No. of findings | No. of violations | Range. of detection | MRL value | | |
|---------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------|-----|-----|
| Leafy vegetables | | | | | | | | |
| Perilla leaf | 332 | Azoxystrobin | 1 | | 1.0 | 3.0 | | |
| | | Cadusafos | 1 | 1 | 0.13 | 0.02 | | |
| | | Chlorpyrifos | 2 | | 0.1 | 1.0 | | |
| | | Cyprodinil | 1 | | 0.5 | 1.0 | | |
| | | Diethofencarb | 2 | | 0.5~2.6 | 5.0 | | |
| | | Endosulfan | 1 | 1 | 4.3 | 2.0 | | |
| | | Ethoprophos | 1 | 1 | 1.09 | 0.02 | | |
| | | Fenitrothion | 2 | 2 | 1.2~1.9 | 0.2 | | |
| | | Fenthion | 1 | 1 | 2.0 | 0.5 | | |
| | | Metalaxyl | 1 | | 0.7 | 2.0 | | |
| | | Procymidone | 15 | 6 | 0.8~55.7 | 10.0 | | |
| | | Tebufenpyrad | 4 | | 0.1~0.4 | 5.0 | | |
| | | Vinclozolin | 2 | | 0.3~0.6 | 1.0 | | |
| | | Aster scaber | 74 | Bifenthrin | 1 | | 0.4 | 0.5 |
| | | | | Chlorfenapyr | 1 | | 0.2 | 0.5 |
| Chlorpyrifos | 4 | | | 4 | 0.61~1.50 | 0.01 | | |
| Chlorpyrifos-methyl | 1 | | | 4 | 0.03 | 0.1 | | |
| Cypermethrin | 1 | | | | 1.0 | 5.0 | | |
| Diazinon | 2 | | | 1 | 0.07~2.6 | 0.1 | | |
| Endosulfan | 2 | | | | 0.3~0.6 | 2.0 | | |
| EPN | 1 | | | 1 | 2.0 | 0.1 | | |
| Ethoprophos | 1 | | | 1 | 1.16 | 0.02 | | |
| Fenthion | 1 | | | | 1.8 | 0.5 | | |
| Iprobenfos | 6 | | | 1 | 0.01~0.5 | 0.2 | | |
| Pendimethalin | 1 | | | 1 | 0.8 | 0.2 | | |
| Chlorfenapyr | 1 | | | 1 | 1.7 | 0.5 | | |
| Chlorpyrifos | 1 | | | | 0.003 | 0.01 | | |
| Butterbur | 36 | | | Endosulfan | 1 | | 0.2 | 2.0 |
| | | Fenconazole | 1 | 1 | 0.3 | 0.1 | | |
| | | Pendimethalin* | 2 | 1 | 0.1~0.28 | 0.05 | | |
| | | Procymidone | 1 | | 3.5 | 5.0 | | |
| | | Endosulfan | 5 | | 0.2~1.4 | 2.0 | | |
| | | Metalaxyl | 2 | | 0.6~0.8 | 2.0 | | |
| Leafy lettuce | 340 | Procymidone | 7 | 1 | 0.9~12.4 | 5.0 | | |
| | | Triflumizole | 1 | 1 | 6.9 | 1.0 | | |
| | | Carbofuran | 1 | 1 | 0.5 | 0.1 | | |
| Young radish | 45 | Chlorfenapyr | 1 | | 0.1 | 0.5 | | |
| | | Chlorpyrifos | 1 | 1 | 2.56 | 0.01 | | |
| | | Tetradifon | 1 | | 0.1 | 1.0 | | |
| Spinach | 110 | Chlorothalonil | 1 | | 0.9 | 1.0 | | |
| | | Endosulfan | 5 | 1 | 0.3~6.1 | 1.0 | | |
| | | Procymidone | 2 | | 1.1~1.8 | 5.0 | | |
| Crown daisy | 59 | Diazinon | 1 | 1 | 0.3 | 0.1 | | |
| | | Diethofencarb | 1 | | 0.4 | 2.0 | | |
| | | Fenarimol | 1 | 1 | 1.40 | 0.05 | | |
| Angelica | 29 | Ethoprophos | 1 | 1 | 0.10 | 0.02 | | |
| | | Tetradifon | 1 | 1 | 3.3 | 1.0 | | |
| Chinese cabbage | 169 | Diazinon | 1 | | 0.03 | 0.1 | | |
| | | Endosulfan | 1 | | 0.5 | 2.0 | | |
| Lettuce | 69 | Endosulfan | 1 | | 0.4 | 1.0 | | |
| | | Procymidone | 2 | | 1.5~2.1 | 5.0 | | |
| Pimpinella | 32 | Procymidone | 3 | 1 | 0.7~7.4 | 5.0 | | |
| | | Vinclozolin | 3 | | 0.2~0.3 | 1.0 | | |
| Kale | 39 | Endosulfan | 1 | | 0.4 | 1.0 | | |
| | | Fipronil | 1 | 1 | 2.59 | 0.01 | | |

To be continued

| Item | No. of samples | Pesticides | No. of findings | No. of violations | Range. of detection | MRL value | | |
|-------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------|----------|-----|
| Leafy vegetables | | | | | | | | |
| Chicory leaves | 60 | Fipronil | 1 | 1 | 0.46 | 0.01 | | |
| | | Procymidone | 2 | 1 | 6.5 | 5.0 | | |
| Brassica | 22 | Diazinon | 1 | 1 | 0.2 | 0.1 | | |
| | | Chlorpyrifos | 1 | 1 | 0.12 | 0.01 | | |
| Myungil leaf | 1 | Procymidone | 1 | | 1.0 | 5.0 | | |
| Mallow | 36 | Procymidone | 1 | | 1.7 | 5.0 | | |
| Danggui | 3 | Procymidone | 1 | | 0.5 | 5.0 | | |
| Pak-choi | 58 | Phenthoate | 1 | | 0.02 | 0.2 | | |
| Leaf mustard | 22 | Prothiofos | 1 | 1 | 0.23 | 0.05 | | |
| Leave - stem vegetables | | | | | | | | |
| Leek | 64 | Eendosulfan | 2 | 1 | 0.2~4.4 | 2.0 | | |
| | | Fenarimol | 1 | 1 | 1.14 | 0.05 | | |
| | | Mepanipyrim | 1 | 1 | 6.0 | 3.0 | | |
| | | Phorate | 1 | | 0.04 | 0.1 | | |
| | | Procymidone | 5 | 2 | 1.9~8.2 | 5.0 | | |
| | | Propamocarb | 2 | 2 | 1.2~1.3 | 0.2 | | |
| Wild rocambole | 23 | Vinclozolin | 1 | 1 | 3.4 | 1.0 | | |
| | | Terbuconazole | 1 | 1 | 0.9 | 0.1 | | |
| Celery | 14 | Eendosulfan | 3 | | 0.5~1.5 | 2.0 | | |
| Weish onion | 132 | Eendosulfan | 1 | | 0.2 | 1.0 | | |
| | | Fenvalerate | 1 | | 0.1 | 0.5 | | |
| | | Iprodione | 1 | 1 | 7.8 | 0.1 | | |
| | | Metalaxyl | 1 | | 0.03 | 0.05 | | |
| | | Procymidone | 2 | 1 | 0.4~7.1 | 5.0 | | |
| Green& fruits | | | | | | | | |
| Pepper | 390 | Chlorfenapyr | 3 | | 0.1~0.2 | 0.7 | | |
| | | Chlorothalonil | 1 | | 0.3 | 1.0 | | |
| | | Chlorpyrifos | 5 | | 0.1~0.4 | 0.5 | | |
| | | Diethofencarb | 2 | | 0.2~0.3 | 1.0 | | |
| | | Eendosulfan | 1 | 1 | 1.5 | 1.0 | | |
| | | Ethoprophos | 2 | 1 | 0.01~0.89 | 0.02 | | |
| | | Metalaxyl | 1 | | 0.2 | 1.0 | | |
| | | Procymidone | 18 | | 0.2~3.0 | 5.0 | | |
| | | Tebufenpyrad | 1 | | 0.1 | 0.5 | | |
| | | Vinclozolin | 3 | | 0.2.0.6 | 3.0 | | |
| | | Cucumber | 193 | Chlorothalonil | 1 | | 0.6 | 1.0 |
| | | | | Metalaxyl | 2 | | 0.01~0.1 | 1.0 |
| | | | | Procymidone | 4 | | 0.3~0.5 | 2.0 |
| Pimentos | 59 | Chlorfenapyr | 1 | | 0.07 | 0.1 | | |
| | | Tebufenpyrad | 1 | | 0.06 | 0.1 | | |
| Musk melon | 36 | Procymidone | 1 | | 0.05 | 1.0 | | |
| Egg plant | 59 | Tetradifon | 1 | | 0.1 | 1.0 | | |
| Roots | | | | | | | | |
| Radish | 2 | Eendosulfan | 1 | | 0.2 | 1.0 | | |
| Fruits | | | | | | | | |
| Mandarin | 23 | Procymidone | 2 | | 0.1~0.2 | 5.0 | | |
| Kiwi | 38 | Vinclozolin | 3 | | 0.02~0.2 | 10.0 | | |
| Strawberry | 53 | Procymidone | 1 | | 0.1 | 10.0 | | |

Table 9. Frequency of detected and violated pesticides by year

| Pesticide | 1999 | | 2000 | | 2001 | | 2002 | |
|---------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | No. of findings | No. of violations | No. of findings | No. of violations | No. of findings | No. of violations | No. of findings | No. of violations |
| Procymidone | 20 | 2 | 52 | 10 | 60 | 9 | 69 | 13 |
| Endosulfan | 18 | 6 | 29 | 7 | 33 | 11 | 25 | 4 |
| Chlorpyrifos | 13 | 12 | 9 | 9 | 18 | 13 | 14 | 5 |
| Vinclozolin | 8 | 3 | 12 | 4 | 16 | 1 | 12 | 1 |
| Chlorfenapyr | | | | | | | 7 | 1 |
| Metalaxyl | 1 | | | | 4 | 2 | 7 | |
| Iprobenphos | | | | | | | 6 | 1 |
| Tebufenpyrad | | | | | | | 6 | |
| Ethoprophos | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| Diazinon | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 3 |
| Diethofencarb | | | | | | | 5 | |
| Tetradifon | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Pendimethalin | | | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 1 |
| Chlorothalonil | 2 | | 5 | 5 | 6 | 5 | 3 | |
| Fenarimol | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Fenitrothion | 1 | 1 | | | | | 2 | 2 |
| Fenthion | | | 1 | 1 | | | 2 | 2 |
| Fipronil | | | | | | | 2 | 2 |
| Propamocarb | | | 2 | | | | 2 | 2 |
| EPN | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| Cadusafos | | | | | | | 1 | 1 |
| Carbofuran | 4 | 1 | | | | | 1 | 1 |
| Triflumizole | | | | | | | 1 | 1 |
| Penconazole | | | | | | | 1 | 1 |
| Prothiofos | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 |
| Mepanipyrim | | | | | | | 1 | 1 |
| Iprodione | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 |
| Tebuconazole | | | | | | | 1 | 1 |
| Bifenthrin | 1 | | | | | | 1 | |
| Cypermethrin | 1 | | | | | | 1 | |
| Cyprodinil | | | | | | | 1 | |
| Azoxystrobin | | | | | | | 1 | |
| Chlorpyrifos-methyl | | | | | | | 1 | |
| Phenthoate | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | |
| Fenvalerate | | | | | | | 1 | |
| Phorate | | | | | | | 1 | |
| Permethrin | | | 1 | | | | | |
| Tolyfluanid | | | 1 | | 2 | 1 | | |
| Diclofluanid | | | 1 | | | | | |
| Methidathion | | | 1 | 1 | | | | |
| Phosalone | 1 | | | | | | | |
| Pyrazophos | 4 | 4 | | | | | | |
| Ethiofencarb | 1 | | | | | | | |
| Methiocarb | 2 | 1 | | | | | | |
| Methomyl | 1 | | | | | | | |

의 부적률(2.5%)⁸⁾과 유사하였으나 1999년 미국산 농산물에 대한 채소류의 검출률(29.1%)보다는 낮고 부적률(1.2%)¹¹⁾보다는 높아 농약을 많이 사용하지는 않지만 농약을 뿌릴 경우 안전사용기준을 지키지 않는 것을 알 수 있었다. 그러나 이는 1999년도 미국으로 수입된 농산물 중 채소류의 부적률 3.9%¹¹⁾ 보다는 낮게 나타났다.

과채류는 8종 농산물 984건을 검사하여 5종 농산물 49건에서 농약이 검출되어 5.0%의 검출률을 나타내었으나 고추 2건에서만 농약허용기준을 초과하여 농약이 검출되었으며, 엽경채류는 340건을 검사하여 23건에서 농약성분이 검출되어 6.8%의 검출률을 나타내었고 7건이 허용기준을 초과하여 2.1%의 부적률을 나타내었다.

근채류는 19건을 검사하였으나 적환무 1건에서 엔도설판이 검출되었고 허용기준을 초과한 농산물은 없었다.

과실류에서는 317건을 검사하여 6건에서 농약이 검출되어 1.9%의 검출률을 나타내었으며 기준을 초과한 것은 없었다. 이는 1999년 미국내 농산물과 수입농산물 중 과일류의 검출률(60.6, 40.7%)과 부적률(0.6, 1.8%)보다는 월등하게 낮은 수치였으며,¹⁾ 그 외 곡류나 두류, 버섯류에서는 농약이 검출되지 않아 최근 수년간의 경향과 비슷하였다^{5~7)}.

농산물별로는 취나물에서 농약 검출률이 29.7%로 가장 높았고 머위 19.4%, 참나물 18.8%, 부추 18.8%, 깻잎 10.2%, 고추 9.5% 순이었다.

부적률은 취나물에서 17.6%로 가장 높았고 부추 10.9%, 머위 8.3%, 신선초 6.9% 순으로 비교적 검출률이 높은 농산물이 부적률도 높은 경향을 보였지만 고추는 검출률이 9.5%였으나, 부적률이 0.5%로 농약은 많이 사용하는 반면 허용기준을 초과한 것은 2건에 지나지 않았다.

검출된 농약 종류별 검출빈도 수는 Table 9와 같다. 1999년부터 2002년까지 프로시미돈의 검출률이 35%이상을 차지하고 있고 엔도설판, 클로르피리포스, 빈클로졸린 순으로 농약성분이 검출되었다.

2001년에는 13종의 농약성분이 검출되었으나⁵⁾, 2002년에는 36종의 농약성분이 검출되어 검출농

약성분이 다양해 졌음을 알 수 있었으며, 이등⁴⁾이 말한 것처럼 최근 4년간 처음으로 검출된 농약성분으로는 유기인계 농약이 4종 (Chlorpyrifos-methyl, Iprobenfos, Cadusafos, Phorate,) 트리아졸계 농약이 3종(Triflumizole, Penconazole, Tebuconazole), 피라졸계 농약이 2종(Fipronil, Tebufenpyrad) 피리미딘계 농약이 2종(Mepanipyrim, Cyprodinil) 카바메이트계 농약(Diethofencarb), 피롤계 농약(Chlorfenapyr), 스트로빌루린계 농약(Azoxystrobin)와 피레스로이드계 농약(Fenvalerate)이 각 1종씩 검출되어 새로이 개발된 농약성분들의 사용이 증가되고 있음을 알 수 있었다⁹⁾.

잔류허용기준을 초과한 농약성분은 24종으로 2001년에 비해 Procymidone 등 살균제의 사용이 증가되었고, 유기염소계 농약인 Endosulfan과 Chlorpyrifos의 부적률이 감소된 반면 Fenitrothion, Fenthion, Iprobenfos, Cadusafos, Prothiofos 등의 유기인계 농약성분과 Carbifuran, Propamocarb 등의 카바메이트계 농약성분의 부적률이 증가되었고, 트리아졸계 농약성분이 3종이나 허용기준을 초과하여 검출되었다^{4,9)}.

결론

2002년 1월부터 12월까지 서울시 강북지역에 유통되고 있는 100종 농산물 3,440건에 대한 190종의 잔류농약성분을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 농산물 3,440건 중 197건에서 농약성분이 검출되어 5.7%의 검출률을 나타내었고, 검출빈도가 높은 농산물은 취나물, 머위, 참나물, 부추, 깻잎, 고추 순이었다.
2. 농약잔류허용기준을 초과한 농산물은 53건으로 부적합률은 1.5%였으며, 농산물별로는 취나물 17.6%, 부추 10.9%, 머위 8.3%, 신선초 6.9% 순이었다.
3. 검출농약성분은 36종으로 Procymidone, Endosulfan, Chlorpyrifos, Vinclozolin, Chlorfenapyr 순이었으며, Chlorpyrifosmethyl,

Iprobenfos, Cadusafos, Phorate, Trifluzimazole, Penconazole, Tebuconazole, Fipronil, Tebufenpyrad, Mepanipyrim, Cyprodinil, Diethofencarb, Chlorfenapyr, Azoxystrobin, Fenvalerate 등 14종 농약성분이 처음으로 검출되었다.

4. 허용기준을 초과한 농약 성분은 24종으로 Procymidone이 가장 많았으며, 유기염소계 농약인 Endosulfan과 Chlorpyrifos의 부적률이 감소된 반면 Fenitrothion, Fenthion, Iprobenfos, Cadusafos, Prothiofos 등의 유기인계 농약성분과 Carbofuran, Propamocarb 등의 카바메이트계 농약성분의 부적률이 증가하였고, Trifluzimazole, Penconazole, Tebuconazole 등 트리아졸계 농약성분이 3종이나 허용기준을 초과하여 검출되었다.

참고문헌

1. Takayuki Shibamoto : Resticide regulation and Residue monitoring in the United State of America. 食衛誌., 43: 167(2002)
2. 식품공전 : 식품의약품안전청, (2001)
3. 식품의약품 안전청고시 제 2002-1호
4. 이은주, 김우성, 박건상, 오재호, 김대병 ; 잔류농약 24성분의 다성분 동시분석을 위한 기체 크로마토그래피 조건 최적화. The Korean Journal of pesticide Science, 4:11(2000)
5. 장미라, 정애희, 윤용태, 이호찬, 김경식, 양혜란, 조진호, 승현정, 이성득, 김수진, 김남훈, 김진곤, 김명희 ; 서울시 강북지역 유통농산물 중의 농약 잔류실태 조사(III). 서울특

별시 보건환경연구원보, 37:178(2001)

6. 황영숙, 김양숙, 이성득, 백수현, 김경식, 두옥주, 정보경, 조진호, 정애희, 장미라, 윤용태, 정의근, 이찬수, 김진곤, 김명희 ; 서울시 강북지역 유통농산물 중의 농약 잔류 실태조사 (II). 서울특별시보건환경연구원보, 36:204 (2000)
7. 김경식, 오석률, 두옥주, 정보경, 정애희, 김도정, 장미라, 윤용태, 김양숙, 이정미, 황영숙, 황광호, 김진곤, 김명희 ; 서울시 강북지역 유통 농산물 중의 농약 잔류실태 조사 (I). 서울특별시보건환경연구원보, 35:151 (1999)
8. Willy, D., Walter, S., Sabine, D., Roland, V., and Hans, B. : Monitoring of pesticides residues in fresh vegetables, fruits and other selected food items in Belgium. 1991-1993. Journal of AOAC international, 79:97(1996)
9. 조택수, 문영희 ; 농약의 독성에 대한 농민과 도시민의 인지도 분석. The Korean Journal of pesticide Science. 4:48(2000)
10. Harvey, K.H., Thomas, C., Milton, A.L., and Herbert, T.M. : Pesticide residue findings by the luke method in domestic and imported foods and animal feeds for fiscal years 1982-1986. J. ASSOC. OFF. ANAL. CHEM., 71:875(1988)
11. James, P.M., and Edward, R. : Chemical contaminants monitoring (State findings on pesticide residues in foods-1988 and 1989). J. ASSOC. OFF. ANAL. CHEM., 74:438(1991)