*J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 24, No. 1, pp. 27~37 (2009)

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

# 서울 강북지역 유통 농산물 중 농약잔류실태조사

**박성규* · 하광태 · 김성단 · 김시정 · 이윤정 · 이경아 · 장정임 · 정삼식**
**송부용 · 조석주 · 조한빈 · 최병현 · 김민영**
서울시보건환경연구원

# Survey on Pesticide Residues in Commercial Agricultural Products in the Northern Area of Seoul

Sung-Kyu Park*, Kwang-Tae Ha, Sung-Dan Kim, Si-Jung Kim, Yun-Jung Lee, Kyeong-Ah Lee, Jung-Im Jang, Sam-Sik Jeong, Bu-Young Song, Suk-Ju Jo, Han-Bin Jo, Byung-Hyum Choi, and Min-Young Kim
*Seoul Health & Environment Research, Seoul 138-160, Korea*
(Received September 12, 2008/Revised January 16, 2009/Accepted February 18, 2009)

**ABSTRACT** - In an effort to evaluate the currents in pesticide residues, 3,020 agricultural products were tested by multiresidue method with 260 pesticides, obtained from the circulation market of in the Gangbuk province in 2007.20.4%(616/3020) of the products were determined to contain pesticides residues, but only 4.1%(124/3020) of these were deemed to be unsuitable by the korea Food Code. Unsuitably products were spinach(21.0%), perilla leaf(17.3%), ulgari(13.6%), leek(12.4%), crowndaisy(12.4%), asterscaber(12.4%), chard(11.1%). Detected pesticides were procymidone(3.9%), endosulfan(2.6%), chlorfenapyr(2.2%), bifenthrin (1.3%), cypermethrin(0.7%), metal-axyl(0.9%), azoxystrobin(0.3%) and chlorothalonil(0.7%). Sixty-four pesticides were detected and 11 pesticides were newly detected in 2007. Thirty-one pesticides in agricultural products exceeded their MRLs.

**Key words:** pesticide residues, agricultural products

농작물의 생산성 증대, 품질 향상, 병해충 방제 및 노동력 절감 등의 이유로 농약의 사용량이 증가하여 농약의 안전사용기준 및 환경보전의 측면에서의 농약의 잔류허용량을 설정하고 있고[1], 농약의 사용으로 인한 안전성 확보 차원에서 안전성 농약을 개발하고 있으며[2], 앞으로도 이상적인 농약, 즉 목적하는 효과를 발휘하면서 저독성, 선택독성, 환경조화, 잔류성이 고려된 적절한 개발・실용화가 진행되어 갈 것이다[3].

지구상에는 인구에 필요한 식량의 두 배 이상이 존재하나 전체의 수급형태가 언제까지 안정적으로 존재 할 수 있는가 하는 문제와 함께 날로 악화해 가는 환경문제도 장래의 식량문제에 있어서 간과 할 수 없는 부분이다. 이러한 이유로 어려운 환경에서 생산을 극대화 하고 재해에 의한 손실을 줄이고자 하는 연구를 계속되고 있다.

*Correspondence to: Park-Sung Kyu, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health & Environment #202-3, Yangjae-dong, Seocho-gu, Seoul, 137-130, Korea
Tel: 82-2-968-5096. Fax: 82-2-964-8174
E-mail: psk94@seoul.go.kr

수확된 농산물 중의 농약잔류로 인한 인체 위해가능성 때문에 대부분의 선진국에서는 자국 및 수입 농산물에 대한 잔류농약 모니터링을 매년 실시하고 있는 실정이다.

미국에서는 FDA(Food & Drug Administration) 주관으로 농산물에 대한 잔류농약 모니터링을 매년 실시하여[4] 그 보고서를 공개하고 있으며, 유럽의 경우도 각국의 사정에 따라 대상 농약과 시료를 자유로이 선택되어 모니터링을 실시하고 있고[5], 일본에서는 국립의약품식품위생연구소 외에 지방의약품식품위생연구소의 협력을 얻어 전국적으로 잔류농약 실태조사를 실시하고 있다[6].

우리나라는 1968년부터 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL) 모니터링을 실시한 이후 모니터링 규모가 커지게 되면서 조사대상 농약 및 품목이 점차 확대되었다[7].

본 연구는 전보[8]에 이어 2007년 1년간의 서울시 강북지역에 유통된 농산물을 대상으로 농약의 잔류량을 검사하여 잔류허용기준을 초과하는 작물은 사전에 차단하여 농산물 안전성 확보와 농민의 농약에 대한 안전하고 효과적인 사용을 추진하기 위한 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 및 분석농약

2007년도 1월부터 12월까지 서울 강북지역(백화점, 대형할인점, 재래시장)에서 유통되고 있는 상추 등 145종 3,020건을 각 3 kg씩을 수거하여 프로시미돈 등 잔류농약 260종을 분석하였다. 시료 전처리는 식품공전 83번 다종다성분농약동시시험법으로 시험 하였고 분석흐름도는 Fig. 1에 실험 대상이 된 농산물의 분류는 Table 1과 같으며 기기분석조건은 Table 2, 3에 제시하였다.

### 시약 및 분석기기

잔류농약 분석용 표준품은 Dr. Ehrenstorfer (Germany) 및 Chem service(USA)제품을 사용 하였고 염화나트륨은

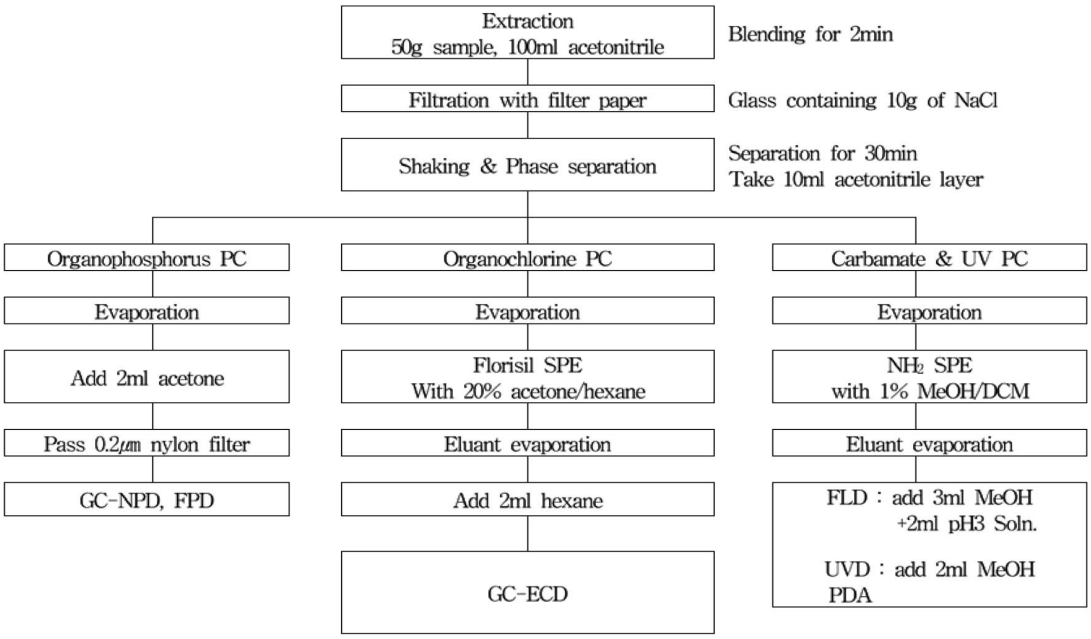


**Fig. 1.** Flow chart of multiresidue method.

**Table 1.** List of analyzed Agricultural

| Crop group (Number of Samples) | Product Name (Nltural Productsumber of Samples) |
|---|---|
| Leafty vegetable(1545) | Leafty lettuce(243), Spinach(136), Perilla leaf(127), Chinese Cabbage(96), Young radish(79), Ulgary(78), Broccoli(69), cabbage(68), Crown daisy(67), Pak-choi(65), Chard(43), Chard(43), Chicory(42), A.scaber(40), Juckchae(33), Leaf mustard(29), Romane(22), Pimpinella(22), Bomdong(22), Amaranth(19), Kale(14), Chicon(14), Ssamchoo(13), Cauliflower(13), Okrip(11), Butterbur(9), Mallow(9), Angelica(9), Vitamine(8), Lolla rossa(7), Danggui(7), Saengchae(5), Beet(5), Newgreen(4), Pepper leaf(3), Pumpkin leaf(3), Others(68) |
| Green & Fruit(594) | Pepper(150), Cucumber(151), Squash(111), Egg plant(58), Pimentos(53), Tomato(42), Paprica(18), Musk melon(7), Others(4) |
| Leave-stem vegetable(311) | Weish onion(70), Leek(76), Dropwort(67), Bracken(21), Dolnamul(19), Gosari(19), Celery(17), Kohlrabi(6), Wild garlic(9), Sweet photostalk(3), Others(4) |
| Fruit(174) | Strawberry(26), Banana(23), Grape(18), Persimon(15), Apple(12), Kiwi(9), Peach(9), Orange(6), Pear(5), Pineapple(2), Others(49) |
| Root(104) | Radish(root)(59), Onion(9), Bonnet bellflower(9), Carrot(4), Garlic(4), Beat(4), Others(15) |
| Grain(30) | Rice(12), Barley(4), Corn(4), Foxtail millet(4), Other(10) |
| Mushroom(120) | Saesong-i mushroom(54), Oyster mushroom(27), Winter mushroom(27), Pine mushroom(3), Others(9) |
| Photoe(38) | Sweet potatoes(17), Photoes(21) |
| Nut(8) | Peanuts(8) |
| Others(96) | Bean (16), Bean sprout(4), Greenbean sprout(6), Tea(40), Others(30) |
| Total(3020) | |

**Table 2.** Analytical conditions of GC-ECD, GC-NPD, and GC-MSD

| | GC-ECD | GC-NPD | GC-FPD | GC-MSD |
|---|---|---|---|---|
| Column | HP-1701 (30m×0.32mm×0.25μm) HP-5 (30m×0.32mm×0.25μm) | HP-1701 (30m×0.32mm×0.25μm) HP-5 (30m×0.32mm×0.25μm) | HP-1 (30m×0.32mm×0.25μm) | HP-5MS (30m×0.25mm×0.25μm) |
| Gas Flow | $N_2$(1ml/min) | $N_2$(1.4ml/min) Air(60ml/min) $H_2$(3.5ml/min) | $N_2$(0.9ml/min) Air(100ml/min) $H_2$(75ml/min) | He(1ml/min) |
| Inj. Temp. | 230°C | 210°C | 210°C | 230°C |
| Det. Temp. | 280°C | 270°C | 250°C | 280°C(Interface Temp.) |
| Oven Temp. | 150°C(1min)-12°C/min-240°C(2min)-10°C/min-280°C(11min) | 110°C(1min)-15°C/min-200°C(8min)-10°C/min-260°C(7min) | 110°C(1min)-15°C/min-200°C(8min)-10°C/min-260°C(8min) | 100°C(2min)-10°C/min-280°C(15min) |

**Table 3.** Analytical conditions of HPLC and LC-MSD

| | HPLC-FLD | | | HPLC-DAD | | | LC-MSD | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Column | Waters carbamate analysis column(3.9×150mm) | | | Zobax C8 | | | Eclipse XDB-C18 | | |
| Detector | Scanning Fluorescence detector | | | Diode Array and Multiple Wavelength Detectors | | | Mass selective detector | | |
| Wavelength | Ex λ:339nm Em λ:445nm | | | 200nm | | | 200nm ~ 400nm | | |
| Mobile Phase | A : 12% MeOH B : MeOH:AcCN:Water(35:35:30) | | | A : 90% Acetonitrile B : Water | | | A : 12% Methanol B : MeOH:AcCN:Water(35:35:30) | | |
| Flow rate | 0.9ml/min | | | 1.0ml/min | | | 1.0ml/min | | |
| Injection Vol. | 20μl | | | 10μl | | | 20μl | | |
| | Time(min) | A(%) | B(%) | Time(min) | A(%) | B(%) | Time(min) | % B | Flow |
| Gradient Program | 0.0 | 95 | 5 | 0.0 | 20 | 80 | 0.0 | 20 | 1.5ml |
| | 2.0 | 95 | 5 | 12.0 | 100 | 0 | 8.0 | 100 | 1.5ml |
| | 8.0 | 20 | 80 | 14.0 | 100 | 0 | 10.0 | 100 | 1.5ml |
| | 15.0 | 5 | 95 | 16.0 | 20 | 80 | 12.0 | 20 | 1.5ml |
| | 16.0 | 0 | 100 | | | | | | |
| | 20.0 | 0 | 100 | | | | | | |
| | 22.0 | 95 | 5 | | | | | | |

Tedia Company(USA) 제품을 Acetonitrile 등 일반시약은 잔류농약분석용 및 HPLC용을 사용하였다.

전처리에 필요한 SPE-Florisil(8B-S013HCH, Phenomenex, USA)를, HPLC는 SPE-$NH_2$(8B-S009 JCH, Phenomenex, USA)를 사용하였다.

분쇄기(Blixer 5 pius, robot Coupe, France), 균질기 omni, us/Omi Macro , USA), GC/ECD(Agilent 6890, USA), GC/MSD(Agilent 5973, USA), HPLC/DAD(Agilent 1100 series, USA), HPLC/CAS(Waters, Alliance M2695+M2475, USA)를 사용하였다.

### 실험방법

시료 전처리는 전보[9]의 다종다성분농약동시시험법에따라 시료를 균질화한 후 50 g를 잔농용 Acetonitrile으로 2분간 추출하고 Nacl을 넣은 밀크병에 filter로 여과 후 30분 정체 후 상층의 Acetonitrile 10 ml 시험 용액으로 사용하였다. 유기인계농약성분은 02.μm nylon filter로 여과 후 분석하였으며, 유기염소계농약은 20% Acetone/Hexane 용매를 사용하여 Florisil SPE 로 여과 후 분석하였으며, 카바메이트농약은 $NH_2$ SPE에 !% MeOH/DCM의 용매를 사용하였다, 분석장비로는 GC-ECD, GC-NPD, GC-FPD를 이용하여 198종 농약 성분을 HPLC-FLD, HPLC-UVD를 이용하여 62종 농약을 분석하였으며, 검출된 농약 성분의 정성확인에는 GC-MSD(Hewlett Packard - 5973, USA), LC-MSD SL(Agilent, USA)를 사용하였다.

## 결과 및 고찰

시료 채취는 2007년 1월 ~12월부까지 강북지역소재 시장, 할인마트, 백화점, 대형슈퍼 등에서 유통되는 농산물 145종 3,020건을 구입하여 260종의 잔류농약을 다종다성분농약동시시험법으로 분석한 결과 농산물에 따른 잔류허

**Table 4.** List of pesticides exceeded their MRLs in agricultural products

| Commedity | No. of samles | Pesticide detected | No. of samples detected | Detection Range (mg/kg) | MRL*(mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| Leafy vegetable(717) | | | | | |
| Perilla.leaf | 127 | Kresoxim-methyl | 1 | 2.901 | 0.1 |
| | | Procymidone | 1 | 21.3 | 10 |
| | | Diethofencarb | 1 | 7.768 | 5.0 |
| | | Fludioxonil | 2 | 0.289, 1.754 | 0.1 |
| | | Chlorpyrifos-methyl | 2 | 0.181, 0.369 | 1.0 |
| | | Iprobenfos | 1 | 0.808 | 0.2 |
| | | Dimethomorph | 1 | 13.312 | 7.0 |
| | | diniconazole | 1 | 0.119 | 0.05 |
| | | Fenpyroxymate | 1 | 2.0 | 2.616 |
| | | Endosulfan | 2 | 0.297 | 2.0 |
| | | Fenpropathrin | 2 | 0.285, 0.289 | 0.1 |
| | | Azoxystrobin | 1 | 0.957 | 0.05 |
| Lettuce | 243 | Diethofencarb | 1 | 12.8 | 5.0 |
| | | Carbendazim | 1 | 7.5 | 5.0 |
| | | Metalaxyl | 1 | 2.873 | 2.0 |
| | | Dimethomorph | 2 | 9.339, 10.31 | 7.0 |
| Mallow | 9 | Azoxystrobin | 1 | 2.107 | 0.05 |
| | | Chlorpyrifo | 1 | 1.683 | 0.1 |
| | | Pencycuron | 1 | 1.683 | 0.1 |
| Spinach | 136 | Endosulfan | 2 | 2.544, 3.605 | 0.1 |
| | | Fludioxonil | 1 | 0.353 | 0.1 |
| | | Pencycuron | 1 | 6.9 | 3.0 |
| | | Diazinon | 1 | 0.376 | 0.1 |
| | | Pyridaryl | 1 | 0.658 | 0.05 |
| | | Dimethomorph | 1 | 6.78 | 3.0 |
| | | Fludioxonil | 1 | 7.74 | 0.05 |
| | | Azoxystrobin | 1 | 0.54 | 0.05 |
| | | Ethaboxan | 1 | 1.364 | 0.5 |
| | | Chlorfenapyr | 1 | 0.777 | 0.5 |
| | | Spiromecifen | 1 | 0.236 | 0.05 |
| Chard | 43 | Procymidone | 1 | 27.85 | 5.0 |
| | | Fludioxonil | 1 | 7.063 | 3.0 |
| | | Cypermethrin | 1 | 1.253 | 1.0 |
| | | Ethaboxan | 1 | 6.775 | 0.5 |
| | | Ethoprophos | 1 | 0.046 | 0.02 |
| | | Dimethomorph | 1 | 14.162 | 0.5 |
| | | Carbendazim | 1 | 2.582 | 1.0 |
| | | Paclobutrazol | 1 | 0.263 | 0.05 |
| | | Azoxystrobin | 1 | 0.444 | 0.05 |
| Commedity | No. of samles | Pesticide detected | No. of samples detected | Detection Range (mg/kg) | MRL*(mg/kg) |
| Leafy vegetable(159) | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A.scaber | 40 | Azoxystrobin | 2 | 1.52, 4.88 | 3.0 |
| | | Chlorpyrifos | 2 | 0.04, 0.12 | 0.01 |
| | | Kresoxim-methyl | 1 | 1.38 | 0.1 |
| | | Diazinon | 1 | 0.86 | 0.1 |
| | | Diethofencarb | 1 | 5.13 | 0.05 |
| | | Flutolanil | 1 | 0.30 | 0.1 |
| | | Pyridaryl | 1 | 0.82 | 0.05 |
| | | Spiromecifen | 2 | 0.88 ,1.25 | 0.05 |
| | | Vinclozolin | 1 | 12.72 | 1.0 |
| Ulgary | 78 | Azoxystrobin | 3 | 0.34-0.67 | 0.05 |
| | | Bifenthrin | 1 | 0.35 | 0.5 |
| | | Diazinon | 2 | 0.42, 0.95 | 0.1 |
| | | Dimethomorph | 3 | 1.00~3.72 | 0.5 |
| | | Flutolanil | 2 | 0.30, 0.85 | 0.1 |
| | | Kresoxim-methyl | 1 | 2.27 | 0.1 |
| Amaranth | 19 | Chlorfenapyr | 1 | 1.20 | 0.5 |
| | | Chlorothalonil | 1 | 3.64 | 1.0 |
| | | Pencycuron | 1 | 6.08 | 0.1 |
| | | Azoxystrobin | 2 | 0.41, 0.49 | 0.05 |
| Pimpinella | 22 | Chlorpyrifos | 1 | 0.04 | 0.01 |
| | | Pyridaryl | 1 | 0.82 | 0.05 |
| | | Azoxystrobin | 1 | 4.90 | 3.0 |
| | | Kresoxim-methyl | 2 | 1.38, 5.12 | 0.1 |
| | | Flutolanil | 1 | 0.10 | 0.304 |
| | | Diazinon | 1 | 8.86 | 0.1 |
| | | Spiromecifen | 1 | 0.88 | 0.05 |
| | | Diethofencarb | 1 | 5.13 | 0.05 |
| | | Vinclozolin | 1 | 12.72 | 1.0 |
| Stalk and stem vegetables(174) | | | | | |
| Leek | 76 | Procymidone | 4 | 6.80~44.77 | 5.0 |
| | | Chlorothalonil | 1 | 9.40 | 1.0 |
| | | Pencycuron | 1 | 0.30 | 0.1 |
| | | Bifenthrin | 1 | 0.27 | 0.1 |
| | | Flutolanil | 1 | 1.15 | 0.1 |
| | | Carbendazim | 1 | 2.24 | 1.0 |
| W. onion | 70 | Fluquinconazole | 1 | 0.46 | 0.1 |
| | | Propamocarb | 1 | 0.37 | 0.05 |
| | | Endosulfan | 1 | 0.70 | 0.1 |
| | | Procymidone | 1 | 0.14 | 0.05 |
| W.garlic | 9 | Tebuconazole | 3 | 0.20~2.18 | 0.05 |
| Sedum | 19 | Pencycuron | 1 | 3.40 | 0.1 |
| Fruiting vegetable(242) | | | | | |
| Pepper | 242 | Chlorpyrifos | 1 | 1.27 | 0.5 |
| | | Hexaconazole | 1 | 0.18 | 0.05 |
| | | Endosulfan | 1 | 2.23 | 1.0 |
| | | Phenthoate | 1 | 0.445 | 0.2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stone fruit | | | | | |
| Root and tuber vegetable(54) | | | | | |
| Radish(root) | 54 | Chlorpyrifos | 1 | 0.09 | 0.5 |
| | | Bifenthrin | 2 | 0.046, 0.116 | 0.5 |
| | | Hexaconazole | 2 | 0.135, 0.430 | 1.0 |
| | | Endosulfan | 1 | 0.10 | 1.0 |
| Other plants(40) | | | | | |
| Green Tea | 40 | Fenvalerate | 2 | 0.20, 0.23 | 0.05 |

용기준을 초과한 농약 검출양은 Table 3과 같다.

연도별 농약 검출 빈도는 Table 5에서와 같이 Procymidone이 전체 검출량의 22.9%(119건)로써 2006년도에 이어 높았으며, Endosulfan 15.2%(79건), chlorfenapyr 12.7%(66건), bifenthrin 7.5%(39건), cypermethrin 6.2%(32건)순이었다. 2007년에는 boscalid, pyridarly, lufenuron, paclobutrazole, thiamethoxam, spiromecifen이 처음으로 기준을 초과 검출되었으며, spiromecifen은 테트로닉에시드(tetronic)계통의 살충제로서 해충의 지질생합성을 저해해 살충효과를 보이며, 기존 다른 계통 살충제에 저항성이 생긴 해충에도 우수한 효과가 있어 약충, 알 및 성충에도 붙임 효과가 있어 병해충종합관리(IPM)에 적합하여 약제사용이 증가하고 있다. 잔류허용기준을 초과하여 나타난 농산물은 64종 124건으로 Table 5에서와 같이 2000년 이후 지속적인 증가율을 보이고 있으며, 허용기준을 초과하지는 않았으나 농약이 검출된 경우는 2006년 470건에서 2007년 616건으로 증가하였다.

2007년도에는 fenpropathrin, lufenuron, paclobutrazole, pencycuron, thiamethoxam, spiromecifen 등 농약이 새로이 검출되었으며, 2006년도 54종보다 많은 64종의 농약이 검출되었고 2002년도 36종 검출이후로 지속적으로 증가하고 있으며, 2007년도에는 검출율이 616건(20.4%)으로 1999년 80건(5.0%)보다 7배 이상 증가하였다. 이는 새로운 농약의 공급과 사용하는 농약의 종류가 다양화 되고 분석기술의 향상과 잔류농약허용기준의 강화 및 농약성분에 있어 유효 등록 작물이외에서 검출되면 부적합 것으로 기준규격이 강화(식품의약품안전청 고시 제2007-62호,63호)되어 이것이 부적율을 높아지게 한 원인으로 보여 진다[11].

2007년도에는 Fig. 2에서와 같이 azoxystrobin, dimethomorph 과 Flutoranil이 부적합 빈도가 높고, Table 6에서는 잔류농약의 검출율 변화가 2006년도에 이어 지속적으로 증가되고 있으며, 2007년도에는 농산물이 도·소매점에서 판매전에 검사하는 출하전 검사 확대로 두 배 이상의 검출율과 부적율을 나타내고 있다. 기준 초과 농산물은 시금치(21.0%), 깻잎(17.3%), 얼갈이(13.6%), 부추(12.4%) 순으로 고추처럼 농약을 사용하지 않으면 감수율이 높은 작물이면서 저독성의 농약을 지속적으로 사용하는 작물의 특성을 제외한 검출 빈도와 기준초과 농산물과 비슷한 경향을 보이고 있다.

Fig. 7에서는 농산물 분류별 검출율에서는 엽채류(11.3%), 과채류(4.4%), 엽경채류(2.0%) 감귤류(0.5%)순으로 엽채류와 과채류가 평균 부적율 4.1%보다 높게 검출되어 상대적으로 농약 사용이 많음을 알 수 있으며,

2007년도 새로 추가된 농약 Spiromecifen은 유기 염소계 살충제로 담배나방 및 토양해충 방제용으로 사용하며 환경호르몬으로 분류 되어 있고 수질 오염성 농약으로 지정되어 있어 사용을 규제하고 있으며, 잔류성이 길어 생식하는 엽채류나 과채류에서의 사용은 피하고 근채류에서도 마찬가지로 사용을 금하고 있는 농약이다.

Table 1의 농산물 분류에 따라 엽채류는 37종 1,545을 검사하여 342건의 농약이 검출되어 22.1%의 검출율과 23종 102건(6.6%)에서 농약허용기준 이상 검출 되었으며, 엽경채류는 14종 311건에서 검사하여 7종 60건에서 잔류농약이 검출되어 19.4% 검출율과 4종 18건에서 잔류허용기준을 초과하여 5.8%의 부적율을 나타내었다. 과채류는 12종 594건을 검사하여 10종 133건에서 잔류농약이 검출되어 22.4%의 검출율을 보였고, 이중 1종 2건이 잔류허용기준을 초과하여 0.3%의 부적율을 보였다.

그 외 곡류나 두류, 버섯류에서는 농약이 검출되지 않아 최근 수년간의 경향과 비슷하였다. 채소류에서는 달래와 머위가 9건 중에서 3건에서 기준이 초과되어 33.3% 로 가장 높았고, 취나물이 40건을 검사하여 10건에서 기준이 초과되어 25%의 부적율을 나타냈다, 또한 전년도에 이어 비름나물도 19건을 검사하여 21.1%의 높은 부적율을 나타내고 있으며, 부추, 깻잎, 쑥갓, 얼갈이 등에서도 10%이상의 높은 부적율을 나타났다.

파, 근대, 머위에서는 부적율의 증가는 분석기술의 향상과 허용기준의 강화와 농약성분의 유효등록 작물이외에서 검출되면 부적합 것으로 기준 규격이 강화되어 부적율과 검출율이 높아지게 되는 원인[11]으로 볼수 있고 머위, 케일, 달래 등에서는 검출농약 중에서 75%이상의 부적율이 나타나는 반면에 고추에서는 부적율이 3%인 것이 특이할만한 사항이었다. 고추에서 낮은 부적합율은 엽채류에 비해 질량 대비 표면적이 작기 때문이고 또한 작물의 생육에 따른 희석효과를 고추로 비교한 보고와도 유사 한다[11].

전년도와 같이 procymidone(17.1%), endosulfan(14.8%)과 chlorfenapyr(11.4%)이 검출 빈도가 높음을 알 수 있다. Procymidone, endosulfan과 chlorfenapyr 등은 유기염소계

**Table 5.** Frequency of detected and violated pesticides by year

* 서울시보건환경연구원보

| Pesticide | 2004[9] | | 2003[9] | | 2002[9] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NO. of sample detection(%) | NO. of sample violation(%) | NO. of sample detection(%) | NO. of sample violation(%) | NO. of sample detection(%) | NO. of sample violation(%) |
| Azoxystrobin | | | | | 1(0.5) | |
| Bifenthrin | 9(1.7) | | 5(1.5) | 1(1.4) | 1(0.5) | |
| Bitertanol | 1(0.2) | | | | | |
| Cadusafos | 2(0.4) | 2(2.9) | 1(0.3) | 1(1.4) | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Captan | | | 2(0.6) | | | |
| Carbofuran | | | | | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Chlorfenapyr | 30(5.5) | | 15(4.5) | 2(2.9) | 7(3.6) | 1(1.9) |
| Chlorothalonil | 7(0.2) | 1(1.4) | | | 3(1.5) | |
| Chlorpyrifos | 14(2.6) | 5(7.2) | 8(2.4) | 4(5.7) | 14(7.1) | 5(9.4) |
| Chlorpyrifos-methyl | 1(0.2) | 1(1.4) | | | 1(0.5) | |
| Cycloprothrin | 1(0.2) | | | | | |
| Cypermethrin | 3(0.6) | | 1(0.3) | | 1(0.5) | |
| Cyprodinil | 1(0.2) | | 3(0.9) | | 1(0.5) | |
| Diazinon | 11(2.0) | 2(2.9) | 9(2.7) | 4(5.7) | 5(2.5) | 3(5.7) |
| Dichlofluanid | 1(0.2) | | 5(1.5) | | | |
| Dichlorvos | | | 1(0.3) | | | |
| Diethofencarb | 33(6.1) | 1(1.4) | 20(6.0) | 3(4.3) | 5(2.5) | |
| Dimetomorph | 2(0.4) | 2(2.9) | 1(0.3) | | | |
| Endosulfan | 160(29.6) | 8(11.6) | 67(19.9) | 8(11.4) | 25(12.7) | 4(7.5) |
| EPN | 1(0.2) | 1(1.4) | | | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Ethoprophos | 4(0.7) | 4(5.8) | 6(1.8) | 5(7.1) | 5(2.5) | 4(7.5) |
| Fenarimol | 1(0.2) | 1(1.4) | 4(1.2) | 2(2.9) | 2(1.0) | 2(3.8) |
| Fenitrothion | 1(0.2) | 1(1.4) | 2(0.6) | 1(1.4) | 2(1.0) | 2(3.8) |
| Fenobucarb | 2(0.4) | | 1(0.3) | | | |
| Fenpropathrin | 2(0.4) | 2(2.9) | | | | |
| Fenthion | 1(0.2) | | 1(0.3) | | 2(1.0) | 2(3.8) |
| Fenvalerate | | | | | 1(0.5) | |
| Fipronil | | | | | 2(1.0) | 2(3.8) |
| Fluazifop-buthyl | 1(0.2) | | | | | |
| Fludioxonil | 2(0.4) | 1(1.4) | 1(0.3) | | | |
| Flutoranil | 3(0.6) | | 2(0.6) | 1(1.4) | | |
| Fosthiazate | 1(0.2) | 1(1.4) | | | | |
| Hexaconazole | 5(0.9) | 3(4.3) | 1(0.3) | 1(1.4) | | |
| Imazalil | 1(0.2) | | 1(0.3) | | | |
| Iprobenfos | 8(1.5) | | 1(0.3) | 1(1.4) | 6(3.0) | 1(1.9) |
| Iprodione | | | | | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Isoprothiolane | 5(0.9) | 3(4.3) | 5(1.5) | 4(5.7) | | |
| Krexosim-methyl | 11(2.1) | 8(11.6) | | | | |
| Mepanipyrim | 4(0.7) | 4(5.8) | 3(0.9) | 2(2.9) | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Metalaxyl | 32(6.0) | 5(7.2) | 20(6.0) | 7(10.0) | 7(3.6) | |
| Methamidophos | 1(0.2) | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Myclobutanil | | | 3(0.9) | | | |
| Oxadiazon | 1(0.2) | | | | | |
| Oxadixyl | 1(0.2) | | | | | |
| Parathion | 1(0.2) | 1(1.4) | 1(0.3) | 1(1.4) | | |
| Penconazole | | | | | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Pencycuron | 5(0.9) | 5(7.2) | 3(0.9) | 3(4.3) | | |
| Pendimethalin | 1(0.2) | | 2(0.6) | 1(1.4) | 3(1.5) | 1(1.9) |
| Phenthoate | 2(0.4) | | 2(0.6) | 1(1.4) | 1(0.5) | |
| Phorate | | | | | 1(0.5) | |
| Pirimiphos-methyl | | | 4(1.2) | 1(1.4) | | |
| Posphamidon | 1(0.2) | 1(1.4) | | | | |
| Procymidone | 139(25.7) | 4(5.8) | 109(32.4) | 12(17.1) | 69(35.0) | 13(24.5) |
| Propamocarb | 2(0.4) | 1(1.4) | 2(0.6) | 1(1.4) | 2(1.0) | 2(3.8) |
| Prothiofos | | | | | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Pyridaben | 1(0.2) | | 1(0.3) | | | |
| Pyrimethanil | | | 1(0.3) | | | |
| Tebuconazole | 4(0.7) | | 1(0.3) | 1(1.4) | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Tebufenpyrad | 5(0.9) | | 1(0.3) | | 6(3.0) | |
| Terbufos | 1(0.2) | | 1(0.3) | | | |
| Tetradifon | | | 3(0.9) | 1(1.4) | 3(1.5) | 1(1.9) |
| Tolclofos-methyl | | | 1(0.3) | | | |
| Tolyfluanid | 1(0.2) | | 1(0.3) | | | |
| Triadimefon | 3(0.6) | | | | | |
| Triadimenol | | | 2(0.6) | | | |
| Triflumizole | 1(0.2) | 1(1.4) | 2(0.6) | 1(1.4) | 1(0.5) | 1(1.9) |
| Vinclozolin | 8(1.5) | | 10(3.0) | | 12(6.1) | 1(1.9) |
| Zoxamide | 1(0.2) | | | | | |

| Pesticide | 2007 | | 2006[9] | | 2005[9] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NO. of sample detection(%) | NO. of sample violation(%) | NO. of sample detection(%) | NO. of sample violation(%) | NO. of sample detection(%) | NO. of sample violation(%) |
| Azoxystrobin | 8(1.5) | 19(19.2) | 6(1.1) | 2(3.5) | | |
| Benfuracarb | | | 1(0.2) | | | |
| BHC | | | | | 1(0.2) | |
| Bifenthrin | 39(7.5) | 2(2.0) | 10(1.8) | | 3(0.6) | |
| Boscalid | 1(0.2) | 1(1.0) | | | | |
| Bitertanol | 2(0.4) | | | | 1(0.2) | |
| Buprofezin | 7(1.3) | | 4(0.8) | | | |
| Carbaryl | | | 1(0.2) | | | |
| Carbendazim | | 6(6.1) | 2(0.3) | 2(3.5) | | |
| Cadusafos | 1(0.2) | | 1(0.2) | 1(1.7) | | |
| Captan | | | 1(0.2) | | | |
| Chlorfenapyr | 66(12.7) | 2(2.0) | 86(14.4) | 4(6.9) | 54(10.1) | 1(1.3) |
| Chlorfluazuron | 1(0.2) | | | | | |
| Chlorothalonil | 22(4.2) | 5(5.1) | 20(3.4) | 1(1.7) | 22(4.1) | 3(4.0) |
| Chlorpyrifos | | 6(6.1) | 18(3.0) | 1(1.7) | 15(2.8) | 4(5.3) |
| Chlorpyrifos-methyl | | 1(1.0) | | | 1(0.2) | 1(1.3) |
| Cycloprothrin | | 1(1.0) | | | 1(0.2) | |
| Cyhalothrin | | | 3(0.5) | | | |
| Cypermethrin | 32(6.2) | | 16(2.7) | | 23(4.3) | |
| Cyprodinil | | | 2(0.3) | | 1(0.2) | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diazinon | | 6(6.1) | 13(2.2) | | 16(3.0) | 10(13.3) |
| Diazinon | 10(1.9) | 6(6.1) | 13(2.2) | | 16(3.0) | 10(13.3) |
| Dichlorvos | | | 11(1.8) | 1(1.7) | | 2(2.7) |
| Diethofencarb | 10(1.9) | 3(0.0) | 3(0.5) | 2(3.5) | 14(2.6) | 1(1.3) |
| Dimetomorph | 13(2.5) | 14(14.1) | | | 4(0.8) | |
| Diniconazole | 4(0.8) | 2(2..0) | 78(13.1) | 11(19.0) | | 6(8.0) |
| Endosulfan | 79(15.2) | 9(9.1) | 4(0.8) | 2(3.5) | 121(22.7) | 1(1.3) |
| EPN | | | | | 1(0.2) | |
| Ethaboxam | | 2(2.0) | 8(1.3) | 3(5.2) | | 4(5.3) |
| Ethoprophos | 1(0.2) | 3(3.0) | 1(0.2) | | 7(1.3) | |
| Fenamidone | | | 1(0.2) | | | |
| Fenarimol | 1(0.2) | | | | 1(0.2) | |
| Fenitrothion | | | 1(0.2) | | | 1(1.3) |
| Fenobucarb | | | 1(0.2) | | 1(0.2) | |
| Fenpropathrin | 2(0.4) | 1(1.0) | | | | |
| Fenthion | | | 10(1.8) | | | |
| Fenvalerate | 5(1.0) | 2(0.2) | | | 4(0.8) | |
| Fluacrypyrim | 1(0.2) | | | | | |
| Fluazifop-buthyl | | | 2(0.3) | 1(1.7) | | 2(2.7) |
| Fludioxonil | 1(0.2) | 4(4.0) | 1(0.2) | | 9(1.7) | |
| Flufenoxuron | 2(0.4) | | | | | |
| Fluquinconazole | | 1(1.0) | 6(1.1) | 1(1.7) | | |
| Flutoranil | 4(0.8) | 9(9.1) | | | 1(0.2) | |
| Fosthiazate | | | 10(1.8) | 1(1.7) | | |
| Hexaconazole | 6(1.2) | | 5(0.9) | 3(4.3) | 7(1.3) | |
| Imazalil | | | 2(0.3) | | 2(0.4) | |
| Iprobenfos | 1(0.2) | 1(0.0) | 3(0.5) | | 2(0.4) | 3(4.0) |
| Iprodione | | | | | 2(0.2) | 1(1.3) |
| Iprovalicarb | 1(0.2) | | | | | |
| Isoprothiolane | | | 3(0.5) | | 5(0.9) | 3(4.0) |
| Lufenuron | | 1(0.1) | | | | |
| Kresoxim-methyl | 1(0.2) | 4(0.4) | 7(1.3) | 1(0.2) | 8(1.5) | 7(9.3) |
| Mepanipyrim | | | | | 1(0.2) | 1(1.3) |
| Metalaxyl | 27(5.2) | 3(0.0) | 6(1.1) | 2(3.5) | 23(4.2) | 5(6.7) |
| Methidahthion | 1(0.2) | | 3(0.5) | 1(1.7) | | |
| methomyl | | | | | 1(0.2) | |
| Methoxyfenazide | 2(0.4) | | | | | |
| Oxadixyl | | | 1(0.2) | 1(1.7) | | |
| Paclobutrazole | | 1(0.1) | | | | |
| Parathion | 1(0.2) | | 1(0.2) | | 3(0.6) | 2(2.7) |
| Pencycuron | 1(0.2) | 4(0.0) | | | | |
| Pendimethalin | 1(0.2) | | 2(0.3) | | 6(1.1) | |
| Penpropahtrin | | | 2(0.3) | | | |
| Permethrin | 1(0.2) | | | | | |
| Phenthoate | 1(0.2) | | 5(0.8) | 2(3.5) | | |
| Phosphamidone | | | | | 1(0.2) | 1(1.3) |
| Procymidone | 119(22.9) | 8(0.0) | 184(30.8) | 8(13.8) | 147(27.6) | 9(12.0) |
| Prothiofos | | | 2(0.3) | | | |
| Propamocarb | | 1(0.0) | 4(0.8) | 2(3.5) | 1(0.2) | 1(1.3) |
| Pyridaben | 2(0.4) | | 8(1.3) | 1(1.7) | 2(0.4) | |
| Pyridaryl | | 3(0.3) | | | | |
| Pyrimethanil | 3(0.6) | | 1(0.2) | | | |
| Pyraclofos | | | 1(0.2) | | | |
| Simazine | | | 2(0.3) | | | |
| spiromecifen | | 4(0.4) | | | | |
| Tebuconazole | 8(1.5) | 1(0.0) | 6(1.1) | 1(1.7) | 10(1.9) | |
| Tebupyrimfos | | 1(0.1) | 1(0.2) | 1(1.7) | | |
| Tebufenpyrad | 2(0.4) | | 2(0.3) | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Terbufos | 2(0.4) | | 1(0.2) | | | |
| Tetraconazole | 11(2.1) | 2(0.2) | 10(1.8) | 2(3.5) | | |
| Tetradifon | 1(0.2) | | 1(0.2) | | | |
| Thiamethoxam | 1(0.2) | 2(0.2) | | | | |
| Thiopanate-methyl | 4(0.8) | | 1(0.2) | 1(1.7) | | |
| Tolyfluanid | 3(0.6) | | 7(1.2) | | 3(0.6) | |
| Triflumizole | | | 2(0.3) | 1(1.7) | 3(0.6) | 1(1.3) |
| Vinclozolin | 6(1.2) | 1(1.0) | 8(1.3) | 1(1.7) | 6(1.1) | 1(1.3) |

* Figures in parenthesis represent percent

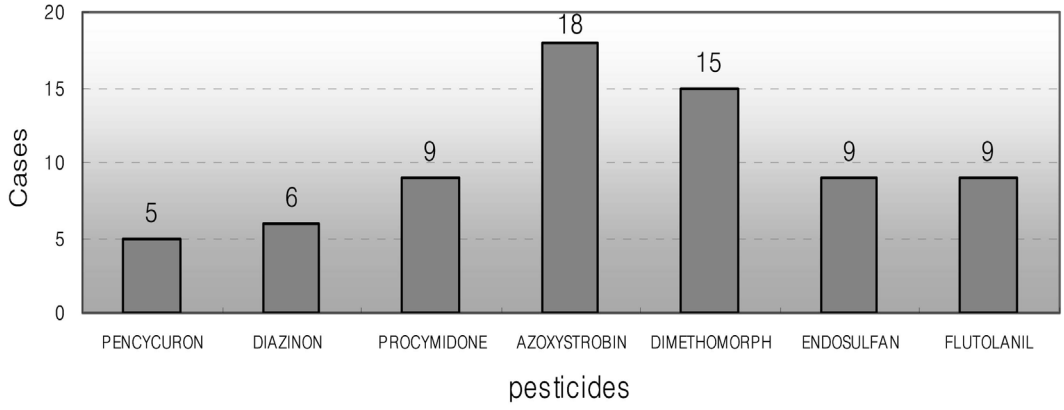


**Fig. 2.** Pesticides exceeded their MRLs in agricultural products.

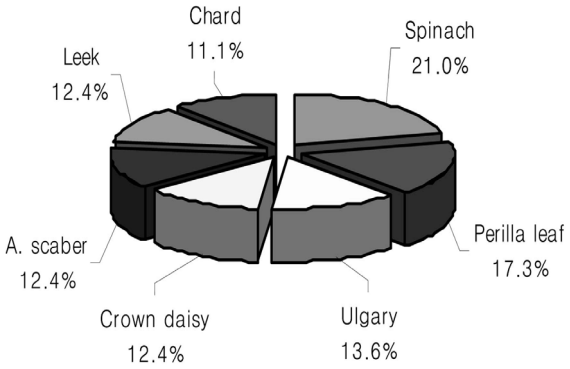


**Fig.** 3. Violation rates of pesticides in agricultural products by year.

로 잔류 위험성은 적고 신생아에게 상대적으로 위험성이 높다고 알려져 있으나, 살충제로써의 그 사용은 점차 늘고 있다. Procymidone은 30년전부터 사용하기 시작한 농약으로 식물체내 침투력이 강하고 효과가 지속적이며 내우성을 지닌 특성을 가지고 있으나 2006년도에 비하여 40%정도의 사용 감소를 보이고 있는데, 그 이유는 대체농약의 개발과 합계 농약기준의 강화[10]와도 연관이 있는 것으로 판단된다.

## 결 론

2007년 1월부터 12월까지 서울 강북지역(백화점, 대형할인점, 재래시장)에서 유통되고 있는 엽채류, 과채류, 엽경채류, 과실류 등 농산물 145종 3,020건을 다종다성분농약동시시험법에따라 시료를 전처리 후 GC-ECD, GC-NPD, GC-FPD를 이용하여 198종 농약성분을, HPLC-FLD, HPLC-UVD를 이용하여 62종 농약을 분석하였으며, 검출된 농약성분의 정성 확인에는 GC-MSD(Hewlett Packard - 5973, USA), LC-MSD SL(Agilent, USA)를 사용하였고 결과는 다음과 같다.

1. 농산물 3,020건 중 145종 616건에서 농약성분이 검출되어 20.4%의 검출율을 보였으며, 잔류농약 검출율 중 Procymidone이 105건(17.1%)으로 가장 많이 검출되었으며

**Table 6.** 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. | % |
| 2007 | 3020 | 616 | 20.40 | 124 | 4.11 |
| 2006 | 3044 | 470 | 15.44 | 54 | 1.77 |
| 2005 | 4108 | 534 | 13.00 | 72 | 1.76 |
| 2004 | 3811 | 437 | 11.47 | 64 | 1.68 |
| 2003 | 3797 | 299 | 7.87 | 65 | 1.71 |
| 2002 | 3440 | 179 | 5.20 | 53 | 1.54 |
| 2001 | 3695 | 148 | 4.01 | 53 | 1.43 |
| 2000 | 3041 | 117 | 3.85 | 46 | 1.51 |
| 1999 | 1588 | 80 | 5.04 | 37 | 2.33 |

검사건수 대비 검출율이 높은 농산물은 엽채류(11.3%), 과채류(4.4%), 엽경채류(2.0%), 장과류(0.5%), 차류(0.5%), 감귤류(0.5%), 콩류(0.4%), 근채류(0.3%) 순이었다.

2. 잔류기준을 초과한 농산물은 64종 124건으로 시금치 17건(0.56%), 깻잎 14건(0.46%), 얼갈이 11건(0.36%), 쑥갓 10건(0.33%), 취나물 10건(0.33%), 부추 10건 (0.33%), 근대 9건(0.30%) 순으로 나타났다.

3. 농약 잔류기준을 초과한 농약은 procymidone 105건(17.1%), endosulfan 91건(14.8%), chlorfenapyr 70건(11.4%), bifenthrin 44건(11.1%), cypermethrin 36건(1.2%), metalaxyl 34건(5.5%), chlorothalonil 27건(4.4%), azoxystrobin 27건(4.4%) 등이 높은 비중으로 검출되었다.

4. 농약 잔류허용기준을 초과한 농약 성분은 39종으로 azoxystrobin 18회(13.0%), dimethomorph 15회(10.8%), endosulfan 9회(6.5%), flutolanil 9회(6.5%), procymidone 8회(13.8%), diazinon 6회(5.8%), pencycuron 5회(3.6%)로 가장 높은 빈도수로 나타났으며, 특히 spiromecifen은 4회(2.9%)로 처음 검출되는 농약으로 최다 빈도를 기록하였으며, Fenpropathrin, Lufenuron, Paclobutrazole, Pencycuron, Thiamethoxam도 2007년에 처음으로 기준이 초과되어 검출 되었다.

## 참고문헌


1. Takayuki Shibamoto : Resticide regulation and Residue monitoring in the United State of America. 食衛誌, 43-167, (2002).
2. 정영호, 김장억, 김정한, 이영득, 임치환, 허장현 : 최신농약학, 시그마프레스, 서울, pp.22~23 (2000).
3. 심이성, 김진원 : 농약학, 월드사이언스, 서울, pp.8 (2005).
4. U.S. Food and Drug Administration: Food and Drug Administration Pesticide Program, *Residue Monitoring*, (2001).
5. European Commission: Monitoring of Pesticide Residues in Products of Plant Origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein 2001 Report, SANCO/20.03 final, (2003).
7. 후생노동성 생활위생국 식품화학과편: 식품 중 잔류농약, 일본식품위생협회, (1999).
8. 식품의약품안전청 : 고시 제2004-18호
9. 박성규, 김복순, 신기영, 조태희, 김미선, 이재규, 이상미, 최성민, 강희곤 : 서울시보건환경 연구원, 42:198~211,2006, 서울시 강북지역 유통 농산물 중의 농약 잔류실태조사 (2006).
10. 한국식품공업협회 : 식품공전, 문영사, (2006).
11. 식품의약품안전청 : 고시 제 2007- 63, 68호.
12. 성기용, 최규일, 정몽희, 허장현, 김정규, 이규승:시설재배 고추중 Bitertanol 및 Tebuconazole 잔류양상. 한국농화학회지, 47,113-119,(2004)