J. Fd Hyg. Safety
Vol. 24, No. 4, pp. 338~347 (2009)

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

경상북도 내 유통 농산물 중의 잔류농약 동향 (2004~2008년)

양승태 · 손진창* · 정광현 · 이창일 · 김미정 · 박희숙 · 차춘근[1]
경상북도 보건환경연구원 약품화학과, [1]계명대학교 전통미생물 자원개발 및 산업화연구센터

Tendency of Residual Pesticides in Commercial Agricultural Products in Gyeongsangbuk-Do Area (the year 2004~2008)

S. T. Yang, J. C. Son*, K. H. Jung, C. I. Lee, M. J. Kim, H. S. Park, and Chun-Geun Cha[1]
Division of Drug and Chemistry Gyeongsangbuk-Do Institute of Health and Environment
[1]The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University
(Received September 1, 2009/Revised November 2, 2009/Accepted November 11, 2009)

ABSTRACT - The content of residual pesticides in commercial agricultural products in Gyeongsangbuk-Do area was investigated for 5 years extending the year 2004 through 2008. The detection rates of residual pesticides in agricultural products by year were similar in range of 11.6~16.4%. But the violation rates showed lower values in the last years from 4.5% of the year 2004 to 0% of the year 2007. The highest residual concentration of each pesticide detected in commercial agricultural products was investigated by year. That is, in the year 2004 and 2005, chlorpyrifos, chlorothalonil, diazinon, endosulfan, ethoprophos, fenarimol and procymidone were detected over the tolerance in kale, parsley, celery, chard and lettuce, and in the year 2006, permethrin in the soybean and peanut. The detection rate and violation rate of pesticides were highly increased in the order of the endosulfan, chlorpyrifos, procymidone, chlorfenapyr, fenitrothion, imazalil, isoprothiolane, methidathion and permethrin. The detection rate and violation rate of pesticides were increased after August every year.

Key words: Residual pesticides, Commercial agricultural products

서 론

최근 친환경 재배농법으로 생산한 유기농 농산물이 일반 농산물보다 가격이 비싸지만 도시민에게 큰 인기를 얻고 있다. 이는 재래시장, 대형 할인마트, 백화점 등에서 판매되는 농산물에서 농약이 잔류허용기준 농도 이상으로 검출되어 폐기처분을 받거나 사용이 금지된 농약이 검출되는 사례가 흔히 있어 식품에 대한 불신이 커졌기 때문이다.

안전한 농산물을 저렴한 가격으로 시장에 공급하는 일은 생산자나 소비자 모두에게 절실한 과제이다. 이를 해결하기 위해서는 농산물의 품종을 개량하고 재배기술을 발전시키며 잡초와 병해충을 방제하여 생산성을 높여야 한다. 그런데 병충해를 방제하기 위한 우선 수단으로 독성이 강한 농약을 불가피하게 사용하게 되고 살포된 후에도 일정 기간 동안 잔류하게 되어 급·만성독성을 일으키므로 식품의 안전에 대한 우려가 사회적으로 큰 문제가 되고 있다[1-3].

최근의 연구 결과를 보면 농약을 사용하지 않았을 경우 사과재배에 있어서 독일의 경우 수확량이 40% 이상 감소되고 품질에 대한 불합격이 80%에 달하는 것으로 보고된 바 있어 병해충 방제가 농산물을 안정적으로 생산공급할 수 있는 중요한 요소임을 알 수 있다[4]. 병해충 방제 수단에는 간단한 도구 등을 사용하는 물리적 방법과 천적 등을 이용하는 생물학적 방법도 있으나 방제 효율성과 경제성을 따졌을 때 화학적 방제수단인 농약을 사용하는 것이 불가피하게 되었다. 이에 따라 농약은 중독사고, 수질오염, 대기오염, 토양오염 등을 야기하고 우리가 매일 먹고 있는 농산물 중에 장기간 잔류할 수 있다. 그러나 효율적으로 관리하여 잔류량을 최소화시키고 농약별 독성을 잘 파악한다면 농산물중의 잔류농약에 대한 안전성을 과학적으로 보증할 수 있을 것이다[5].

식품에 잔류되어 있는 농약은 미량이라도 건강에 해를 끼칠 우려가 있으므로 각 국가에서는 식품에 잔류하는 농

*Correspondence to: Jin-Chang Son, Division of Drug and Chemistry, Gyeongsangbuk-Do Institute of Health and Environment, 770-805
Tel: 54-339-8140, Fax: 54-339-8149
E-mail: sjc0512@korea.kr

약의 안전성을 평가하여 일일섭취허용량(Acceptable Daily Intake : ADI)을 설정하고 있다. 우리나라에서는 1988년 9월에 17종의 농약에 대하여 농산물 중의 잔류허용기준을 처음으로 제정 · 고시하였고, 그 후 매년 수십 종의 농약이 추가되어 2008년 12월 현재 418종의 농약에 대한 잔류허용기준이 제정 · 고시되었다[6].

한편 다자간 FTA 체제에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 세계 최고 수준의 농산물을 만들어야 하는데, 이러한 고품질의 농산물 생산에는 농약을 사용하지 않는 친환경 재배가 중요한 요소로 자리잡게 되었다. 이런 이유로, 우리나라에서는 지속적인 안전한 먹거리 공급을 위해 농산물 중의 유해물질을 모니터링하기 위한 조사 연구 사업을 전국적으로 수행하고 있다[7-8].

본 연구는 최근 5년간(2004~2008년) 3월에서 10월까지 경상북도 내 22개 시 · 군에서 유통되고 있는 서류, 콩류, 견과종실류, 과실류, 채소류, 버섯류 등의 농산물에서 다소비 품목을 선정하여 이들 농산물에 잔류하는 농약의 종류 및 특성과 잔류실태를 조사하였고, 이를 근거로 연도별 농약 잔류 특성의 변화를 비교, 분석하였다.

재료 및 방법

조사 대상 시료 및 농약

2004년부터 2008년까지 매년 3월에서 10월까지 울릉도를 제외한 경상북도 22개 시 · 군의 각 지역마다 대형유통마트 및 재래시장에서 유통되고 있는 곡류(쌀, 보리) 132건, 서류(감자) 66건, 콩류(대두, 팥) 132건, 견과종실류(땅콩, 참깨, 무농약 검정참깨) 66건, 과실류(배, 사과, 바나나, 키위, 오렌지, 딸기) 214건, 채소류(상추, 양배추, 양상추, 브로콜리, 쑥갓, 시금치, 깻잎, 깻순, 부추, 당근, 토마토, 방울토마토, 참외, 오이, 피망, 고추) 842건, 버섯류(새송이버섯, 느타리 버섯, 맛타리 버섯) 132건 등 농산물 31개 품목, 총 1584건을 조사 대상 시료로 사용하였다. 분석 대상 농약은 Table 1에 나타낸 바와 같이 식품공전의 다종 다성분 동시시험법으로 분석이 가능한 농약성분 중에서 GC-ECD 분석용 127종 및 GC-NPD 분석용 55종, 총 182종을 선정하였다[5,9-10].

시약 및 기구

잔류농약 분석용 표준품은 Dr. Ehrenstorfer(Germany) 제품을 사용하였고, 아세토니트릴, 아세톤, 헥산 등 유기용매는 Merck사(USA)와 Burdick & Jackson사(USA)의 잔류농약 분석용을 사용하였다. 후로리실 카트리지(Bond Elut FL)는 Varian사(USA) 3 ml 용량을 사용하였다.

분석기기로서 가스크로마토그래프는 GC-ECD(Agilent 6890N, USA), GC-NPD(Agilent 6890N, USA) 및 GC-MSD(Agilent 5973, USA)를 사용하였다.

실험 방법

시료는 구입 즉시 분쇄하여 냉장 보관하였고, 식품공전 제 9장 식품 중 농약잔류시험법 83항의 다종 다성분 동시시험법으로 시험용액을 조제하였고, 그 과정은 Fig. 1의 흐름도와 같다[11].

가스크로마토그래프의 분석 최적 조건은 Table 2에 나타내었다. 각 시료에 대한 크로마토그램의 머무름 시간 및 질량스펙트럼을 표준물질의 것과 비교하여 각 농약 성분을 확인하였고, 피이크 면적법에 따라 정량하였다[5,9-11].

결과 및 고찰

연도별 잔류농약 검출 빈도

최근 5년 동안 경북지역에서 유통되고 있는 농산물에 대한 잔류농약 실태를 조사하여 연도별 검출률과 부적합률을 Table 3에 나타내었다. 2004~2005년에는 채소류와 과실류를 중심으로, 2006~2008년에는 채소류와 과실류 외에 곡류, 서류, 콩류, 견과종실류, 버섯류 등에 걸쳐 다양하게 조사하였다. 2006년부터는 조사대상 시료와 농약 성분수를 증가시켜 농산물의 안전성에 대한 신뢰성을 높였다.

Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 잔류농약 검출률은 2004년 14.5%에서 2008년 16.4%로 조금 증가하였지만, 부적합률은 2004년 4.5%에서 2007년 0%, 2008년 0.2%(깻잎 1건)로 크게 감소하였다. 이는 2004년과 2005년도에 부적합률이 높게 나타난 것은 채소류와 같이 하루 소비량이 많고 재배순환기간이 짧으며 병충해에 취약한 농산물을 중점관리대상 품목으로 선정하여 집중적으로 검사하였고, 또한 재해(잦은 비로 일조량 부족)로 병해충이 심하여 농약을 많이 사용한 결과인 것으로 사료된다[7-8].

농산물별 잔류농약 검출량

농산물은 생장 특성과 재배 환경 및 방법에 따라 농약 잔류성이 다른 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 조건 등을 고려하지 않고 각 지역의 특정지역(대형유통마트, 재래시장 등)에서 농산물을 구입하여 잔류농약 검출량을 평가하였다. 농산물별로 최근 5년 동안 검출된 농약성분의 최대 검출량을 Table 4에 나타내었다.

검출된 농약성분의 최대 검출량을 보면, 전반적으로 잔류허용기준보다 훨씬 낮은 농도로 잔류농약이 검출되었고, 부적합인 경우는 잔류허용기준보다 1~3배 정도 높은 경우가 대부분이었다. 실태 조사 초기인 2004~2005년에는 과실류와 채소류를 중심으로 조사한 결과, 파슬리는 diazinon이 9배, endosulfan이 12배, ethoprophos가 8배, 셀러리는 chlorpyrifos가 10~16배, diazinon이 6배, ethoprophos가 17배, 근대는 chlorpyrifos가 15배, fenarimol이 40배, 치커리는 chlorpyrifos가 30배, 상추는 endosulfan이 6배로 잔류허용기준을 크게 초과하였고, 2006년에는 permethrin이 대두에

서 1.3배, 땅콩에서 3.5배, 2008년도에는 깻잎에서 kresoxim-methyl이 7배로 초과 검출되었다.

잔류농약 검출률을 농산물별로 비교해보면 채소류 > 과실류 > 곡류 > 콩류 > 견과류 > 순으로 나타났으며, 부적합률은 채소류 > 콩류 > 견과종실류 > 순으로 높게 나타났다. 특히, 채소류의 셀러리, 파슬리, 케일, 근대, 상추 등에서 부적합률이 높았다. 채소류가 잔류농약 검출률이 높은 것은 중량당 표면적이 커서 부착량이 증가하고 주로 비닐하우스에서 재배하여 자정능력이 떨어졌기 때문으로 생각된다. 이런 이유로 채소류가 식품의 안전성 강화를 위해 중

Table 1. List of the 182 pesticides

No	Pesticide	Type	No	Pesticide	Type
1	Acetochlor	Herbicides	46	Dimethoate	Insecticides
2	Acrinathrin	Insecticides	47	Dimethylvinphos	Insecticides
3	Alachlor	Herbicides	48	Diphenamid	Herbicides
4	Aldrin	Insecticides	49	Disulfoton	Insecticides
5	Anilazine	Fungicides	50	Dithiopyr	Herbicides
6	Anilfos	Herbicides	51	Diphenylamine	Fungicides
7	Azinphos-methyl	Insecticides	52	Diuron	Herbicides
8	Azoxystrobin	Fungicides	53	Edifenphos	Fungicides
9	BHC	Insecticides	54	Endosulfan	Insecticides
10	Bifenox	Herbicides	55	Endrin	Insecticides
11	Bifenthrin	Insecticides	56	EPN	Insecticides
12	Bromacil	Herbicides	57	Esprocarb	Herbicides
13	Bromopropylate	Acaricides	58	Ethalfluralin	Herbicides
14	Buprofezin	Acaricides	59	Ethion	Insecticides
15	Butachlor	Herbicides	60	Ethoprophos	Insecticides
16	Cadusafos	Insecticides	61	Etoxazole	Acaricides
17	Captafol	Fungicides	62	Etrimfos	Insecticides
18	Captan	Fungicides	63	Fenamidone	Fungicides
19	Carbophenothion	Insecticides	64	Fenamiphos	Nematicides
20	Carboxin	Fungicides	65	Fenarimol	Fungicides
21	Chinomethionat	Fungicides	66	Fenbuconazole	Fungicides
22	Chlorfenapyr	Insecticides	67	Fenhexamide	Fungicides
23	Chlorfenvinphos	Insecticides	68	Fenitrothion	Insecticides
24	Chlorobenzilate	Acaricides	69	Fenobucarb	Insecticides
25	Chlorpyrifos	Insecticides	70	Fenoxanil	Fungicides
26	Chlorpyrifos-methyl	Insecticides	71	Fenpropathrin	Insecticides
27	Chlorsulfuron	Herbicides	72	Fensulfothion	Nematicides
28	Chlorothalonil	Fungicides	73	Fenthion	Insecticides
29	Cyfluthrin	Insecticides	74	Fenvalerate	Insecticides
30	Cyhalothrin	Insecticides	75	Fipronil	Insecticides
31	Cypermethrin	Insecticides	76	Flucythrinate	Insecticides
32	Cyproconazole	Fungicides	77	Fluazinam	Fungicides
33	Cyprodinil	Fungicides	78	Fludioxonil	Fungicides
34	DDT	Insecticides	79	Flufenacet	Herbicides
35	Deltamethrin	Insecticides	80	Flupyrazofos	Insecticides
36	Diazinon	Insecticides	81	Fluquinconazole	Fungicides
37	Dichlobenil	Herbicides	82	Flusilazole	Fungicides
38	Dichlofluanid	Fungicides	83	Flutolanil	Fungicides
39	Dichlorvos	Insecticides	84	Fluvalinate	Insecticides
40	Diclofop-methyl	Herbicides	85	Folpet	Fungicides
41	Dicloran	Fungicides	86	Formothion	Insecticides
42	Dieldrin	Insecticides	87	Fthalide	Fungicides
43	Diethofencarb	Fungicides	88	Furathiocarb	Insecticides
44	Dimethenamid	Herbicides	89	Heptachlor	Insecticides
45	Dimethipin	Herbicides	90	Hexaconazole	Fungicides

Table 1. Contiuned

No	Pesticide	Type	No	Pesticide	Type
91	Hexaflumuron	Insecticides	137	Pirimiphos-methyl	Insecticides
92	Hexazinone	Herbicides	138	Pyrazophos	Fungicides
93	Imazalil	Fungicides	139	Pretilachlor	Herbicides
94	Imibenconazole	Fungicides	140	Probenazole	Fungicides
95	Indanofan	Herbicides	141	Prochloraz	Fungicides
96	Indoxacarb	Insecticides	142	Procymidone	Fungicides
97	Iprodione	Fungicides	143	Profenofos	Insecticides
98	Iprobenfos	Fungicides	144	Prometryn	Herbicides
99	Isazofos	Insecticides	145	Propanil	Herbicides
100	Isofenphos	Insecticides	146	Propiconazole	Fungicides
101	Isoprothiolane	Fungicides	147	Propisochlor	Herbicides
102	Kresoxim-methyl	Fungicides	148	Propoxur	Insecticides
103	Lufenuron	Insecticides	149	Prothiofos	Insecticides
104	Malathion	Fungicides	150	Pyributicarb	Fungicides
105	Mecarbam	Insecticides	151	Pyridaben	Insecticides
106	Mefenacet	Herbicides	152	Pyridaphenthion	Insecticides
107	Mepanipyrim	Fungicides	153	Pyrimidifen	Insecticides
108	Mepronil	Fungicides	154	Pyrimethanil	Fungicides
109	Metalaxyl	Fungicides	155	Pyriminobac-methyl	Herbicides
110	Methidathion	Insecticides	156	Quintozene	Fungicides
111	Methoxychlor	Insecticides	157	Quinzalofop-ethyl	Herbicides
112	Metconazole	Fungicides	158	Simazine	Herbicides
113	Metobromuron	Herbicides	159	Spirodiclofen	Acaricides
114	Metolachlor	Herbicides	160	Tebupirimfos	Insecticides
115	Metribuzin	Herbicides	161	Teflubenzuron	Insecticides
116	Mevinphos	Insecticides	162	Tefluthrin	Insecticides
117	Molinate	Herbicides	163	Tebufenpyrad	Acaricides
118	Myclobutanil	Fungicides	164	Terbufos	Nematicides
119	Nitrapyrin	Fungicides	165	Terbuthylazine	Herbicides
120	Norflurazon	Herbicides	166	Terbutryn	Herbicides
121	Nuarimol	Fungicides	167	Tetradifon	Acaricides
122	Oxadiazon	Herbicides	168	Thiazopyr	Herbicides
123	Oxadixyl	Fungicides	169	Thiobencarb	Herbicides
124	Oxyfluorfen	Herbicides	170	Thiometon	Acaricides
125	Paclobutrazol	Fungicides	171	Tolclofos-methyl	Fungicides
126	Parathion	Insecticides	172	Tolylfluanid	Fungicides
127	Parathion-methyl	Insecticides	173	Tralomethrin	Insecticides
128	Penconazole	Fungicides	174	Triadimefon	Fungicides
129	Pendimethalin	Herbicides	175	Tri-allate	Herbicides
130	Permethrin	Insecticides	176	Triazamate	Insecticides
131	Phenthoate	Insecticides	177	Triadimenol	Fungicides
132	Phosalone	Insecticides	178	Triazophos	Acaricides
133	phosmet	Insecticides	179	Triflumizole	Fungicides
134	Phosphamidone	Insecticides	180	Trifluralin	Herbicides
135	Pirimicarb	Insecticides	181	Vinclozolin	Fungicides
136	Pirimiphos-ethyl	Insecticides	182	Zoxamide	Fungicides

점관리대상으로 선정되었으며 이것이 전체 검출률을 높이는 요인이 된 것으로 사료된다[8].

곡류, 서류, 콩류 등 두꺼운 껍질을 가진 농산물에서 잔류농약 검출률이 낮은 이유는 껍질을 벗겨 먹을 수 있는 부분만을 분석 시료로 사용하기 때문인 것으로 생각된다.

농약 종류별 검출 빈도

농약은 사용 목적에 따라 살충제, 살균제, 제초제, 식물

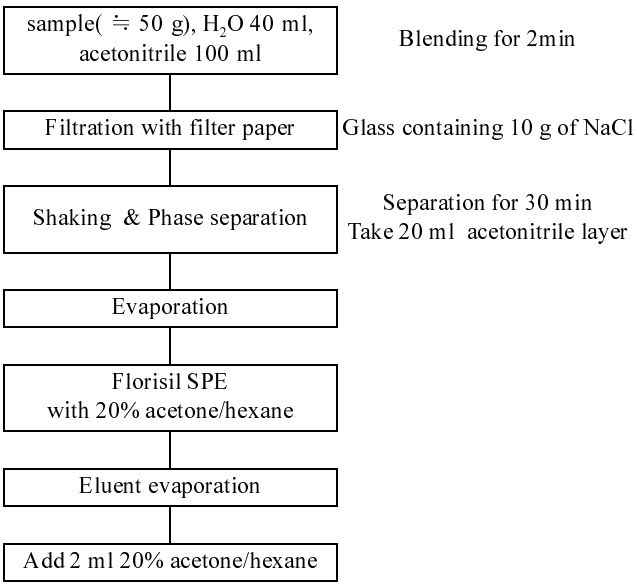

Fig. 1. Flow chart of multiresidue analysis method.

생장조절제, 보조제 등으로 구별하고 있으며, 그중에서 살충제, 살균제 및 제초제는 병해충과 잡초의 방제에 바로 사용되어 농작물의 생산성을 높일 수 있다. 최근 EU를 비롯한 선진국은 농작물 중의 잔류농약에 대한 잔류허용기준을 더욱더 강화하고 있으며, 특히 채소와 과일 중의 잔류농약에 대해서 최대잔류허용량을 0.01 mg/kg 이하로 제시하고 있다[6,12-14].

본 연구에서는 182종의 분석대상 농약 중에서 최근 5년 동안 농산물에서 검출된 잔류농약 종류별 검출건수와 부적합건수를 조사하여 Table 5에 나타내었다. Table 5에서 볼 수 있는 바와 같이 2004년도에는 17종이 검출되었고, procymidone의 검출률이 가장 높았다. 부적합은 diazinon과 endosulfan이 각 3회씩, chlorothalonil, chlorpyrifos, ethoprophos, fenarimol 및 procymidone이 각 1회씩 나타났다. 2005년도에는 13종이 검출되어 chlorpyrifos, endosulfan 및 triflumizole의 검출률이 가장 높았다. 부적합은 chlorpyrifos 3회, endosulfan 2회, diazinon 등이 1회로 나타났다.

최근 3년 동안에는 2006년과 2008년도에 19종이 검출되었는데 endosulfan이 각각 13회와 45회로써 압도적으로 많이 검출되었고, 부적합은 2008년도에 permethrin이 2회 검출되었다. 2007년도에는 26종이 검출되어 가장 높은 검출률을 나타내었지만 잔류허용기준을 초과한 경우는 없었다.

검출된 잔류농약은 대부분 사용이 금지된 유기염소계로서 동물체내의 지방층이나 신경계 등에 장기간 축적되어 만성중독을 일으킨다. 특히 endosulfan, chlorpyrifos, chlorothalonil, procymidone, permethrin, fenarimol 등의 유기염소계 농약이 아직도 자주 검출되고 있어 농산물에 대한 안전성을 확신하기 어렵다. 따라서 각 지역별로 유통 농산물에 대한 잔류농약 검사와는 별도로 출하 전 생산지 농산물에 대한 검사를 시행하여 부적합한 농산물을 유통 이전에 원천 차단함으로써 안전한 농산물을 공급해야 할 것이다. 그리고 올바른 취급법에 따라 안전하고 효율적으로 사용하고 살포시기나 살포기술을 개량하여 인체에 미치는 영향을 최소화해야 할 것이다[14].

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

	GC-ECD	GC-NPD	GC-MSD
Model	Agilent Technologies 6890N	Agilent Technologies 6890N	Agilent Technologies 5973
Column	Capillary, HP-1, HP-5 (30 m × 0.25 mm, 0.25 μm)	Capillary, HP-5 (30m × 0.25mm, 0.25 μm)	Capillary, HP-5MS (30m × 0.25mm, 0.25 μm)
Oven tem.	80°C(2min), 10°C/min, 290°C(10min)	100°C(3min), 8°C/min, 280°C(5min)	80°C(2min), 10°C/min, 290°C(10min)
Injection temp.	260°C	250°C	250°C
Detection temp.	300°C	310°C	300°C
Carrier gas	N_2, 1.0 ml/min	N_2, 1.0 ml/min	He, 1.0 ml/min

Table 3. Number of the agricultural products and pesticide for test, and detection rate of pesticide by year

Year	Item(sort)	Pesticide	Detection		Violation	
			Item	Rate(%)[1)]	Item	Rate(%)[2)]
2008	440(31)	182	72	16.4	1	0.2
2007	330(15)	182	54	16.4	0	0
2006	330(15)	151	46	13.9	2	0.6
2005	242(12)	151	28	11.6	7	2.9
2004	242(12)	151	35	14.5	11	4.5

[1)]Detection rate(%) : Samples which pesticide were detected /Total samples tested by year
[2)]Violation rate(%) : Samples which pesticide were detected over the tolerance of residue /Total samples tested by year

Table 4. The highest residual concentration of each pesticide detected in agricultural products by year

Agricultural products	Pesticide	The highest conc.(mg/kg)					Tolerance
		2008	2007	2006	2005	2004	
Rice	Chlorpyrifos	*[1)]	0.026	*	-[2)]	-	0.1
	Disulfoton	*	0.052	*	-	-	0.5
	Edifenphos	*	*	0.067	-	-	0.2
	EPN	*	0.013	*	-	-	0.1
	Fenobucarb	*	0.095	0.260	-	-	0.5
	Hexaconazole	0.010	0.042	*	-	-	0.3
	Imazalil	*	*	0.009	-	-	0.05
	Imibenconazole	*	0.023	-	-	-	0.2
	Iprobenfos	*	*	0.076	-	-	0.2
	Isoprothiolane	0.070	0.064	-	-	-	0.5
Barley	Chlorfenapyr	0.006	0.004	-	-	-	0.05
	Permethrin	0.359	*	1.524	-	-	5.0
	Probenazole	0.056	*	-	-	-	0.1
Potato	Endosulfan	0.036	*	*	-	-	0.05
	Isoprothiolane	*	0.018	-	-	-	0.05
	Permethrin	*	*	0.020	-	-	0.05
Soybean	Endosulfan	0.048	0.033	0.046 (1.0)	-	-	0.05
	Penconazole	*	*	0.010	-	-	0.1
	Permethrin	*	*	0.064[3)]	-	-	0.05
Red bean	Propiconazole	*	*	0.013	-	-	0.05
Peanut	Endosulfan	0.033 (0.05)	0.061	0.063	-	-	0.2
	Permethrin	*	*	0.349	-	-	0.1
Sesame seeds	Endosulfan	0.007	*	*	-	-	0.05
Apple	Chlorfenapyr	*	0.030	-	-	-	0.5
	Chlorpyrifos	*	*	0.919	-	-	1.0
	Cyhalothrin	*	*	0.018	-	-	0.2
	EPN	*	*	0.105	-	-	0.2
	Fenitrothion	*	0.028	0.03	-	-	0.5
	Fenvalerlate	0.131	*	*	-	-	2.0
	Fluazinam	*	*	0.102	-	-	0.3
	Hexaconazole	*	0.034	*	-	-	0.1
	Lufenuron	*	0.094	-	-	-	0.3
	Teflubenzuron	*	0.080	-	-	-	1.0
Pear	Buprofezin	*	0.043	*	-	-	0.5
	Chlorpyrifos	*	0.055	0.118	-	-	0.5
	EPN	*	*	0.013	-	-	0.2
	Fenitrothion	0.120	0.103	0.068	-	-	0.2
	Methidathion	*	0.056	0.073	-	-	0.3
	Parathion	*	0.036	*	-	-	0.3
Orange	Chlorfenapyr	*	0.012	-	-	-	0.05
	Chlorobenzilate	*	0.261	0.095	-	-	1.0
	Chlorpyrifos	*	0.166	0.171	-	-	0.3
	Imazalil	*	1.242	0.633	-	-	5.0
	Methidathion	*	*	0.406	-	-	2.0
Cherry tomato	EPN	*	-	-	*	0.014	0.1
	Methidathion	*	-	-	*	0.063	0.1

Table 4. Contiuned

Agricultural products	Pesticide	The highest conc.(mg/kg)					Tolerance
		2008	2007	2006	2005	2004	
Strawberry	Fenarimol	-	-	-	0.023	*	0.1
	Kresoxim-methyl	-	-	-	*	0.123	5.0
	Procymidone	-	-	-	*	0.245	5.0
	Triflumizole	-	-	-	*	0.199	2.0
Kale	Cypermethrin	-	-	-	*	0.798	1.0
	Diazinon	-	-	-	1.080	1.217	0.5
	Endosulfan	-	-	-	2.405	*	1.0
	Fenarimol	-	-	-	*	0.738	1.0
	Paclobutrazol	-	-	-	*	0.039	0.05
	Parathion	-	-	-	0.045	*	0.3
Parsley	Diazinon	-	-	-	*	0.918	0.1
	Endosulfan	-	-	-	2.821	12.198	1.0
	Ethoprophos	-	-	-	0.176	*	0.02
	Fenarimol	-	-	-	0.336	*	1.0
	Kresoxim-methyl	-	-	-	*	0.087	0.1
	Procymidone	-	-	-	1.453	0.031	5.0
	Triflumizole	-	-	-	0.748	0.666	1.0
Leek	Pyrimethanil	0.079	-	-	-	-	3.0
Celery	Captan	-	-	-	0.552	*	5.0
	Chlorpyrifos	-	-	-	0.521	0.838	0.05
	Cypermethrin	-	-	-	0.573	0.353	5.0
	Diazinon	-	-	-	0.439	3.253	0.5
	Diethofencarb	-	-	-	*	0.222	0.3
	Endosulfan	-	-	-	0.332	2.022	1.0
	Ethoprophos	-	-	-	*	0.346	0.02
	Fenvalerate	-	-	-	*	0.905	2.0
	Myclobutanil	-	-	-	*	0.279	1.0
	Procymidone	-	-	-	0.483	0.727	5.0
Chard	Bifenthrin	-	-	-	0.133	*	0.5
	Chlorpyrifos	-	-	-	0.155	*	0.01
	Chlorthalonil	-	-	-	*	9.302	5.0
	Fenarimol	-	-	-	*	0.420	0.01
	Fenpropathrin	-	-	-	0.045	*	0.2
	Tralomethrin	-	-	-	*	0.249	0.5
Chicory	Bifenthrin	-	-	-	0.212	*	0.5
	Chlorpyrifos	-	-	-	0.296	*	0.01
	Chlorothalonil	-	-	-	0.747	*	5.0
	Triflumizole	-	-	-	0.309	*	1.0
Lettuce	Diclofop-methyl	*	0.076	*	*	*	0.1
	Dimethipin	*	0.007	*	*	*	0.05
	Endosulfan	*	0.058	0.292 (1.0)	*	0.648 (1.0)	0.1
	Metalaxyl(npd)	0.460	*	*	*	-	2.0
	Myclobutanil	*	*	*	*	0.279	1.0
	Procymidone	*	*	*	*	10.166	5.0
	Propanil	*	*	0.04	*	*	0.2
	Triflumizole	*	*	*	0.227	*	1.0
Welsh onion	EPN	-	*	0.087	-	*	0.1
Broccoli	Pendimenthalin	0.010	-	-	*	*	0.2

Table 4. Contiuned

Crown daisy	Endosulfan	0.155	-	-	-	-	0.2
	Metalaxyl(npd)	0.061	-	-	-	-	0.5
Sesame leaf	Diethofencarb	3.994	-	-	-	-	5.0
	Endosulfan	0.040	-	-	-	-	0.1
	Kresoxim-methyl	0.724	-	-	-	-	0.1
	Myclobutanil	0.621	-	-	-	-	1.0
	Procymidone	3.293	-	-	-	-	10.0
	Pyrimethanil	1.182	-	-	-	-	5.0
Carrot	Bifenox	*	0.015	*	-	-	0.05
	Chlorpyrifos	*	*	0.047	-	-	0.5
	Endrine	0.008	*	*	-	-	0.01
	Parathion	*	*	0.144	-	-	0.3
	Pendimethalin	*	0.022	*	-	-	0.2
	Phenthoate	*	0.053	*	-	-	0.1
	Procymidone	*	0.030	0.050	-	-	0.2
Cucumber	Azoxystrobin	*	0.091	-	-	-	0.5
	Chlorfenapyr	0.010	0.025	-	-	-	0.1
	Chlorothalonil	*	0.189	0.123	-	-	1.0
	Endosulfan	0.037	0.035	0.057	-	-	0.1
	Indoxacarb	*	0.030	-	-	-	0.5
	Lufenuron	*	0.049	-	-	-	0.2
	Methidathion	*	*	0.010	-	-	0.05
	Procymidone	*	0.503	*	-	-	2.0
	Triflumizole	0.141	*	*	-	-	1.0
Tomato	Buprofezin	0.187	-	-	*	*	1.0
	Methidathion	*	-	-	*	0.063	0.1
Green pepper	Chlorfenapyr	0.057	-	-	-	-	0.7
Mushroom	Endosulfan	0.019	*	*	*	*	0.05

1)Not detected
2)Not tested
3)The figure underlined expresses value over the tolerance

월별 농약 검출 빈도

농산물중의 농약 잔류량은 계절에 따라서도 달라질 수 있으므로 계절에 따른 잔류량의 변화를 알아보기 위해서 월별로 검출률을 분류하여 Table 6에 나타내었다. Table 6에서 볼 수 있는 바와 같이 잔류농약의 검출 동향을 월별로 살펴보면 대체적으로 매년 8월 이후 후반기로 갈수록 검출률 및 부적합률이 상승하는 경향을 보여 계절적인 영향이 있음을 알 수 있었다. 즉, 9~10월의 가을철에는 비닐하우스 재배로 인한 영향이 큰 것으로 생각된다[5,13-15].

하우스 재배를 하는 경우에는 폐쇄된 하우스 공간내에서 농약이 쉽게 휘발되거나 분해되지 못해 잔류량이 더 높게 나타날 수 있을 것으로 생각되며, 특히 추석 전에는 과일에 대한 수요가 증가함에 따라 무리하게 설익은 과일을 출하하여 출하시기를 앞당김으로써 농약성분이 기준치 이상 잔류하게 될 가능성이 높은 것으로 생각된다. 그리고 노지과수용 농약을 시설재배 채소류에 살포하는 사례가 적지 않은데, 이 경우에는 잔류기간이 길어져 부적합 판정을 받을 우려가 높아진다. 따라서 계절에 따른 안전관리도 필요한 것으로 생각된다[13-15].

결 론

최근 5년(2004-2008년)간 3월에서 10월까지 경상북도 22개 시·군에서 유통된 다소비 농산물중의 연도별 잔류농약 실태를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 잔류농약의 검출률은 2004년 14.5%에서 2008년 16.4%로 조금 증가하였지만, 부적합률은 2004년 4.5%에서 2007년 0%, 2008년 0.2%(깻잎 1건)로 크게 감소하였다. 2004~2005년에 부적합률이 높은 이유는 조사대상 농산물의 차이에 따른 것으로 보인다.

2. 검출된 잔류농약 성분은 2004~2005년에 채소류 중 케일, 파슬리, 상추, 셀러리, 근대 및 당근에서, 최근 3년 동안에는 과실류인 사과 및 배, 채소류인 깻잎, 상추, 쑥갓, 오이, 곡류인 쌀에서 6종 이상의 잔류농약이 검출되었다.

Table 5. Number of agricultural products detected(violated) by the kind of pesticide

Pesticide \ Year	Number of detected(violated) item				
	2008	2007	2006	2005	2004
Azoxystrobin	-	1	-	-	-
Bifenthrin	-	-	-	2	-
Bifenox	-	3	-	-	-
Buprofezin	1	2	-	-	-
Captan	-	-	-	1	-
Chlorfenapyr	4	7	-	-	-
Chlorothalonil	-	1	1	1	1(1)[1)]
Chlorobenzilate	-	4	1	-	-
Chlorpyrifos	1	9	10	3(3)	1(1)
Cyhalothrin	-	-	1	-	-
Cypermethrin	-	-	-	1	2
Diazinon	-	-	-	2(1)	3(3)
Diclofop-methyl	-	1	-	-	-
Diethofencarb	3	-	-	-	1
Dimethipin	-	1	-	-	-
Disulfoton	-	1	-	-	-
Edifenphos	-	-	1	-	-
Endosulfan	45	11	13	3(2)	3(3)
Endrine	3	-	-	-	-
EPN	-	1	3	-	1
Ethoprophos	-	-	-	1(1)	1(1)
Fenarimol	-	-	-	2	2(1)
Fenitrothion	2	3	3	-	-
Fenobucarb	-	1	1	-	-
Fenpropathrin	-	-	-	1	-
Fenvalerate	2	-	-	-	1
Fluazinam	-	-	1	-	-
Hexaconazole	1	3	-	-	-
Imazalil	-	7	4	-	-
Imibenconazole	-	1	-	-	-
Indoxacarb	-	1	-	-	-
Iprobenfos	-	-	1	-	-
Isoprothiolane	4	2	-	-	-
Kresoxim-methyl	1(1)	-	-	-	2
Lufenuron	-	2	-	-	-
Metalaxyl	2	-	-	-	-
Methidathion	-	2	4	-	1
Myclobutanil	2	-	-	-	2
Paclobutrazol	-	-	-	-	1
Parathion	-	1	1	1	-
Penconazole	-	-	1	-	-
Pendimenthalin	1	2	-	-	-
Permethrin	1	-	4(2)	-	-
Phenthoate	-	1	-	-	-
Probenazole	1	-	-	-	-
Procymidone	1	2	1	2	4(1)
Propanil	-	-	1	-	-
Propiconazole	-	-	2	-	-
Pyrimethanil	2	-	-	-	-
Teflubenzuron	-	2	-	-	-
Triflumizole	1	-	-	3	2
Tralomethrin	-	-	-	-	1

[1)]The figure in the parenthesis shows the number of agricultural products that pesticide detected over the tolerance(violated)

Table 6. Detection rate and violation rate of pesticides detected in agricultural products by month

month	Detection rate[1](violation rate)[2], %				
	2008	2007	2006	2005	2004
March	23.3(0.0)	15.4(0.0)	18.2(0.0)	12.59(3.0)	17.6(0.0)
April	12.5(0.0)	19.8(0.0)	13.5(0.0)	8.7(0.0)	17.7(8.8)
May	16.7(0.0)	18.2(0.0)	22.8(4.5)	12.2(2.8)	12.1(0.0)
June	11.7(0.0)	22.4(0.0)	15.6(0.0)	12.0(0.0)	14.8(5.8)
July	15.0(0.0)	13.0(0.0)	17.8(0.0)	8.2(0.0)	14.6(3.1)
August	12.5(0.0)	31.2(0.0)	10.6(0.0)	24.6(6.2)	14.5(3.0)
September	20.0(1.7)	20.1(0.0)	10.2(0.0)	27.6(18.4)	32.2(8.2)
October	10.0(0.0)	37.2(0.0)	23.6(0.0)	13.7(0.0)	22.6(5.0)

[1]Detection rate(%) : Samples which pesticide was detected /Total samples tested by month
[2]Violation rate(%) : Samples over the tolerance of residue /Total samples tested by month

3. 부적합 농산물 건수는 셀러리 5건, 파슬리 4건, 케일과 근대 각 3건, 상추 2건, 깻잎, 치커리, 땅콩 및 대두가 각 1건씩이었다.

4. 검출된 잔류농약 성분별로는 endosulfan > chlorpyrifos > procymidone 순으로 검출률 및 부적합률이 비교적 높았다. 그 외 chlorfenapyr, fenitrothion, imazalil, isoprothiolane, methidathion, permethrin 등의 검출률도 전 기간 동안 높게 나타났다.

5. 계절별로는 매년 8월 이후 후반기로 갈수록 잔류농약의 검출률 및 부적합률이 상승하는 경향을 보여 계절적인 영향이 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 이성환, 홍종문: 농약학, 향문사 (1997).
2. 한기학 외 7인: 농업환경화학, 동화기술 (1996).
3. 이동우, 윤재홍, 정기봉: 농산물중 유기염소계 농약의 잔류 수준, 한국환경농학회지, **17**(3), 205~210 (1998).
4. 정영호 외 5인: 최신농약학, 시그마프레스 (2000).
5. 정광현, 손진창, 양승태, 김미정, 박희숙: 경상북도내 유통 농산물에 대한 농약 잔류 실태 조사, 경상북도 보건환경연구원보, **20**, 23~37 (2008).
6. 식품의약품안전청: 식품의 농약 잔류허용기준, 식품의약품안전청 (2007).
7. 박양순 외 13인, 서울시 강북지역 유통 농산물중의 농약 잔류실태조사(V), 서울특별시 보건 환경연구원보, **39**, 199~210 (2003).
8. 김은희, 채영주, 강희곤, 김명희: 5년간 강북지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 보고, 서울특별시 보건환경연구원보, **39**, 211~222 (2003).
9. 이창일, 정광현, 손진창, 김미정, 박희숙, 허완, 이도영: 경상북도 내 유통 농산물에 대한 농약 잔류 실태 조사, 경상북도 보건환경연구원보, **19**, 25~40 (2007).
10. 이창일, 정광현, 손진창, 김미정, 허완, 이도영: 경상북도 내 유통 농산물에 대한 농약 잔류 실태 조사, 경상북도 보건환경연구원보, **18**, 39~58(2006).
11. 식품의약품안전청: 식품공전 (2008).
12. 이철원, 홍무기, 곽인신, 박건상, 윤희경, 문재진, 강인호, 최만호, 이희덕: 식품 중 잔류농약에 관한 연구, 국립보건원보, **32**(2), 470~482(1995).
13. 이규승, 농업 생태계에 대한 잔류농약의 영향평가, 한국환경농학회지, **16**(1), 80~93 (1997).
14. 구자옥, 이도진: 농약에 대한 이해와 오해, 전남대학교 출판부 (1999).
15. 농약공업협회: 농약사용지침서 (2007).