



건조채소류의 잔류농약 실태 조사

강경리* · 문수진 · 김광곤 · 양용식 · 이세미 · 최은아 · 하동룡 · 김은선 · 조배식

광주광역시 보건환경연구원

Monitoring of Pesticide Residues on Dried Agricultural Products

Gyungri Gang*, Sujin Mun, Yongshik Yang, Semi Lee, Euna Choi, Dongryong Ha, Eunsun Kim and Baesik Cho

Health and Environment Research Institute of Gwangju, Korea

(Received on January 25, 2017. Revised on March 15, 2017. Accepted on March 15, 2017)

Abstract The study was conducted for safety evaluation of 208 kinds of residue pesticides on 200 dried agricultural products, which are distributed in Gwangju. The method of monitoring was the second of Multi Class Pesticide Multi-residue Methods in Korean Food Code, and GC-ECD, GC-NPD, GC-MSD, and LC-MS/MS were used as evaluation equipment to analyze. The residue level in pesticides were 15.5% (31 of 200 samples) and 4 samples exceeded MRLs. 4.5 mg/kg of pyraclostrobin (MRL; 3.0 mg/kg) was detected in red pepper, 1.49 mg/kg of chlorpyrifos (MRL; 0.13 mg/kg) in daikon leaves, 38.26 mg/kg of pyridalyl (MRL; 0.25 mg/kg) in pepper leaves, 0.98 mg/kg of chlorpyrifos (MRL; 0.05 mg/kg), respectively. Pesticides were found on the 15 samples among the 21 samples of red pepper which is a fruit vegetable, and this resulted in high detection rate of 71%. In addition, pesticides were detected on chwinamul, shitake, siler divaricata, daikon leaves and others within MRLs. The frequent detected kinds of pesticides were insecticide (47.6%), fungicide (33.3%), acaricide (14.3%), nematicide (4.8%) in the order named, and pesticides were methoxyfenozide > pyraclostrobin > azoxystrobin, chlorantraniprole > novaluron, trifloxystrobin in frequent order.

Key words Dried agricultural products, monitoring, MRLs, pesticides

서 론

건조채소류는 수분이 많아서 부패하기 쉬운 채소의 저장성과 수송을 좋게 하기 위하여 수분이 적은 상태로 건조시킨 채소이다. 건조중에 채소의 성분과 조직에 변화가 일어나기 때문에, 일단 건조시킨 채소는 물에 담가도 본래처럼 되지 않으므로 신선채소와는 별개의 식품이다. 건조로 인해 저장 및 가공성이 향상되며 풍미가 증가된다. 예전 우리 조상들은 겨울철 부족하기 쉬운 비타민, 미네랄, 식이섬유가 골고루 들어가 있으며 구수한 맛과 부드러운 촉감이 특징인 건조 채소류를 각종 반찬으로 만들어 먹곤 했다. 또한 현대 산업사회의 병폐를 인식하고 육체적, 정신적으로 건강한 삶을 영위하려는 웰빙족과 맞벌이부부 및 1인 가구가 증가하

면서 가정간편식(Home Meal Replacement, HMR) 형태의 나물밥 시장이 급격하게 성장하고 있으며 건조채소류 시장도 지속적으로 성장할 것으로 예상되고 있다. 이에 건조채소류의 잔류농약 안전성 문제가 대두되고 있으며 이는 국내 뿐 아니라 국제적으로도 관심의 대상이 되고 있다(Park et al., 2009).

농약은 병해충 및 잡초로부터 농작물을 보호하여 식량생산성 향상과 농작물 재배작업의 편이성을 증대시키는 등 필수불가결한 도구이지만 사용되는 농약에 따라 다르기는 해도 필연적으로 농산물 및 토양에 일부 잔류하게 된다. 안전한 먹거리에 대한 관심이 증가하면서 독성문제에 대한 인식 또한 증가하였으며 농산물 잔류농약에 대한 관심 또한 증가 추세이다. 2009년 국립농산물품질관리원 조사에 따르면 농산물 중 유해물질 위험에 대한 인식도가 48.3%로 농약이 농식품 위해요소 중 1위로 여기고 있는 것으로 발표한 바 있으며(National Agricultural Products Quality Management

*Corresponding author
E-mail: ggl21@korea.kr

Service., 2009), 식약처의 2016년 식품의약품통계연보에 의하면 국내 농산물의 부적합률은 1.21%로 국내 유통 신선채소류의 잔류농약 안전성검사는 꾸준히 이루어지고 있는데 반해 건조채소류에 대한 잔류농약의 정확한 실태 파악은 미흡한 상황이다.

나라마다 식품에 잔류하는 농약 섭취로 인해 발생할 수 있는 건강상 위해를 사전에 차단하여 안전한 식품을 제공하고자 농산물별 농약 잔류허용기준을 설정하여 관리하고 있으며 우리나라 또한 식품의약품안전처가 식품위생법을 근거로 농약잔류허용기준을 설정하고 있으며 2016년 11월 현재 설정된 식품은 농산물 451종, 축산물 83종, 인삼 81종으로 안전한 식품이 유통되도록 노력하고 있다(Ministry of Food and Drug Safety, 2016b).

대부분 농산물에 대한 잔류허용기준은 신선채소류에 대한 기준으로 식품공전상 가공식품인 신선채소류는 잔류농약 잠정기준을 적용하고 있다. 건조채소류에 대한 과학적인 농약 잔류허용기준 설정을 위해서는 신선원료 채소류 중의 농약 잔류량이 건조과정에 어떻게 변화하는지에 대한 자료가 필요하다. 농약이 잔류된 농산물은 건조, 가공하는 동안 잔류농약의 절대량은 분명히 감소하며 그 감소 정도는 농산물과 농약의 종류, 건조 및 가공의 조건에 따라 차이를 나타낼 수

있다(Park et al., 2009). 또한 신선채소류는 건조과정 중 농약성분이 수분이 감소됨에 따라 농축될 우려가 있어 건조농산물의 잔류농약 위해성에 대한 조사 연구는 지속적으로 수행해야 할 과제 중 하나라고 볼 수 있다.

이에 본 연구에서는 유통되는 건조채소류의 안전성을 확보하고 농약잔류허용기준 설정의 기초자료로 활용되기를 바라며 농약의 잔류 실태를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용된 검체는 2016년 1월부터 11월까지 광주광역시에 위치하고 있는 양동시장 등 7곳의 재래시장과 4곳의 대형마트, 8곳의 온라인 쇼핑몰 등에서 총 200건의 건조채소류를 구입하였다. 건조채소류별 구입 내역은 Table 1과 같으며 수거된 검체의 비율은 엽채류, 과채류, 엽경채류, 근채류 순이었으며(Table 2) 국산 166건과 수입산 34건이었다(Table 3).

분석대상 농약 및 시약

분석대상 농약은 GC-ECD, GC-NPD, LC-MS/MS로 다

Table 1. The number of samples collected for the monitoring of pesticide residues in dried agricultural products

Group	Sample (dried)	Domestic	Imported
Fruits vegetables	Eggplant	9	
	Red pepper	19	2
	Balsam apple	2	1
	Pumpkin	14	
Leaf & stem vegetables	Sweet potatostem	17	5
	Bracken	11	5
	Taro stem	17	6
Leafy vegetables	Pepper leaves	6	
	Cirsium setidens	6	
	Gomchwi	1	
	Perilla leaf	1	
	Deodeok leaf	1	
	Daikon leaves	12	3
	Siler divaricata.	5	
	Bujigaengi	4	
	Rape	1	
Root vegetables	Chwinamul	18	2
	Balloon flower	2	
	Slices of daikon	12	1
Stone fruits	Jujube	6	
Mushrooms	Tree ear	1	3
	Shitake	2	6
		166	34

Table 2. Distribution of 200 samples by dried agricultural products type

Type of samples	Total	Vegetable				Others ^{a)}
		Leafy	Leaf & stem	Fruits	Root	
Domestic	166	55	45	44	14	8
Imported	34	5	16	3	1	9

^{a)} Domestic : stone fruits (6), mushroom (2), Imported : mushroom (9)

Table 3. Distribution of 34 Imported samples by origin

Country of origin	Number of sample
China	29
Myanmar	4
Vietnam	1

성분동시분석이 가능한 208종 농약이 대상이며(Table 4), 농약 표준품은 Dr. Ehrenstorfer (Germany)와 Wako (Japan) 제품을 사용하였다. 분석에 사용한 추출용 시약 및 용매인 아세트니트릴과 디클로로메탄, 아세톤, 헥산은 잔류농약분석용 Merck (USA)제품을 사용하였다.

Table 4. List of pesticides (208 pesticides)

Acetamiprid	Acrinathrin	Boscalid	Bromacil	Bromobutide
Anilofos	Azinphos-methyl	Cadusafos	Captafol	Captan
BHC(α, β, γ, δ 합계)	Bifenthrin	Carbophenothion	Chinomethionat	Chlordane
Bromopropylate	Butocaboxim	Chlorothalonil	Chlorpyrifos	Chlorpyrifos-methyl
Carbaryl	Carbofuran	Clothianidin	Cyazofamid	Cyflufenamid
Chlorfenapyr	Chlorobenzilate	Cyhalothrin	Cymoxanil	Cypermethrin
Chromafenozide	Cinosulfuron	DDT (DDE, DDD 포함)	Deltamethrin	Diazinon
Cyfluthrin	Cyprodinil	Dicofol	Dieldrin	Diethofencarb
Cyproconazole	Dicloran	Dimethoate	Dimethomorph	Dimethylvinphos
Dichlofluanid	Dimethenamid	Diphenylamine	Dithiopyr	Edifenphos
Dimepiperate	Diphenamid	EPN	Esprocarb	Ethaboxam
Diniconazole	Endrin	Ethoprophos	Etoxazole	Etrimfos
Endosulfan (α, β, Sulfate 합계)	Ethion	Fenazaquin	Fenbuconazole	Fenhexamid
Ethiofencarb	Fenarimol	Fenothiocarb	Fenoxanil	Fenoxycarb
Fenamidone	Fenobucarb	Fenthion	Fenvalerate	Ferimzone
Fenitrothion	Fenpyroximate	Fluacrypyrim	Fluazinam	Fludioxonil
Fenpropathrin	Flonicamid	Flumioxazine	Fluquinconazole	Flusilazole
Fipronil	Flufenoxuron	Fluvalinate	Folpet	Forchlorfenuron
Flufenacet	Flutolanil	Heptachlor (epoxide 포함)	Hexaconazole	Hexaflumuron
Flusulfamide	Fthalide	Indanofan	Indoxacarb	Iprobenfos
Fosthiazate	Imibenconazole	Isazofos	Isofenphos	Isoprocarb
Imazalil	Iprovalicarb	Lufenuron	Malathion	Mecarbam
Iprodione	Kresoxim-methyl	Mepronil	Metalaxyl	Metconazole
Isoprothiolane	Mepanipirim	Methiocarb	Methomyl	Methoxychlor
Mefenacet	Methidathion	Molinate	Myclobutanil	Nitrapyrin
Methabenzthiazuron	Metolcarb	Ofurace	Oxadiazone	Oxadixyl
Methoxyfenozide	Nuarimol	Paclobutrazol	Parathion	Parathion-methyl
Novaluron	Oxaziclomefon	Pentoxazone	Permethrin	Phenthoate
Oxamyl	Pendimethalin	Phosphamidone	Pirimicarb	Pirimiphos-ethyl
Penconazole	Phosmet	Prochloraz	Procymidone	Profenofos
Phosalone	Probenazole	Propoxur	Prothiofos	Pyraclufos
Pirimiphos-methyl	Propisochlor	Pyrazophos	Pyributicarb	Pyridaben
Promecarb	Pyrazolate	Pyrimidifen	Pyriminobac-methyl	Pyriproxyfen
Pyraclostrobin	Pyrimethanil	Quintozene	Simeconazole	Spirodiclofen
Pyridaryl	Quinalphos	Tebufenpyrad	Tebupirimfos	Teflubenzuron
Pyroquilon	Tebufenozide	Terbuthylazine	Tetradifon	Thenychlor
Tebuconazole	Terbufos	Thiazopyr	Thifluzamide	Thiodicarb
Tefluthrin	Thiamethoxam	Tolclofos-methyl	Tolyfluanid	Tralomethrin
Thiacloprid	Tiadinil	Tricyclazole	Trifloxystrobin	Triflumizole
Thiometon	Triazophos	Vinclozolin	Zoxamide	Dichlorvos
Triadimefon	3,4,5-Trimethacarb	Aldicarb	Aldrin	Benzoximate
Triflumuron	Azoxystrobin	Bendiocarb		

시료의 추출

식품공전의 식품 중 잔류농약 시험법 4.1.2.2 다중농약다 성분 분석법(Multi class pesticide multiresidue methods) 제 2법에 따라 추출용매로 아세토니트릴을 사용하였다(Ministry of Food and Drug Safety., 2016a).

검체를 믹서(DA700-G, Daesung Artlon, Korea)를 이용하여 일정 크기로 분쇄하여 균질화 후 시료 약 10 g을 정밀히 달아 혼합추출분쇄기(SMT PROCESS Homogenizer, JAPAN)에 넣고 증류수 50 mL를 넣어 2시간 방치 후 아세토니트릴 100 mL를 넣어 2~3분 균질화 시킨 후 부호너 깔대기로 여과 후 여액을 NaCl 10~15 g이 들어있는 분액여두에 넣고 흔들어서 정치 후 기체크로마토그래프 및 액체크로마토그래프 측정용으로 상층액 10 mL를 각각 취하여 40°C 이하 수욕상에서 1차 감압농축 하였다.

시료의 정제

기체크로마토그래프 측정 농약은 잔류물을 20% 아세톤 함유 헥산 4 mL로 용해하고 미리 헥산 5 mL와 20% 아세톤 함유헥산 5 mL로 활성화시킨 SPE-florisil (500 mg/6 mL)은 Phenomenex (Torrance, CA, USA)제품에 용출시켜 받고 20% 아세톤 함유 헥산 5 mL를 용출하여 시험관에 모아 40°C 이하 수욕상에서 2차 감압농축하고 아세톤 2 mL로 녹이고 막여과지(PTFE 0.45 µm)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다.

액체크로마토그래프 측정 농약은 미리 디클로로메탄 5 mL로 활성화시킨 SPE-NH2 (1 g/6 mL)는 Phenomenex (Torrance, CA, USA)제품으로 1% 메탄올 함유 디클로로메탄 4 mL와 7 mL를 유출하여 시험관에 합하고 40°C 이하 수욕상에서 2차 감압농축 후 70% acetonitrile 2 mL에 녹여 멤브레인 여과지(PTFE 0.45 µm)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다.

기기 분석

잔류농약 208종에 대한 분석기기로는 GC-ECD (Agilent 7890B, U.S.A), GC-NPD (Agilent 7890B, U.S.A), GC-MSD (Agilent 5977B, U.S.A)와 LC/MSMS (Thermo TSQ,

U.S.A)를 사용하여 정성 및 정량분석 하였으며 Table 5와 Table 6의 조건으로 분석하였다.

잔류농약의 회수율, 검출 및 정량한계 측정

회수율은 검출된 농약의 표준품을 잔류농약이 검출되지 않은 건고추에 시료의 함유량 기준 농도가 0.08~0.5 mg/kg 이 되도록 첨가한 뒤 3회 반복 시험하여 측정하였다. 정량한계(limit of quantification, LOQ)와 검출한계(limit of detection, LOD)는 각 농도별 표준용액을 사용하여 6회 반복 분석하여 얻은 크로마토그램을 기초로 하여 측정하였다. 적정 검출한계는 0.05 mg/kg 이내로 하였다. 직선성은 모든 구간이 0.9902~1.000이었으며 정량한계와 검출한계는 표준편차(σ)와 검량선의 기울기(S)를 구하여 다음식에 의하여 계산하였고 Table 7과 같다.

$$\text{정량한계} = \frac{100}{S}, \text{ 검출한계} = \frac{3.3\sigma}{S}$$

수분 함량 분석

검체 약 10 g을 정밀하게 칭량접시에 취한 후 건조기(JSOF-700T, JSR, Korea)를 사용하여 105°C에서 측정하였으며(Ministry of Food and Drug Safety, 2016a) 아래의 고유 계산식을 통해 수분 함량을 분석하였다(Table 8).

$$\text{수분(\%)} = (b - c) / (b - a) \times 100$$

- a : 칭량접시의 무게(g)
- b : 칭량접시와 검체의 무게(g)
- c : 건조 후 항량이 되었을 때의 무게(g)

건조채소류에 대한 잔류허용기준 설정

건조채소류 잠정기준원칙은 기준이 설정되어있지 않은 건조채소류 중에서 그 원료가 되는 신선채소류의 기준이 있는 경우는 아래와 같이 신선 채소류의 기준에 수분함량을 고려하여 적용하도록 하고 있다(Ministry of Food and Drug Safety, 2016b). 이에 따라 수분함량을 고려하여 농약 잔류량을 산출하였으며, 기준이 설정되어 있지 않은 건조채소류는 잔류허용기준이 설정된 채소류 중 MRL이 가장 낮은 작물

Table 5. Analytical conditions for analysis pesticides with GC(ECD, NPD, MSD)

Detector	Analytical Condition		
	GC-ECD	GC-NPD	GC-MSD
Inlet Tem.	250°C	250°C	250°C
Oven Tem.	190°C (0 min) → 7°C/min → 290°C (13 min)	185°C (0 min) → 4°C/min → 240°C(3 min) → 20°C/min → 290°C (5 min)	190°C (0 min) → 10°C/min → 290°C (13 min)
Det Tem.	300°C	300°C	300°C
Column	DB-5	DB-5	DB-5MS
Flow rate	1.0 mL/min	1.0 mL/min	1.0 mL/min

Table 6. LC-MS/MS parameters for the analytical compounds

Analytes	Elemental composition	R.T. (min)	Parent ions (<i>m/z</i>)	Quantification ions (<i>m/z</i>) (CE)	Confirmation ions (<i>m/z</i>) (CE)
Trifloxytrobin	C ₂₀ H ₁₉ F ₃ N ₂ O ₄	3.79	409.25	186.1 (43v)	145.08 (17v)
Mepanipyrim	C ₁₄ H ₁₃ N ₃	3.36	224.21	77.1 (37v)	106.1 (26v)
Cymoxanil	C ₇ H ₁₀ N ₄ O ₃	2.10	199.05	128.0 (10v)	111.0 (20v)
Boscalid	C ₁₈ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O	3.25	343.11	140.0 (16v)	112.0 (41v)
Tricyclazole	C ₉ H ₇ N ₃ S	2.24	190.101	163.0 (24v)	136.1 (28v)
Chlorantranilprole	C ₁₈ H ₁₄ BrCl ₂ N ₅ O ₂	3.06	481.8	203.9 (14v)	146.9 (36v)
Pyrimethanil	C ₁₂ H ₁₃ N ₃	2.84	200.171	107.1 (24v)	82.0 (30v)
Lufenuron	C ₁₇ H ₈ Cl ₂ F ₈ N ₂ O ₃	3.96	508.98	326.0 (20v)	175.0 (39v)
Fluacrypyrim	C ₂₀ H ₂₁ F ₃ N ₂ O ₅	3.76	427.232	145.1 (26v)	115.1 (50v)
Bendiocarb	C ₁₁ H ₁₃ NO ₄	2.62	224.131	167.0 (11v)	109.0 (20v)
Tiadinil	C ₁₁ H ₁₀ ClN ₃ OS	3.37	268.15	101.0 (27v)	44.8 (29v)
Hexaflumuron	C ₁₆ H ₈ Cl ₂ F ₆ N ₂ O ₃	3.79	459	439.0 (12v)	175.0 (39v)
Pyraclostrobin	C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ O ₄	3.66	388.172	194.0 (14v)	164.0 (14v)
Methiocarb	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂ S	3.22	226.101	121.1 (18v)	169.0 (18v)
Flufenacet	C ₁₄ H ₁₃ F ₄ N ₃ O ₂ S	3.43	364.13	152.1 (19v)	194.0 (12v)
Ethaboxam	C ₁₄ H ₁₆ N ₄ OS ₂	2.74	321.18	183.1 (22v)	200.2 (25v)
Ethiofencarb	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂ S	2.80	226.094	107.0 (16v)	164.0 (10v)
Acetamiprid	C ₁₀ H ₁₁ ClN ₄	1.99	223	126.0 (22v)	99.0 (40v)
Tebufenozide	C ₂₂ H ₂₈ N ₂ O ₂	3.52	353.243	132.9 (23v)	297.0 (10v)
Ferimzone	C ₁₅ H ₁₈ N ₄	2.76	255.24	132.0 (22v)	124.0 (24v)
Imibenconazole	C ₁₇ H ₁₃ Cl ₃ N ₄ S	3.95	410.95	124.9 (31v)	171.0 (21v)
Chromafenozide	C ₂₄ H ₃₀ N ₂ O ₃	3.38	395	175.0 (18v)	339.0 (10v)
Oxaziclomefon	C ₂₀ H ₁₄ Cl ₂ NO ₂	3.88	376.14	190.1 (14v)	161.1 (26v)
Methabenzthiazuron	C ₁₀ H ₁₁ N ₃ OS	2.90	222.122	165.1 (16v)	150.1 (35v)
Cinosulfuron	C ₁₅ H ₁₉ N ₅ O ₇ S	2.47	414	182.9 (18v)	-
Fluquinconazole	C ₁₆ H ₈ Cl ₂ FN ₃ O	3.39	376.19	349.0 (19v)	307.0 (26v)
Methomyl	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₂ S	1.48	163.116	106.0 (12v)	88.0 (12v)
Thenylchlor	C ₁₆ H ₁₈ ClNO ₂ S	3.42	324.121	127.1 (13v)	59.0 (33v)
Pyribenzoxim-Na	C ₃₂ H ₂₇ N ₅ O ₈	3.88	632	488.0 (19v)	179.9 (37v)
Thiodicarb	C ₁₀ H ₁₈ N ₄ O ₄ S ₃	2.77	355.07	88.0 (20v)	108.0 (13v)
Forchlorfenuron	C ₁₂ H ₁₀ ClN ₃ O	2.97	248.11	129.1 (17v)	93.0 (33v)
Propoxur	C ₁₁ H ₁₅ NO ₃	2.61	210.166	111.0 (16v)	168.0 (10v)
Carbaryl	C ₁₂ H ₁₁ NO ₂	2.74	201.9	144.9 (11v)	126.9 (28v)
Novaluron	C ₁₇ H ₉ ClF ₈ N ₂ O ₄	3.82	490.9	471.0 (15v)	304.9 (19v)
Flufenoxuron	C ₂₁ H ₁₁ ClF ₆ N ₂ O ₃	4.08	487.13	467.2 (13v)	329.2 (31v)
Isoprocarb	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂	2.93	194.18	95.0 (15v)	137.0 (11v)
Pyriproxyfen	C ₂₀ H ₁₉ NO ₃	3.97	322.21	96.1 (16v)	78.0 (45v)
Pyributicarb	C ₁₈ H ₂₂ N ₂ O ₂ S	3.98	331.202	181.0 (16v)	190.0 (18v)
Fenproximate	C ₂₄ H ₂₇ N ₃ O ₄	4.12	422.25	366.3 (15v)	107.1 (46v)
Azoxystrobin	C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅	3.15	404.19	372.2 (13v)	329.0 (33v)
Dimethomorph	C ₂₁ H ₂₂ ClNO ₄	3.30	388.16	301.2 (19v)	165.1 (30v)
Thiacloprid	C ₁₀ H ₉ ClN ₄ S	2.16	253.07	126.0 (22v)	90.0 (36v)
Carbofuran	C ₁₂ H ₁₅ NO ₃	2.63	222.15	165.2 (12v)	123.1 (23v)
Spirodiclofen-Na	C ₂₁ H ₂₄ Cl ₂ O ₄	4.13	432.9	334.9 (19v)	400.6 (8v)
Quinoclamine	C ₁₀ H ₆ ClNO ₂	2.46	207.9	104.9 (25v)	76.9 (35v)
Pyrazolynate	C ₁₉ H ₁₆ Cl ₂ N ₂ O ₄ S	3.71	441.12	175.0 (18v)	91.1 (33v)
Pyroquilon	C ₁₁ H ₁₁ NO	2.53	174.14	132.1 (22v)	117.1 (32v)
Pentoxazone	C ₁₇ H ₁₇ ClFNO ₄	3.52	354.204	133.0 (17v)	298.2 (6v)
Benzoximate	C ₁₈ H ₁₈ ClNO ₅	3.70	364.16	199.0 (7v)	77.0 (55v)
Oxamyl	C ₇ H ₁₃ N ₃ O ₃ S	1.39	237.13	71.8 (12v)	90.0 (8v)
Aldicarb-NH ₄	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₂ S	2.33	208	116.0 (10v)	89.0 (17v)
Teflubenzuron	C ₁₄ H ₆ Cl ₂ F ₄ N ₂ O ₂	3.98	379.04	339.1 (13v)	196.0 (24v)
Methoxyfenozide	C ₂₂ H ₂₈ N ₂ O ₃	3.30	369.25	149.0 (24v)	313.0 (10v)
Metolcarb	C ₉ H ₁₁ NO ₂	2.45	166.13	109.1 (10v)	94.1 (30v)
Cyazofamid	C ₁₃ H ₁₃ ClN ₄ O ₂ S	3.46	325	108.1 (15v)	261.1 (10v)
Amisulbrom-Na	C ₁₃ H ₁₃ BrFN ₅ O ₄ S ₂	3.88	487.9	455.9 (18v)	363.2 (23v)
Clothianidin	C ₆ H ₈ ClN ₅ O ₂ S	2.97	250.1	131.0 (17v)	93.1 (33v)
Thiamethoxam	C ₈ H ₁₀ ClN ₅ O ₃ S	1.56	292.09	211.1 (9v)	132.0 (23v)
Fenhexamide	C ₁₄ H ₁₇ Cl ₂ NO ₂	3.42	302.5	97.0 (22v)	55.1 (33v)
Flumioxazin	C ₁₉ H ₁₅ FN ₂ O ₄	3.07	355.102	327.1 (14v)	77.0 (49v)

에 대해 기준을 적용하였다.

$$\text{신선채소류 기준} \times \frac{100 - \text{건조채소류 수분함량}(\%)}{100 - \text{신선채소류 수분함량}(\%)}$$

결과 및 고찰

건조채소류 품목별 결과

광주지역에서 유통되는 국산 및 수입산 건조채소류 200건(Fig. 1)을 대상으로 Table 1과 같이 총 208종의 농약잔류량을 분석하였다. 건조채소류 품목별 23종을 검사하여 그 중 9종에서 잔류농약이 검출(검출률 4.5%)되었으며(Table 10), 소분류별로 보면 과채류 47건 중 2건(4.3%), 엽채류 60건 중 5건(8.3%), 버섯류 11건 중 1건(9.1%)에서 농약이 검출되어 버섯류, 엽채류, 과채류 순으로 높았다. 품목별로 보면 건가지에서 1건(11.1%), 건고추 15건(71.4%), 건고춧잎 3건(50%), 건콘드레 1건(16.7%), 무시래기 1건(6.7%), 건방풍나물 2건(40%), 건취나물 7건(35%), 건표고버섯 1건(14.3%), 건사리 1건(6.3%) 총 32건(Fig. 3)에서 농약이 검출(16.0%)되었다(Table 9). 건조채소류는 수분 함량이 많고 온도가 높으면 곰팡이가 생기는 탓에 대부분 자연환경이 잘 되는 곳에 건조·보관하며, 건조 등 가공과정에 농약이 분해될 수 있지만 수분함량 감소로 단위중량당 잔류량은 증가하는 것이 일반적이다. 광주농수산물검사소에서 신선 채소류의 잔류농약 검사시 엽채류와 엽경채류의 검출률이 높았으나 신선채소류는 과채류의 검출률(51.6%)이 가장 높았으며 품목별로는 건고추의 검출률이 가장 높고 다양한 농약이 검출되었으며 건취나물, 건고춧잎, 건방풍나물이 뒤를 이었다. 특히 건고추의 경우 씻지 않고 건조, 분쇄하여 음식의 부재료로 쓰이는 것이 대부분이며 한국인의 밥상에서 없어서는 안되는 중요한 농작물로서 전체 채소 중 가장 넓은 재배면적을 차지하는 농작물이다(Kim et al. 2006). 건고추는 21건 중 15건에서 pyraclostrobin, novaluron, boscalid, methoxyfenozide, chlorantranilprole, azoxystrobin, thiacloprid, thiamethoxam, cyhalothrin, chlorpyrifos methyl, trifloxystrobin이

검출되었으며(Table 11) 검출된 농약 중 pyraclostrobin, methoxyfenozide, azoxystrobin, cyhalothrin, chlorpyrifos methyl, trifloxystrobin 등 6종은 Table 10과 같이 건고추에 대한 기준이 설정되어 있으나 나머지 5종의 농약에 대해서는 건고추에 대한 기준이 설정되어 있지 않아 신선농산물의 기준에 수분함량을 측정된 값을 보정하여 잠정잔류량을 추정하였다.

건가지는 9건 중 1건에서 농약이 검출되었으며 건조물 기준이 설정되지 않아 신선농산물의 기준에 수분함량을 측정된 값을 보정하여 기준을 설정하였다.

건조엽채류는 취나물, 고춧잎, 방풍나물, 콘드레나물, 무시래기 순으로 잔류농약 검출률이 높았다. 건조엽채류가 잔류농약 검출률이 높은 이유는 농작물의 중량 당 표면적이 넓어 살포된 농약의 부착량이 증가하기 때문으로 생각된다(Jeong et al., 2005). 건취나물은 20건 중 7건에서 살충제인 methoxyfenozide가 가장 많이 검출되었으며 또한 chlorantranilprole, azoxystrobin, pyriproxyfen, lufenuron, novaluron, chlorpyrifos, teflubenzuron, chlorfenapyr, myclobutanil이 검출되었으며 건취나물에서 검출된 농약은 기준이 모두 설정되지 않아 농약이 검출된 다른 건조농산물과 마찬가지로 신선농산물의 기준에 수분함량을 측정된 값을 보정하여 기준을 설정하였다. Kim 등(2007)은 건조취나물 5건 중 2건에서 cypermethrin, endosulfan, fenarimol 이 검출되어 높은 검출률을 보인다고 하였으나 이와 일치하는 농약이 없었다.

건고춧잎은 6건 중 3건에서 methoxyfenozide, pyridalyl, azoxystrobin이 검출되었으며 건고춧잎에 대한 기준은 3종의 농약 모두 설정되어 있지 않아 신선농산물의 기준에 수분함량을 측정된 값을 보정하여 기준을 설정하였다. Kim 등(2007)은 건고춧잎에서 cypermethrin, cyhalothrin, fenvalerate가 다양하게 검출된다고 하였으나 전혀 다른 양상을 보였다.

무시래기는 12건 중 1건에서 chlorpyrifos가 검출되었으며 무시래기 또한 신선농산물의 기준에 수분함량을 측정된 값을 보정하여 기준을 설정하였다.

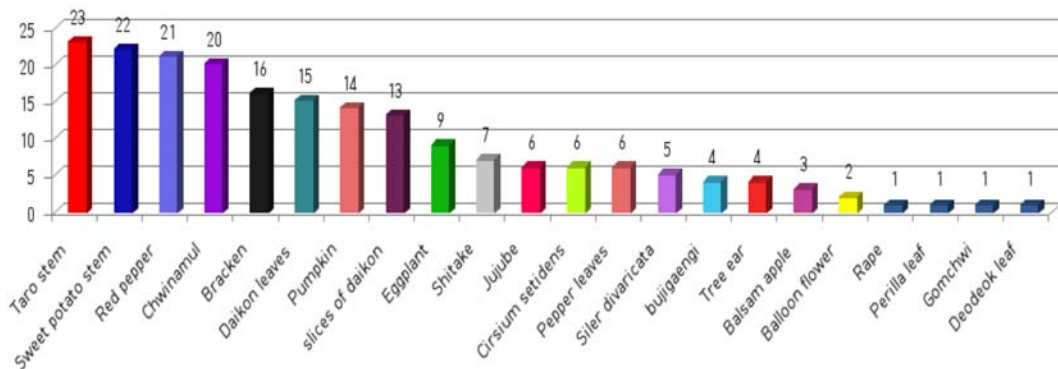


Fig. 1. Number of tested dried agricultural products.

Table 7. Validation parameters such as linearity, LOD, LOQ and recoveries of pesticides detected

Pesticide	Instrument	Correlation coefficient (r ²)	LOD (ug g ⁻¹)	LOQ (ug g ⁻¹)	Recovery (%)
Chlorothalonil	GC-ECD	0.9955	0.002	0.007	100.8
Chlorfenapyr	GC-NPD	0.9998	0.010	0.033	97.2
Chlorpyrifos	GC-NPD	1.0000	0.035	0.107	104.2
Chlorpyrifos-methyl	GC-NPD	0.9991	0.033	0.099	104.1
Azoxystrobin	HPLC-MS/MS	0.9990	0.030	0.090	102.9
Boscalid	HPLC-MS/MS	1.0000	0.016	0.053	87.2
Carbofuran	HPLC-MS/MS	0.9978	0.016	0.048	91.7
Lufenuron	HPLC-MS/MS	0.9978	0.016	0.049	70.4
Methoxyfenozide	HPLC-MS/MS	0.9974	0.018	0.056	87.3
Novaluron	HPLC-MS/MS	0.9978	0.016	0.048	79.1
Pyraclostrobin	HPLC-MS/MS	0.9902	0.036	0.110	92.8
Teflubenzuron	HPLC-MS/MS	0.9916	0.031	0.095	77.3
Thiamethoxam	HPLC-MS/MS	0.9923	0.023	0.070	86.2
Trifloxystrobin	HPLC-MS/MS	0.9970	0.020	0.060	93.2
Myclobutanil	GC-NPD	0.998	0.349	1.059	93.8
Cyhalothrin	GC-ECD	0.995	0.117	0.355	97.7
Pyridalyl	GC-ECD	1.000	0.012	0.038	94.4
Chlorantranilprole	HPLC-MS/MS	0.9930	0.081	0.246	92.5
Pyributicarb	HPLC-MS/MS	0.9980	0.012	0.036	98.6
Pyrimethanil	HPLC-MS/MS	0.9990	0.010	0.029	99.4
Pyriproxyfen	HPLC-MS/MS	1.0000	0.008	0.024	102.0
Thiacloprid	HPLC-MS/MS	1.0000	0.000	0.001	99.2

건취나물 2건, 건고추 6건, 건방풍나물 1건, 건고춧잎 1건에서 2가지 이상의 농약이 검출되었다. 이처럼 2가지 이상의 잔류농약이 검출된 이유에 대해 혼합제의 농약이 사용되거나 주변의 다른 농작물에 살포된 농약에의 오염, 농작물 간의 교차오염, 저장기간 중 오염 등의 원인을 제기하였다 (Hong et al., 2011).

위와 같이 건조채소류에서 검출된 농약은 고추 중 6종의 농약을 제외한 대부분 기준이 설정되어 있지 않아 우리나라 가공식품의 잔류농약 잠정기준 적용(10) 중 ②를 기준으로 식품원재료 분류표의 소분류 내 농산물의 최저기준을 적용하였다.

엽경채류 61건과 근채류 15건, 핵과류 6건에서는 잔류농약이 전혀 검출되지 않았으며 과채류에서도 가지, 고추를 제외한 여주, 호박에서는 잔류농약이 검출되지 않았다. 엽채류는 총 60건을 검사하여 건고춧잎, 건콘드레나물, 무시래기, 건방풍나물, 건취나물 5종 14건에서 농약이 검출되었고 건곰취, 건깻순, 건더덕잎, 건부지깻이, 건유채에서는 잔류농약이 전혀 검출되지 않았다. 근채류는 건도라지와 무말랭이를 검사하였으나 잔류농약이 전혀 검출되지 않았으며 핵과류에서 유일하게 검사가 이루어진 건대추는 약용식물 중 가장 농약 검출률이 높고 다중 농약이 검출되는 시료로서

검출된 농약은 fenvalerate, vifenthrin, chlorpyrifos라는 Yu 등(2012) 보고와 다른 양상을 보였다. 그러나 시료의 검사건 수가 많지 않아 대표성이 있다고 하기에는 부족함이 있다.

건조채소류 원산지별 결과

원산지별 신선채소류는 Table 2, 3에 나타난 것처럼 국산 및 수입산 시료를 구매, 검사하였으며 수입산 34건은 중국산이 29건으로 가장 많고 미얀마산 토란대 4건에 대해 검사하였다. 수입산은 국내산과 달리 건고사리, 건고구마대, 건토란대와 같은 엽경채류가 16건으로 가장 많은 검사가 이루어졌으며 버섯류가 9건으로 많이 검사되었다. 수입산 건조채소류의 잔류농약 검출률이 국내산보다 높을거라는 예상과 달리 수입산 건조채소류에서는 잔류농약 검출이 1건도 없었다.

건조채소류 중 검출농약별 결과

건조채소류 중 검출된 잔류농약 21종을 Fig. 2에 나타내었다. 검출된 농약은 methoxyfenozide가 8건, pyraclostrobin이 7건, Chlorantranilprole이 4건, azoxystrobin이 4건, novaluron이 3건, trifloxystrobin이 3건, teflubenzuron이 2건, pyributicarb가 2건, chlorpyrifos가 2건, boscalid가 2건이며 그 외 chlorfenapyr, lufenuron, myclobutanil, pyridalyl, pyrip-

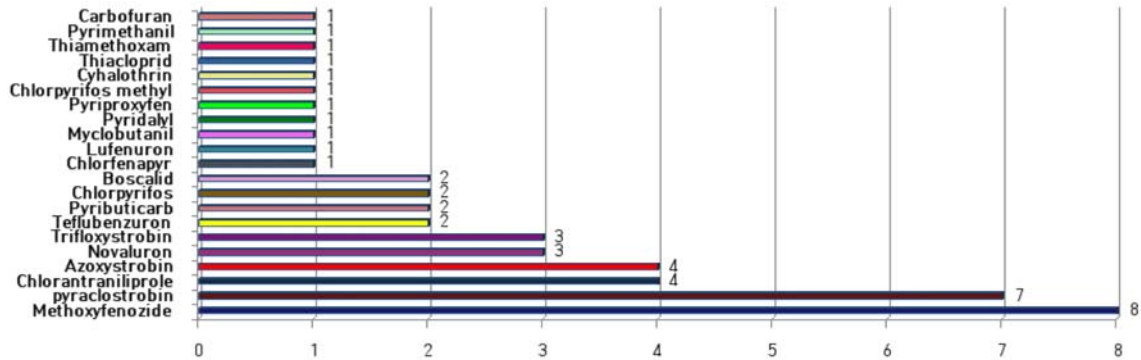


Fig. 2. Number of pesticide residues detected in dried agricultural products.

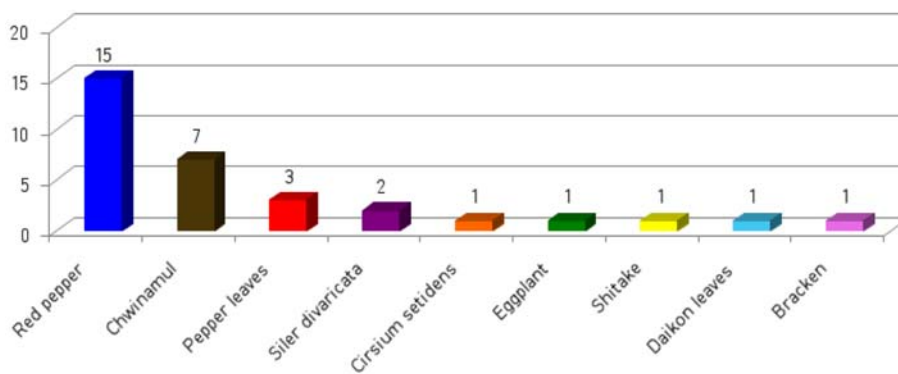


Fig. 3. Number of detected dried agricultural products.

Table 8. Moisture content of 200 dried agricultural products

Sample (Dried)	Moisture ¹⁾ (%, fresh, raw)	Moisture (%, dried)	Sample (Dried)	Moisture ^{a)} (%, fresh, raw)	Moisture (%, dried)
Eggplant	94.6	10.79-11.62	Slices of daikon	93.7	9.69-15.49
Sweet potato stem	91.1	9.77-16.17	Daikon leaves	93.0	9.98-15.23
Bracken	93.0	9.33-12.52	Siler divaricata	86.6	9.82-10.69
Red pepper	84.6	8.65-12.71	Bujigaengi	14.2	12.85
Gomchwi	90.0	11.52	Balsam apple	96.2	9.62
Perilla leaf	95.1	9.98	Rape	89.9	11.25
Jujube	73.6	21.57-27.02	Chwinamul	82.7	8.65-12.22
Deodeok leaf	76.7	11.71	Taro stem	93.0	9.55-14.21
Balloon flower	77.8	10.07	Shitake	90.8	8.51-10.20
Tree ear	94.1	9.56-15.79	Pumpkin	93.0	9.02-13.96

a): 농업진흥청 국립농업과학원 농식품종합정보시스템 국가표준식품성분표 참조
국립농업과학원 (National Institute of Agricultural Sciences)

roxyfen, chlorpyrifos methyl, cyhalothrin, thiacloprid, thiamethoxam, pyrimethanil, carbofuran 이 각 1건 검출되었다 (Table 11). Kim 등(2007)은 건조고춧잎에서 cypermethrin 이 검출되는 등 건조농산물에서 cypermethrin, endosulfan과 같은 내분비계 장애추정물질이 검출되었다고 보고하였으나 본 조사에서는 검출되지 않았다.

methoxyfenozide는 취나물, 고추, 고춧잎, 곤드레나물, 방풍나물 등 여러 종류의 건조농산물에서 검출되었으며, azoxystrobin은 취나물, 고추, 고춧잎 3가지에서 검출되었고 pyraclostrobin, boscalid, chlorpyrifos methyl, cyhalothrin, thiacloprid, thiamethoxam은 고추에서만 검출되었으며, chlorfenapyr, lufenuron, myclobutanil, pyriproxyfen은 취

Table 9. Number of residual pesticides in dried agricultural products

Group	No.of analysis	No.of detection	Commodity	Pesticide
Leafy vegetables	18	7	Chwinamul	Methoxyfenozide
				Chlorantraniliprole
				Azoxystrobin
				Pyriproxyfen
				Lufenuron
				Novaluron
				Chlorpyrifos
	5	2	Siler divaricata	Teflubenzuron
				Pyributicarb
	12	1	Daikon leaves	Chlorpyrifos
				Methoxyfenozide
	6	3	Pepper leaves	Pyridalyl
				Azoxystrobin
6	1	Cirsium setidens	Methoxyfenozide	
Fruits vegetables	21	15	Red pepper	Pyraclostrobin
				Novaluron
				Boscalid
				Methoxyfenozide
				Chlorantraniliprole
				Azoxystrobin
				Thiacloprid
	9	1	Eggplant	Thiamethoxam
				Cyhalothrin
	16	1	Bracken	Chlorpyrifos Methyl
				Trifloxystrobin
	11	1	Shitake	Azoxystrobin
				Pyrimethanil
16	1	Bracken	Cabofuran	
11	1	Shitake	Trifloxystrobin	

나물에서만 검출되었다. 특히 pyraclostrobin은 고추에서만 7번이나 검출되어 고추 재배과정에서 빈번하게 사용되는 농약으로 생각된다. 고추에서 여러 농약이 동시에 검출되는 주된 이유는 건고추가 일정한 수확기 동안 연속적으로 수확하는 연속수확작물로서 잔류되는 농약의 종류가 다양하고 검출율이 높다고 보고하고 있다(Jung et al. 2012).

methoxyfenozide는 benzoylhydrazide insecticide로서 저독성이고 생태독성 III급이며 취나물과 고추에 사용가능한 것으로 되어 있으나 농민들은 적용작물과 관계없이 두루 사용하고 있음을 알 수 있었다. pyraclostrobin은 스트로빌루린

계 살균제(strobilurin fungicide)로서 저독성, 생태독성 I급이며 다른 스트로빌루린계 살균제에 비해 약해가 상당히 적은 것으로 알려져 있다. 사용하는 작물은 대부분 과채류가 많으며 검출 또한 과채류인 고추에서만 검출되었다. Chlorantraniliprole은 저독성이며 취나물과 고추에서 검출되었고, azoxystrobin은 strobilurin계, 저독성, 어독성급II의 살균제로서 넓은 살균 spectrum 을 가지며 저농도에서도 뛰어난 살균력을 발휘하여 약제 살포 후에도 잎이나 과실에 약흔이 남지 않아 많이 사용되고 있는 농약이다(Park et al. 2015). novaluron은 benzoylurea계 살충제, 저독성, 생태독성III급의

Table 10. Detected Pesticide found in the dried agricultural products

Name of the samples	No.of detected	Detected pesticide	Detection range (mg/kg)	MRLs (mg/kg)	Criteria	Result
Red Pepper	7	Pyraclostrobin	0.45~4.55	3.0	Pepper	Not suitable
	2	Novaluron	0.07~1.03	4.12~4.55	Modified	Suitable
	2	Boscalid	0.15~0.58	17.35~17.61	Modified	Suitable
	2	Methoxyfenozide	0.29~0.30	5.0	Pepper	Suitable
	2	Chlorantranilprole	0.24~0.34	5.79	Modified	Suitable
	2	Azoxystrobin	0.39~0.41	7.0	Pepper	Suitable
	1	Thiacloprid	0.28	5.79	Modified	Suitable
	1	Thiamethoxam	0.15	5.78	Modified	Suitable
	1	Cyhalothrin	1.76	2.0	Pepper	Suitable
	1	Chlorpyrifos methyl	0.95	10	Pepper (codex)	Suitable
	2	Trifloxystrobin	0.28~0.39	12	Pepper	Suitable
Chwinamul	7	Methoxyfenozide	0.25~1.62	101.58~104	Modified	Suitable
	2	Chlorantranilprole	0.21~1.81	35.55~35.63	Modified	Suitable
	1	Azoxystrobin	3.44	15.24	Modified	Suitable
	1	Pyriproxyfen	0.23	1.02	Modified	Suitable
	1	Lufenuron	0.79	1.05	Modified	Suitable
	1	Novaluron	0.24	24.96	Modified	Suitable
	1	Chlorpyrifos	0.98	0.05	Modified	Not suitable
	1	Teflubenzuron	0.38	5.09	Modified	Suitable
	1	Chlorfenapyr	9.15	15.84	Modified	Suitable
	1	Myclobutanil	9.26	10.56	Modified	Suitable
Pepper leaves	3	Methoxyfenozide	0.16~2.60	98	Modified	Suitable
	1	Pyridalyl	38.26	0.25	Modified	Not suitable
daikon leaves	1	Azoxystrobin	0.82	24.61	Modified	Suitable
	1	Chlorpyrifos	1.49	0.13	Modified	Not suitable
Siler divaricata	1	Methoxyfenozide	0.07	135	Modified	Suitable
	1	Teflubenzuron	0.28	6.73	Modified	Suitable
Cirsium setidens	2	Pyributicarb	0.08~0.09	0.33~0.34	Modified	Suitable
	1	Methoxyfenozide	0.64	104	Modified	Suitable
Eggplant	1	Pyrimethanil	0.92	32.95	Modified	Suitable
Bracken	1	Cabofuran	0.15	6.32	Modified	Suitable
Shitake	1	Trifloxystrobin	0.11	2.0	Modified	Suitable

곤충생장조절제이며 취나물과 고추에서 검출되었다. trifloxystrobin은 oximinoacetate계, fungicide이며 고추와 표고버섯에서 검출되었다.

유기인계 농약은 유기염소계에 비해 지속성이 적어 비교적 쉽게 분해되므로 잔류의 위험이 낮은 것에 반해 사람과 가축에 대한 독성이 강하고(Lee et al. 2010) 생산물에 대해 높은 가격이 형성된다는 단점이 있다(Lee et al. 2011). 검출된 성분은 chlorpyrifos와 chlorpyrifos methyl이며 chlorpyrifos는 3급 보통독성, 어독성 1급 농약으로 물에 잘 녹지 않는 무색 또는 흰색의 결정형태이며 chlorpyrifos는 바퀴와 모기 같은 가정내 곤충들을 방제하기 위하여 사용되는 등 위생을

위한 목적으로도 사용되어 왔으며, 몇몇 제제는 토양중에 서식하는 병해충 방제용으로 효과적이며(Ken Hassel. 1991) 곡물, 과일 및 채소 등의 작물에 대해서도 사용된다. chlorpyrifos는 건고추에 기준이 설정되어 있을 뿐 건취나물과 무시래기에는 사용이 등록되지 않은 농약으로 건취나물에서 0.98 mg/kg 검출되었으며 이는 생물인 시금치 농약 잔류허용기준 0.01 mg/kg을 기타 미설정 건조농산물 기준적용방법으로 계산한 잠정기준 0.05 mg/kg을 초과한 값이며, 무시래기에서는 1.49 mg/kg 검출되었으며 이는 생물인 시금치 농약 잔류허용기준 0.01 mg/kg을 기타 미설정 건조농산물 기준적용방법으로 계산한 잠정기준 0.13 mg/kg을 초과한 값으

Table 11. Number of dried agricultural products in Detected Pesticide

Detected Pesticide	No. of Detection	Sample(Dried)
Methoxyfenozide	8	Chwinam12, Red pepper2, Pepper leaf3, Cirsium setidens2, Siler divaricata1
pyraclostrobin	7	Red pepper7
Chlorantraniliprole	4	Chwinam12, Red pepper2
Azoxystrobin	4	Chwinam11, Red pepper2, Pepper leaf1
Novaluron	3	Chwinam11, Red pepper2
Trifloxystrobin	3	Red pepper2, Shitake1
Teflubenzuron	2	Chwinam11, Siler divaricata1
Pyributicarb	2	Siler divaricata2
Chlorpyrifos	2	Chwinam11, Daikon leaf1
Boscalid	2	Red pepper2
Chlorfenapyr	1	Chwinam11
Lufenuron	1	Chwinam11
Myclobutanil	1	Chwinam11
Pyridalyl	1	Pepper leaf1
Pyriproxyfen	1	Chwinam11
Chlorpyrifos methyl	1	Red pepper1
Cyhalothrin	1	Red pepper1
Thiacloprid	1	Red pepper1
Thiamethoxam	1	Red pepper1
Pyrimethanil	1	Eggplant1
Carbofuran	1	Braken1

로 상당히 높은 농도로 잔류허용기준을 초과하였다. chlorpyrifos methyl은 검출된 농약 중 CODEX에 기준이 설정된 유일한 농약으로 건고추에 대한 MRL 10 mg/kg에 0.95 mg/kg 검출되었다.

검출된 농약의 제품 급성독성이 높은 정도를 비교해 보면 모두 저독성 또는 보통독성이었으며 carbofuran, chlorfenapyr, chlorpyrifos methyl은 보통독성에 해당되었다. 농약사용목적에 따라 분류하면 검출된 살충제는 cyhalothrin, chlorantraniliprole, thiamethoxam, novaluron, methoxyfenozide, teflubenzuron, thiacloprid, pyriproxyfen, chlorpyrifos, pyridalyl이며, 살균제는 pyributicarb, myclobutanil, trifloxystrobin, pyrimethanil, boscalid, azoxystrobin, pyraclostrobin이며 살응애제는 chlorfenapyr, chlorpyrifos methyl, lufenuron이고 살선충제는 carbofuran로 살충제 10종, 살균제 7종, 살응애제 3종, 살선충제 1회가 검출되었으며 살충제와 살균제가 주로 검출되었다.

건조채소류 잔류농약 부적합

건조채소류 중 잔류허용기준(MRL)을 초과한 농산물은, 잔류농약이 검출된 농산물 31건 중 4건(12.9%)으로 나타났다(Table 12). 건고추에서는 pyraclostrobin이 4.5 mg/kg이 검출되었고, 이는 건고추의 잔류허용기준인 3.0 mg/kg을 초과하였다. 건취나물에서는 chlorpyrifos가 0.98 mg/kg이 검

출되었으며, 생물 엽채류의 최저기준인 0.01 mg/kg에 건취나물의 수분함량을 보정하여 환산한 잠정기준인 0.05 mg/kg에 비해 20배에 가까이 초과되어 검출됨을 알 수 있었다. 건고추잎에서는 pyridalyl이 38.26 mg/kg이 검출되었다. 이것 역시 chlorpyrifos와 마찬가지로 고추잎의 기준이 없어 생물 엽채류의 pyridalyl 최저기준인 0.05 mg/kg에 건고추잎의 수분함량을 보정하여 환산한 값인 0.25 mg/kg을 잠정기준으로 보면 약 153배 정도가 초과되었다. 무시래기는 chlorpyrifos가 1.49 mg/kg이 검출되어 생물 엽채류의 최저기준과 무시래기의 수분함량을 보정하여 얻은 잠정기준인 0.13 mg/kg과 비교해 보면 11배 이상으로 초과하여 검출되었다(Table 8).

잔류농약이 건고추 21건 중 15건으로 검출이 가장 많았으며 잔류허용기준을 초과한 농약 1건이 검출되었다. 한국농촌경제연구원 농업관측정보센터 소비자결과(2004) 우리나라 국민은 세계에서 1인당 소비량이 가장 많은 양념으로 고춧가루를 소비하고 있다(Jung et al., 2012). Kim 등(2006)은 풋고추와 홍고추, 건고추, 고춧가루의 농약잔류 실태 결과 잔류허용기준 초과 건수가 풋고추는 30.0%, 홍고추는 11.1%, 건고추는 66.7%, 고춧가루는 87.5%로 건고추와 고춧가루에서 잔류허용기준 초과율이 높았는데 이는 건고추와 고춧가루는 건조과정 중 수분이 제거되면서 무게가 감소하여 상대적으로 잔류농도가 증가한다고 추정하였다. 또한 Hong 등(2011)은 유통중인 고춧가루에서 잔류농약허용기준

을 초과하여 부적합인 고춧가루는 3건으로 부적합률은 2.9%이며 chlorpyrifos, dicloran, cypermethrin, profenofos, fenitrothion, hexaconazole, diazinon, procymidone이 검출되었다고 보고하였으며 이에 대해 여름철 장마를 거치면서 고온 다습해진 기후 때문에 고추에 탄저병, 역병 등이 많이 발생하는 시기에 이를 방지하기 위해 농약사용량이 늘어났을 가능성을 제기했다. 건고추 뿐 아니라 모든 건조채소류의 잔류농약은 신선채소류의 잔류농약보다 건조로 인한 수분 감소함에 따라 농약잔류량이 증가하는 것으로 판단된다.

본 연구에서 건조채소류 중 검출된 농약 대부분은 기준이 설정되어 있지 않아 잔류농약 잠정기준 적용에 어려움이 있었다. 이에 따라 유사 농산물의 최소기준을 적용하면서 각 품목별 수분함량을 적용하거나 측정해 보정값을 비교해야만 했다. 농약보호제지침서에 따라 농산물별로 사용가능한 적정 농약을 선택하고 살포해야 하는 것이 올바른 방법이나 실제로는 사용 등록이 되지 않은 농약 성분이 빈번히 검출되었다(Kang et al., 2015) 이에 대한 개선사항으로 건조채소류도 신선채소류처럼 잔류농약별 잔류허용기준에 대한 보완 및 추가 설정이 이루어져야 한다고 생각된다.

우리나라는 2006년 1월부터 신선채소류에 대해서 농산물 생산 이력제(traceability system)를 실시하고 있다. 농산물관리법에서 “농산물이력추적관리”란 농산물을 생산단계부터 판매단계까지 각 단계별로 정보를 기록, 관리하여 해당 농산물의 안전성 등에 문제가 발생할 경우 해당 농산물을 추적하여 원인규명 및 필요한 조치를 할 수 있도록 관리하는 것이라 정의하고 있다. 농산물이력추적관리는 첫째, 농산물에 대한 체계적인 관리를 통해 농산물의 안전성 확보와 신뢰성 향상으로 우리 농산물의 국제경쟁력 강화, 둘째, 유통 중인 농산물에 문제발생시 추적을 통한 신속한 원인 규명과 해당 농산물의 회수, 셋째, 농산물에 대한 생산·유통·판매 단계의 정확한 정보를 제공함으로써 소비자의 알권리 충족을 목적으로 한다.

그러나 건조채소류 200건에 대한 잔류농약 잔류실태 조사를 실시한 결과 4건의 건조채소류에서 농약의 잔류허용기준을 초과하여 부적합 건조채소류에 대한 생산자 및 생산지를 파악하였으나 신선채소류와 달리 많은 어려움이 있었다. 신선채소류 뿐 아니라 건조채소류에 대해서도 생산이력제를 도입하여 생산자 및 유통·판매에 대한 제도 개선이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 광주광역시보건환경연구원 2016년도 연구사업의 지원으로 수행하였습니다.

Literature Cited

- Park, K. S., J. H. Choi, J. H. Suh, S. G. Kim, H. K. Lee and J. H. Shim (2009) Studies on the Processing Factors of Pesticide in Dried Carrot from Field Trial and Dipping Test, *The Korean Journal of Pesticide Science* 13:209-215.
- Lee, K. A., S. T. Kang, O. H. Kim, S. K. Park, K. T. Ha, Y. H. Choi, H. B. Jo and B. H. Choi (2010) Analysis on Pesticide Residue in Medicinal Dried Fruits, *The Korean Journal of Pesticide Science* 14:209-218.
- Kim, S. D., B. S. Kim, S. G. Park, M. S. Kim, T. H. Cho, C. H. Han, H. B. Jo and B. H. Choi (2007) A Study of Current Status on pesticide Residues in Commercial Dried Agricultural Products, *KOREAN J. Food Sci. Technol.* 39: 114-121.
- Park, D. W., A. G. Kim, T. s. Kim, Y. S. Yang, G. G. Kim, G. S. Chang, D. R. Ha, E. S. Kim and B. S. Cho (2015) Monitoring and Safety Assessment of Pesticide Residues on Agricultural Products Sold via Online Websites, *The Korean Journal of Pesticide Science* 14:209-218.
- Lee, M. J., M. G. Kim, H. R. Jeong, H. J. Yun, N. Y. Kim, H. T. Kim, C. Y. Kim, W. H. Lee and M. H. Yoon (2011) Residual Pesticides in Dried Agricultural Products Collected from Gyeonggi Province, *The Korean Journal of Pesticide Science* 15:238-245.
- Kim, G. I., H. T. Kim and K. S. Gyung (2006) Monitoring of pesticide residues in peppers from farmgate and pepper powder from wholesale market in chungbuk area and their risk assessment, *The Korean Journal of Pesticide Science* 10:15-21.
- Jung, Y. J., M. N. Eom, I. H. Heong, J. S. Son, K. A. Kim and S. W. Shin (2012) Removal effect of residual pesticides in red pepper powder by UV irradiation, *The Korean Journal of Pesticide Science* 16:145-150.
- Jo, S. a., E. H. Kim, K. S. Kim, J. H. Kim and S. G. Park (2009) Change of the Concentration of Pesticide Residues in Pepper Powder by Storage Temperature and Storage Period, *The Korean Journal of Pesticide Science* 13:127-132.
- National Agricultural Products Quality Management Service (2009) press release.
- Ministry of Food and Drug Safety (2016a) Korean Food Standard Codex.
- Ministry of Food and Drug Safety (2016b) Pesticide MRLs in Food.
- Yu, I. S., S. K. Park, Y. H. Choi, H. J. Seung, H. J. Jung and S. H. Han, (2012) Monitoring of Pesticide Residues in Dried Medicinal Plants used of Food Materials, *Journal of Food Hygiene and Safety* 27:224-232.
- Hong, H. G., S. W. Shin, K. C. Kim, I. H. Jeong and K. A. Kim (2011) Report of Gyeonggi Province Institute Health & Environment 24:95-102.
- K. A. Hassell (1991) *The Biochemistry and Uses of Pesticides*, Macmillan Press, Basingstoke, U.K.

Jeong, Y. H., J. H. Kim, Y. D. Lee, C. H. Ihm and J. H. Hur,
Choishin Nongyakhak (Latest pesticides). Sigmappress,
Seoul, Korea, 2005, 19
Kang, N. S., S. C. Kim, Y. J. Kang, D. H. Kim, J. W. Jang, S. R.

Won and J. H. Hyun (2015) Monitoring and Exposure
Assessment of Pesticide Residues in Domestic Agricultural
Products The Korean Journal of Pesticide Science 19:32-40.

건조채소류의 잔류농약 실태 조사

강경리* · 문수진 · 김광곤 · 양용식 · 이세미 · 최은아 · 하동룡 · 김은선 · 조배식

광주광역시 보건환경연구원

요 약 본 연구에서는 2016년 1월부터 11월까지 광주광역시에 위치한 양동시장 등 7곳의 재래시장과 4곳의 대형 마트, 8곳의 온라인 쇼핑몰 등에서 총 200건의 건조채소류를 구매하여 이에 대한 잔류농약 실태를 조사하였다. 이 중 국내산은 166건, 수입산은 34건이었다. 수입산은 중국 29건, 미얀마 4건, 베트남 1건이었다. 건조농산물을 식품원재료의 형태로 분류해보면 국내산은 과채류 44건, 엽경채류 45건, 엽채류 55건, 근채류 14건, 핵과류 6건, 버섯류 2건이며 수입산은 과채류 3건, 엽경채류 16건, 엽채류 5건, 근채류 1건, 버섯류 9건이며 품목별로는 건토란대 23건, 건고구마대 22건, 건고추 21건, 건취나물 20건, 건고사리 16건, 무시래기 15건, 건호박 14건, 무말랭이 13건 등 총 23품목이었다. 이를 검사하여 건고추 15건, 건취나물 7건, 건고춧잎 3건, 건방풍나물 2건, 건가지 1건, 건곤드레나물 1건, 무시래기 1건, 건표고버섯 1건, 건고사리 1건 등 총 9품목 32건에서 21종의 농약이 검출되었다. 또한 건조채소류 4품목이 잔류허용기준을 초과하였으며(부적합률 2.0%) 건고추에서 pyraclostrobin이 4.5 mg/kg (MRL 3.0), 건취나물에서 chlorpyrifos가 0.98 mg/kg (MRL 0.05), 건고춧잎에서 pyridalyl이 38.26 mg/kg (MRL 0.25), 무시래기에서 chlorpyrifos가 1.49 mg/kg (MRL 0.13)으로 기준을 초과하였다.

색인어 건조채소류, 실태 조사, 잔류허용기준, 농약