



광주지역 유통 건고추와 고춧가루 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가

이민규* · 강경리 · 김태순 · 양용식 · 김선경 · 이다빈 · 김성수 · 서계원 · 조영관 · 김진희

광주광역시보건환경연구원

Monitoring and Risk Assessment of Pesticide Residues in Dried Pepper and Pepper Powder in Gwangju

Mingyou Lee*, Gyungri Gang, Taesun Kim, Yongshik Yang, Sungyoung Kim, Davin Lee, Sungsu Kim, Kyewon Seo, Yonggwon Cho and Jinhee Kim

Health and Environment Research Institute of Gwangju city, Korea

(Received on February 8, 2019. Revised on March 3, 2019. Accepted on March 6, 2019)

Abstract This study was conducted to monitor residual pesticides of dried pepper and pepper powder distributed in Gwangju from 2017 to 2018 and to assess their human risk potentials (%ADI) by calculating percent ratio of acceptable daily intake (ADI) to estimated daily intake (EDI). Multi-residue analysis of 208 pesticides was conducted using gas chromatography- (GC-MS/MS) and liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). Of total 131 pepper samples analyzed, 116 (88.5%) contained residues of 52 pesticides, and only one dried pepper sample (0.8%) exceeded the maximum residual limit (MRL) for chlorpyrifos. Among the 116 samples that pesticides were detected, 108 samples (93%) had their residual concentrations at the level of <70% of MRL values of each pesticide established for dried peppers. The most frequently-detected pesticide was indoxacarb, followed by pyraclostrobin, chlorpyrifos, chlorantranilprole, flonicamid and pyridalyl. For the pesticides-detected samples, %ADI values were 0.00003~1.14231, indicating that the detected pesticide residues in dried peppers and pepper powder being distributed in Gwangju were in safe levels.

Key words Dried pepper, pepper powder, pesticide residue, risk assessment

서 론

농약은 농업생산성의 양적 증대와 안정적 생산 및 공급에 많은 기여를 했다. 농촌의 노동력이 지속적으로 감소하는데 반해 농산물을 소비하는 소비자는 증가하였고, 질적으로 우수한 농산물을 요구하고 있어 농약 사용의 중요성은 더욱 높아지고 있다(Jung et al., 2004). 반면 농산물에 농약이 잔류하여 이를 섭취하는 인간에게 위해를 끼칠 가능성도 배제할 수 없기 때문에 지속적인 잔류농약 모니터링이 필요하며, 농산물 섭취에 따른 인체 내 흡수 농약에 대한 지속적인 안전성 평가가 필요하다(Noh et al., 2010).

이에 따라 다양한 농약성분을 한번에 분석 할 수 있는 다

중농약다성분 분석법을 이용한 농산물의 잔류농약 안전성 평가가 수행되고 있고(Kim et al., 2013; Kim et al., 2015), 1인 일일 섭취추정량(EDI, Estimated Daily Intake; mg/kg b.w/day)과 1인 일일 섭취허용량(ADI, Acceptable Daily Intake; mg/kg b.w/day)의 비인 %ADI를 이용한 위해도 평가도 지속적으로 이루어 지고 있다(Han et al., 2012; Park et al., 2015).

농산물의 풍미, 저장성, 이동성 그리고 가공성을 향상 시키기 위해서, 수분함량을 감소시키는 가공과정을 거친 건조 농산물은 부피 대비 무게는 감소한다. 따라서 건조 농산물과 건조가공을 거치지 않은 농산물이 같은 무게로 소비될 경우 잔류농약 양은 건조농산물에서 더 높게 나타날 수 있다. 실제로 Lee 등(2011)이 경기도내 유통 건조농산물의 잔류농약 실태를 조사한 결과 건조과정을 거친 농산물은 약 24%의 잔류농약 검출률을 보인데 비해 Yang 등(2017)이

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

2014년~2016년까지 광주지역 도매시장 반입 농산물의 잔류농약 실태를 조사한 결과 건조가공과정을 거치지 않은 농산물의 경우 약 11%의 잔류농약 검출률을 보여 건조농산물이 건조과정을 거치지 않은 농산물에 비해 잔류농약 검출률이 2.5배 더 높았다. 특히, 한국인들이 주로 건조하여 섭취하는 건고추에서 잔류농약 검출률은 71% (Gang et al., 2017)로 다른 건조 농산물과 비교하여도 상당히 높다. 또한, 우리나라 국민이 가장 많이 소비하는 조미료인 고춧가루에(Korea Rural Economic Institute-Trends in agriculture and rural economy, 2013) 농약잔류허용기준(MRL; Maximum Residue Limit, Ministry of Food and Drug Safety-Korea food code, 2018) 수는 33개로 고추에 사용이 허가된 농약 수 216개에 비해 적은 수준이고, MRL이 설정 되어있지 않은 농약은 가공하지 않은 고추에 대한 MRL의 7배를 건고추에 대한 MRL로 설정하고 있는 실정이다. 따라서 시중에 유통되는 건고추 및 고춧가루 중 잔류농약의 안전성을 확보하기 위해 지속적인 잔류농약 모니터링과 위해성 평가 연구들이 진행되어야 한다.

본 연구에서는 우리나라 건고추 생산량의 대부분을 차지하고 있는 광주광역시(Korean Statistical Information Service-Vegetable production, 2018) 지역에서 판매 및 소비되고 있는 건고추와 고춧가루에 대해 잔류농약 모니터링을 실시하고, 가장 빈번히 검출되는 농약들에 대한 %ADI 산출 값에 근거한 위해성을 평가하였다.

재료 및 방법

농산물 시료 채취

2017년 9월부터 2018년 8월까지 광주광역시내 농산물도매시장 2곳, 재래시장 6곳 그리고 소매유통매장 10곳에서 유통되고 있는 건고추 95개 및 고춧가루 36개 시료를 1 kg 이상 수거하여 조사하였고 실험대상의 형태, 원산지 그리고 수거장소는 Table 1에 나타내었다.

분석대상 농약 및 시약

분석대상 농약은 식품공전 시험법 다중농약다성분 분석법(제2법)으로 분석이 가능한 농약(MFDS-Korea food code, 2018) 중 208종의 농약을 선정하여 검사하였고 208종의 농약과 농약 인증표준물질의 순도(%)는 Table 2에 제시하였

다. 농약 표준품은 Dr. Ehrenstorfer사(Wesel, Germany)와 Wako사(Hirono, Japan)제품을 사용하였고, acetonitrile, acetone, n-hexane, dichloromethane, sodium chloride는 Merck 사(Darmstadt, Germany)로부터 구입하여 사용하였다. Florisil (Strata, 500 mg/6 mL) 및 aminopropyl (Strata, 1 g/6 mL) solid phase extraction 카트리지는 Phenomenex사(Torrance, California, USA)의 제품을 사용하였다.

시료의 추출 및 정제

시료를 식품공전 시험법 다중농약다성분 분석법(제2법)의 아세토니트릴 추출법으로 추출하였다(MFDS-Korea food code, 2018). 추출 전 건고추는 꼭지를 제거하고 약 500 g을 분쇄기(Blixer 5 A plus, Bourgogne, France)를 이용하여 고춧가루 형태로 분쇄 후 시료로 사용하였다. 건고추 및 고춧가루 시료 10 g을 정밀하게 취한 후 증류수 50 mL를 넣어 2 시간 방치한 후 acetonitrile 100 mL를 넣고 3분간 70~100 RPM의 속도로 혼합추출분쇄기(SMT PROCESS Homogenizer, Tokyo, JAPAN)를 이용하여 균질화 하였다. 이를 여과지와 부호너 깔때기를 사용하여 감압 여과하고 여액을 NaCl 10~15 g이 들어있는 용기에 넣고 5분간 흔들어서 섞었다. 약 1시간 정치하여 acetonitrile과 물 층이 완전히 분리되게 한 후, 상등액 10 mL를 취하여 40°C 이하의 수욕상에서 감압 농축하였다.

시료의 정제는 식품공전 시험법 다중농약다성분 분석법(제2법)의 2)정제 가)기체크로마토그래프 측정 농약 정제방법과, 나)액체크로마토그래프 측정 농약 정제방법으로 정제하였다(MFDS-Korea food code, 2018). 기체크로마토그래프 측정 농약 정제는 미리 florisil 카트리지에 n-hexane 5 mL를 2~3 방울/초의 속도로 유출하여 버리고 20% acetone 함유 n-hexane 5 mL를 같은 방법으로 유출하여 버렸다. 이어서 20% acetone 함유 n-hexane 4 mL에 녹인 액을 카트리지 상단에 넣고 초당 1~2 방울 정도의 속도로 유출시켜 시험관에 받는다. 다시 카트리지에 용매에 젖어 있는 상태에서 20% acetone 함유 n-hexane 5 mL를 용출하여 동일 시험관에 모은다. 용출액을 40°C 수욕상에서 공기를 낮은 유속으로 통과시키면서 용매를 날려보냈다. 액체크로마토그래프 측정 농약 정제는 미리 aminopropyl 카트리지에 dichloromethane 5 mL를 2~3 방울/초의 속도로 유출하여 버린 후 1% methanol 함유 dichloromethane 4 mL에 녹인 액을 카트리지

Table 1. Detailed distribution of samples investigated

Type of sample	Origin	Wholesale market	Traditional market	Retail market
Dried pepper	Domestic	25	49	15
	Imported (China)	0	5	1
Pepper powder	Domestic	3	18	10
	Imported (China)	0	5	0

Table 2. List of selected pesticides used in this study (Purity of certified reference materials; CRM)

Acetamiprid (99.1%)	Fenarimol (99.0%)	Oxaziclomefone (100.0%)
Acrinathrin (94.6%)	Fenazaquin (100.0%)	Paclobutrazol (100.0%)
Aldicarb (100.0%)	Fenbuconazole (99.9%)	Parathion (99.6%)
Aldrin (97.6%)	Fenhexamid (99.6%)	Parathion-Methyl (99.9%)
Amisulbrom (98.4%)	Fenitrothion (98.0%)	Penconazole (96.6%)
Anilofos (100.0%)	Fenobucarb (97.0%)	Pendimethalin (100.0%)
Azinphos-methyl (100.0%)	Fenothiocarb (100.0%)	Pentoxazone (100.0%)
Azoxystrobin (100.0%)	Fenoxanil (99.9%)	Permethrin (99.0%)
Bendiocarb (99.0%)	Fenoxycarb (98.8%)	PhenthoatePAP (100.0%)
Benzoximate (100.0%)	Fenpropathrin (99.9%)	Phosalone (99.8%)
BHC (98.0%)	Fenpyroximate (98.0%)	Phosmet (95.5%)
Bifenthrin (99.7%)	Fenthion (98.4%)	Phosphamidone (95.5%)
Boscalid (95.5%)	Fenvalerate (99.9%)	Picoxystrobin (100.0%)
Bromacil (97.7%)	Ferimzone (100.0%)	Pirimicarb (99.5%)
Bromopropylate (100.0%)	Fipronil (98.1%)	Pirimiphos-ethyl (99.9%)
Bupirimate (94.5%)	Flonicamid (96.9%)	Pirimiphos-methyl (99.1%)
Cadusafos (98.2%)	Fluacrypyrim (100.0%)	Probenazole (95.1%)
Captafol (100.0%)	Fluazinam (99.1%)	Prochloraz (99.4%)
Captan (99.0%)	Fludioxonil (100.0%)	Procymidone (98.3%)
Carbaryl : NAC (97.0%)	Flufenacet (99.9%)	Profenofos (99.6%)
Carbofuran (99.9%)	Flufenoxuron (96.2%)	Propisochlor (99.9%)
Carbophenothion (98.7%)	Flumioxazine (99.3%)	Propoxur (99.9%)
Chinomethionate (99.8%)	Fluquinconazole (98.8%)	Prothiofos (98.8%)
Chlordane (99.7%)	Flusilazole (98.5%)	Pyraclufos (100.0%)
Chlorfenapyr (98.3%)	Flusulfamide (100.0%)	Pyraclostrobin (99.5%)
Chlorobenzilate (100.0%)	Flutolanil (99.9%)	Pyrazolate (100.0%)
Chlorothalonil (98.9%)	Fluvalinate (98.0%)	Pyrazophos (100.0%)
Chlorpyrifos (97.7%)	Folpet (100.0%)	Pyribenzoxim (98.9%)
Chlorpyrifos-methyl (100.0%)	Forchlorfenuron (99.7%)	Pyributicarb (99.9%)
Choranthraniliprole (97.5%)	Fosthiazate (97.4%)	Pyridaben (100.0%)
Chromafenozide (99.8%)	Fthalide (100.0%)	Pyridalyl (99.7%)
Cinosulfuron (100.0%)	Furathiocarb (99.9%)	Pyrimethanil (100.0%)
Clothianidin (96.5%)	Heptachlor (99.9%)	Pyrimidifen (100.0%)
Cyazofamid (98.1%)	Hexaflumuron (100.0%)	Pyriminobac-methyl (100.0%)
Cyflufenamid (99.8%)	Imazalil (99.9%)	Pyriproxyfen (100.0%)
Cyfluthrin (99.8%)	Imibenconazole (99.6%)	Pyroquilon (98.3%)
Cyhalothrin (99.9%)	Indanofan (99.5%)	Quinalphos (100.0%)
Cymoxanil (100.0%)	Indoxacarb (96.9%)	Quinoclamine (99.2%)
Cypermethrin (97.1%)	Iprobenfos (100.0%)	Quintozene (99.8%)
Cyproconazole (100.0%)	Iprodione (98.6%)	Simeconazole (99.5%)
Cyprodinil (100.0%)	Iprovalicarb (97.6%)	Spirodiclofen (100.0%)
DDT (97.7%)	Isazofos (99.7%)	Tebufenozide (100.0%)
Deltamethrin (100.0%)	Isofenphos (99.9%)	Tebufenpyrad (98.3%)
Diazinon (100.0%)	Isoprocab (100.0%)	Tebupirimfos (98.0%)
Dichlofluanid (100.0%)	Isoprothiolane (100.0%)	Teflubenzuron (97.6%)
Dichlorvos (100.0%)	Kresoxim-methyl (95.0%)	Tefluthrin (92.0%)

Table 2. continued

Dicloran (100.0%)	Lufenuron (98.5%)	Terbufos (97.3%)
Dicofol (99.9%)	Malathion (97.9%)	Terbutylazine (99.0%)
Diethofencarb (100.0%)	Mecarbam (97.5%)	Tetradifon (99.8%)
Dimepiperate (99.6%)	Mefenacet (100.0%)	Thenylchlor (100.0%)
Dimethenamid (99.6%)	Mepanipyrin (100.0%)	Thiacloprid (98.6%)
Dimethoate (98.8%)	Mepronil (100.0%)	Thiamethoxam (100.0%)
Dimethomorph (98.0%)	Metconazole (98.8%)	Thiazopyr (100.0%)
Dimethylvinphos (99.9%)	Methabenzthiazuron (100.0%)	Thifluzamide (99.7%)
Diniconazole (98.7%)	Methidathion (98.3%)	Thiodicarb (99.3%)
Diphenamid (100.0%)	Methiocarb (99.9%)	Thiometon (54.8%)
Diphenylamine (100.0%)	Methomyl (100.0%)	Tiadinil (100.0%)
Dithiopyr (99.9%)	Methoxychlor (98.9%)	Tolclofos-methyl (97.2%)
Edifenphos (99.7%)	Methoxyfenozide (98.0%)	Tolyfluanid (100.0%)
Endosulfan (98.6%)	Metolcarb (98.0%)	Tralomethrin (98.0%)
Endrin (97.9%)	Metrafenone (99.9%)	Triadimefon (100.0%)
EPN (99.9%)	Molinate (99.7%)	Triazophos (100.0%)
Esprocarb (99.9%)	Myclobutanil (100.0%)	Tricyclazole (100.0%)
Ethaboxam (100.0%)	Nitrapyrin (99.0%)	Trifloxystrobin (100.0%)
Ethiofencarb (100.0%)	Novaluron (97.0%)	Triflumizole (100.0%)
Ethion (99.8%)	Nuarimol (99.7%)	Triflumuron (99.0%)
Ethoprophos (97.6%)	Ofurace (100.0%)	Uniconazole (99.1%)
Etoxazole (100.0%)	Oxadixyl (99.9%)	Vinclozolin (100.0%)
Etrimfos (65.6%)	Oxamyl (99.9%)	Zoxamide (98.6%)
Fenamidone (100.0%)		

Table 3. Analytical condition for pesticides with GC-MS/MS

Instrument	GC-MS/MS
Inlet Temp ^{a)}	250°C
Oven Temp.	190°C (0 min) → 15°C/min → 220°C (9 min) → 30°C/min → 300°C (6 min)
Detector Temp.	300°C
Column	DB-5MS
Flow rate	1.0 mL/min

^{a)}Temp. : temperature

상단에 넣고 1~2 방울/초의 속도로 용출시켜 시험관에 받는다. 다시 카트리지가 용매에 젖어 있는 상태에서 1% methanol 함유 dichloromethane 7 mL를 유출하여 동일 시험관에 합친다. 유출액은 40°C 수욕상에서 공기를 낮은 유속으로 통과하면서 용매를 날려 보냈다. 정제 후 기체크로마토그래프 분석 대상의 농약 시료는 acetone 2 mL, 액체크로마토그래프 분석 대상의 농약 시료는 70% acetonitrile 2 mL에 용해하여 기기분석에 사용하였다

분석기기

잔류농약 208종에 대한 분석기기는 기체크로마토그래프 질량분석기(Gas chromatography tandem mass spectrometry,

GC-MS/MS, Agilent 7000B, California, USA)로 Table 3의 조건으로 기체크로마토그래프 측정 농약을 분석하였고, 액체크로마토그래프 질량분석기(Liquid chromatography tandem mass spectrometry, LC-MS/MS, Thermo TSQ, Massachusetts, USA)로 Table 4의 조건으로 액체크로마토그래프 측정 농약을 분석하였다.

분석법 검증

회수율은 잔류농약이 검출되지 않은 고춧가루에 시료의 함유량 기준 1.0 mg/kg이 되도록 농약 인증표준물질을 첨가한 뒤 본 연구에서 수행한 분석방법에 따라 3회 반복 시험하여 측정하였다. 적정 회수율 범위는 70~120%, 반복 회수

Table 4. Analytical condition for pesticides with LC-MS/MS

Instrument	LC-MS/MS		
Column	Acquity UPLC-BEH C18 (2.1 × 5 mm, 1.7 μm)		
Flow rate	0.4 mL/min		
Injection volume	1 μL		
Mobile phase	A : 0.1 % Formic acid in 2% Methanol B : 0.1 % Formic acid in Methanol		
	Time (min)	A (%)	B (%)
	0	95	5
	0.2	95	5
Gradient	4	0	100
	4.5	0	100
	4.6	95	5
	6	95	5

을 수치간 변이계수 10% 이하로 하였다. 검출한계(limit of detection, LOD)와 정량한계(limit of quantification, LOQ)는 ICH (International Conference on Harmonization)에서 제시한 산출방법으로 측정하였다.

$$\text{LOD} = 3.3\sigma / S$$

$$\text{LOQ} = 10\sigma / S$$

σ = 측정값 표준편차(The standard deviation of response)

S = 검량선 기울기(The slope of the calibration)

위해성 평가

건고추 및 고춧가루의 위해성평가를 위해 시료에서 검출된 잔류농약의 잔류량과 질병관리본부의 국민건강통계(2015) 중 고춧가루의 일일식품섭취량을 이용하여 농약의 1인 일일 섭취 추정량(EDI, mg/kg b.w/day)을 추정하였고, 이러한 추정치를 식품의약품안전처 식품의 농약잔류허용기준(MFDS-Korea food code, 2018) 중 1인 일일 섭취허용량(ADI, mg/kg b.w/day)과 비교하여 아래 식과 같이 위해도(%ADI)를 산출하였다. 이 때 한국인 평균 체중은 통계청의 시도별 성별 연령별 평균 체중 분포 현황 자료(2017)를 참고하여 65 kg을 기준으로 하였다.

$$\text{위해도}(\% \text{ADI}) = \frac{\text{EDI}}{\text{ADI}} \times 100$$

결과 및 고찰

분석법 검증

각 농약의 회수율, 검출한계 및 정량한계는 Table 5에 나타내었다. 분석 농약의 상관관계는 0.9910~1.0000으로 양호한 직선성을 보였다. 회수율은 75.1~100.6%이고 변이계수는 10% 이하로 본 실험은 적절한 분석법으로 시행한 것으

로 판단된다. 검출한계는 액체크로마토그래프 질량분석기 분석 항목은 0.006~0.019 mg/kg, 기체크로마토그래프 질량분석기 분석 항목은 0.003~0.014 mg/kg 이었다.

시중유통 건고추 및 고춧가루 시료 중 잔류농약 모니터링 결과 건고추 및 고춧가루 131개 시료 중 잔류농약 분석결과는 Table 6과 같다. 전체 시료 중 1건의 시료가 MRL을 초과하여 잔류농약 부적합률은 0.8%를 나타내었고, 116건의 시료에서 잔류농약이 검출되어 잔류농약 검출률은 88.5%를 나타내었다. 부적합된 건고추 시료 1건에서 chlorpyrifos가 2.6 mg/kg 검출되어 MRL인 1.0 mg/kg을 초과하였다. 또한 잔류농약 검출시료 116개 중 한 시료에서 2종 이상의 농약이 검출된 시료가 약 70%를 차지하였다. 건고추와 고춧가루의 원료인 홍고추는 상대적으로 재배하는 기간이 길어 다양한 병·해충에 오랜 기간 노출될 수 있고 이러한 병·해충을 방제하기 위해 여러 종의 농약을 개별 또는 혼합하여 장기간 사용해야 할 수도 있다. 이와 같은 이유로 2종 이상의 농약이 본 연구의 시료에서 빈번히 검출되었을 수도 있다. 건고추 시료 95개 중 MRL을 초과한 1개 시료를 포함한 84개 시료(88.4%)에서 잔류농약이 검출되었고 나머지 11개 시료에서는 잔류농약이 검출되지 않았다. 고춧가루 시료 36개 중 농약 MRL을 초과한 시료는 없었으며, 32개의 시료에서 기준치 이하의 농약이 검출되어 잔류농약 검출률은 88.8%를 나타내었다. Kim 등(2006)이 실시한 충북지역 건고추와 고춧가루의 잔류농약 모니터링 결과에서 잔류농약 검출률은 76.4%로 상당했으며, Kim 등(2010)이 실시한 부산지역 유통 건고추 및 고춧가루의 잔류농약 모니터링 결과에 따르면 건고추 시료 44.4% 및 고춧가루 시료 47.6%에서 잔류농약이 검출되었다. 또한, Hong 등(2011)이 경기도내 유통중인 고춧가루의 잔류농약 실태를 조사한 결과, 39.0%의 시료에서 잔류농약이 검출되었고 2.9%의 시료에서 MRL을 초과하였다. 본 연구에서 조사된 잔류농약 검출률이 타

Table 5. Recovery, LOD and LOQ of detected pesticides

Pesticide	Detection Type	Recovery ± RSD(%) (n=3)	Correlation coefficient (r ²)	LOD (mg/kg) (n=5)	LOQ (mg/kg) (n=5)
Acetamiprid	LC-MS/MS	94.5 ± 3.3	0.9985	0.018	0.054
Acrinathrin	GC-MS/MS	92.9 ± 0.8	0.9996	0.006	0.018
Azoxystrobin	LC-MS/MS	89.9 ± 3.0	0.9983	0.019	0.057
Bifenthrin	GC-MS/MS	100.2 ± 0.2	1.0000	0.005	0.015
Boscalid	LC-MS/MS	94.2 ± 3.3	0.9998	0.019	0.057
Carbofuran	LC-MS/MS	91.1 ± 3.9	0.9978	0.016	0.048
Chlorantraniliprole	GC-MS/MS	94.2 ± 1.2	0.9990	0.011	0.033
Chlorfenapyr	GC-MS/MS	100.6 ± 1.7	0.9977	0.014	0.042
Chlorothalonil	GC-MS/MS	93.6 ± 2.0	0.9988	0.014	0.042
Chlorpyrifos	GC-MS/MS	96.8 ± 2.1	0.9997	0.005	0.015
Chromafenozide	LC-MS/MS	80.1 ± 1.7	0.9922	0.011	0.033
Cyflufenamid	GC-MS/MS	99.5 ± 0.6	1.0000	0.006	0.018
Cyhalothrin	GC-MS/MS	90.2 ± 0.9	0.9910	0.005	0.015
Cypermethrin	GC-MS/MS	89.3 ± 7.0	0.9910	0.007	0.021
Deltamethrin	GC-MS/MS	100.6 ± 0.4	1.0000	0.004	0.012
Dimethomorph	LC-MS/MS	100.7 ± 2.0	0.9975	0.011	0.033
Edifenphos	GC-MS/MS	100.1 ± 0.3	0.9999	0.005	0.015
EPN	GC-MS/MS	98.4 ± 0.5	0.9999	0.003	0.009
Fenarimol	GC-MS/MS	85.5 ± 2.1	1.0000	0.005	0.015
Fenazaquin	GC-MS/MS	91.1 ± 1.4	0.9923	0.009	0.027
Fenbuconazole	GC-MS/MS	92.3 ± 1.1	0.9990	0.008	0.024
Fenoxanil	GC-MS/MS	96.6 ± 1.2	0.9977	0.008	0.024
Flonicamid	GC-MS/MS	99.2 ± 0.3	1.0000	0.004	0.012
flufenoxuron	LC-MS/MS	100.0 ± 4.4	0.9992	0.012	0.036
Fluquinconazole	LC-MS/MS	89.7 ± 4.4	0.9997	0.017	0.051
Flusilazole	GC-MS/MS	98.2 ± 0.2	0.9999	0.006	0.018
Flutolanil	GC-MS/MS	98.8 ± 1.1	0.9988	0.010	0.030
Indoxacarb	GC-MS/MS	101.0 ± 0.3	0.9995	0.007	0.021
Iprobenfos	GC-MS/MS	84.9 ± 2.1	0.9911	0.011	0.033
Iprodione	GC-MS/MS	82.2 ± 3.9	0.9935	0.014	0.042
Iprovalicarb	GC-MS/MS	98.7 ± 1.4	0.9982	0.010	0.030
Isoprothiolane	GC-MS/MS	79.2 ± 2.2	0.9911	0.014	0.042
Kresoxim-methyl	GC-MS/MS	89.6 ± 1.8	0.9983	0.014	0.042
Lufenuron	LC-MS/MS	100.3 ± 2.1	0.9966	0.019	0.057
Mepronil	GC-MS/MS	82.9 ± 2.0	0.9910	0.005	0.015
Methoxyfenozide	LC-MS/MS	100.4 ± 4.2	0.9999	0.016	0.048
Novaluron	LC-MS/MS	79.1 ± 4.3	0.9974	0.016	0.048
oxadixyl	GC-MS/MS	90.0 ± 3.5	0.9928	0.010	0.030
Pentoxazone	LC-MS/MS	99.2 ± 0.2	1.0000	0.006	0.018
Picoxystrobin	GC-MS/MS	93.3 ± 0.9	0.9999	0.003	0.009
Prochloraz	GC-MS/MS	93.3 ± 3.1	0.9931	0.010	0.030
Procymidone	GC-MS/MS	87.9 ± 1.0	0.9996	0.004	0.012
Profenofos	GC-MS/MS	99.4 ± 1.0	0.9999	0.005	0.015
Pyraclostrobin	LC-MS/MS	97.3 ± 3.0	0.9993	0.013	0.039
Pyridalyl	GC-MS/MS	94.2 ± 1.2	1.0000	0.012	0.036
Spirodiclofen	LC-MS/MS	75.1 ± 5.5	0.9910	0.015	0.045
Tebufenozide	LC-MS/MS	80.3 ± 2.2	0.9913	0.019	0.057
Tebufenpyrad	GC-MS/MS	94.8 ± 1.3	0.9981	0.009	0.027
Thiacloprid	LC-MS/MS	99.4 ± 0.4	1.0000	0.011	0.033
Thiamethoxam	LC-MS/MS	86.1 ± 2.7	0.9920	0.018	0.054
Tricyclazole	LC-MS/MS	84.7 ± 1.3	0.9938	0.011	0.033
Trifloxystrobin	LC-MS/MS	93.2 ± 1.1	0.9972	0.019	0.057

Table 6. Pesticides detected in dried pepper and pepper powder

	No. of Sample	No. of detected (%)	No. of not detected	No. of violation (%)
Dried pepper	95	84 (88.4)	11	1 (1.0)
Pepper powder	36	32 (88.8)	4	-
Total	131	116 (88.5)	15	1 (0.8)

연구에서 조사된 검출률보다 더 높은 이유는 본 연구를 위해 수거된 고추의 재배 시기에 전염병(탄저병)이 전년대비 120% 이상 발병하여(The Agriculture, Fisheries, Livestock News, 2017) 문제되어 생산량이 전년대비 23% 이상 감소된 바가 있으며(KREI-Observation of seasoning vegetables, 2017), 이러한 전염병을 예방 및 치료하기 위해서 다양한 종류의 농약을 여러 회 추가 사용 하였을 것으로 추측되고 이는 곧 유통되는 고추시료에서의 농약잔류에 영향을 미칠 수 있다(Kim et al., 2007). 홍고추의 수확시기가 9~10월으로 더습한 기후인 장마를 거쳐야 하고(Hong et al., 2011) 고추의 특성상 바이러스를 매개하는 진딧물의 번식력이 강하여 거의 대부분의 생육 기간에 걸쳐 각종 병·해충의 피해

가 많기 때문에(Kim et al., 2007), 각종 병·해충의 피해를 예방하기 위해 농약 사용량과 사용 횟수를 증가시켜야 했을 수 있다. 또한 고추는 연속수확작물이기 때문에 농약 살포 후 안전사용기준에 따른 수확일을 지키기 어려워 수확 후 고추에 농약이 잔류할 가능성이 크다(Kim et al., 2007). 추가적으로, 고추의 건조로 인해 부피 대비 질량이 감소하면서 건조 전에는 검출되지 않았던 농약이 건조 후 기기상에 검출되었을 수도 있다.

본 연구에서 건조추 및 고춧가루 시료 중 검출된 농약 52종에 대해 각 농약의 검출농도가 MRL의 70%를 초과하는지 여부에 따라 검출된 시료의 수를 분류한 표는 Table 7과 같다. 검출된 52종 농약은 살충제 23종, 살균제 25종, 살용

Table 7. Number of detections relative to the pesticide maximum residue limits (MRLs)

Pesticide	MRLs (mg/kg)	Detection range (mg/kg)	above MRLs	MRLs 100%~70%	MRLs 70%~0%	No. of detected
Indoxacarb	5.0	0.2~2.7	-	-	56	56
Pyraclostrobin	3.0	0.1~2.9	-	1	35	36
Chlorpyrifos	1.0	0.1~2.6	1	3	25	29
Chlorantraniliprole	5	0~4	-	1	25	26
Flonicamid	14.0	0.1~0.8	-	-	23	23
Pyridalyl	14.0	0.2~1.0	-	-	23	23
Azoxystrobin	7.0	0.0~2.0	-	-	18	18
Thiamethoxam	7	0	-	-	15	15
Cyhalothrin	2.0	0.1~0.4	-	-	13	13
Acetamiprid	10.0	0.0~0.5	-	-	10	10
Novaluron	4.9	0.1~0.6	-	-	9	9
Tebufenozide	10	0~1	-	-	9	9
Trifloxystrobin	12	0~1	-	-	9	9
Chlorfenapyr	5.0	0.1~0.3	-	-	8	8
Fenbuconazole	2	0~1	-	-	8	8
Chlorothalonil	15	1~5	-	-	7	7
Bifenthrin	3.0	0.0~0.3	-	-	6	6
Lufenuron	2.0	0.2~0.4	-	-	6	6
Boscalid	10	0	-	-	5	5
Dimethomorph	7.0	0.2~0.6	-	-	5	5
oxadixyl	35.0	0.1~0.2	-	-	5	5
Acrinathrin	7.0	0.2~0.4	-	-	4	4
Chromafenozide	14.0	0.3~0.5	-	-	4	4
Methoxyfenozide	5.0	0.1~0.5	-	-	4	4
Profenofos	14.0	0.5~1.2	-	-	4	4

Table 7. continued

Pesticide	MRLs (mg/kg)	Detection range (mg/kg)	above MRLs	MRLs 100% ~ 70%	MRLs 70% ~ 0%	No. of detected
flufenoxuron	7.0	0.1~3.4	-	-	3	3
Iprobenfos	1.4	0.1	-	-	3	3
Iprodione	15	0~1	-	-	3	3
Picoxystrobin	7.0	0.1~0.6	-	-	3	3
Tricyclazole	21.0	0.1~3.9	-	-	3	3
Carbofuran	0.35	0.13~0.15	-	-	2	2
Cypermethrin	2.0	0.7~0.9	-	-	2	2
Edifenphos	1.4	0.3	-	-	2	2
Fenazaquin	14.0	0.3~0.4	-	-	2	2
Flutolanil	7.0	0.2~0.3	-	-	2	2
Isoprothiolane	1.4	0.1~0.2	-	-	2	2
Kresoxim-methyl	14.0	0.6~0.7	-	-	2	2
Cyflufenamid	2.1	0.2	-	-	1	1
Deltamethrin	1.4	0.3	-	-	1	1
EPN	0.35	0.33	-	1	-	1
Fenarimol	5	0	-	-	1	1
Fenoxanil	3.5	0.2	-	-	1	1
Fluquinconazole	14.0	0.1	-	-	1	1
Flusilazole	7.0	0.1	-	-	1	1
Iprovalicarb	7.0	0.2	-	-	1	1
Mepronil	0.35	0.35	-	1	-	1
Pentoxazone	0.35	0.24	-	-	1	1
Prochloraz	21	0	-	-	1	1
Procymidone	15	9	-	-	1	1
Spirodiclofen	35.0	0.1	-	-	1	1
Tebufenpyrad	3.5	0.4	-	-	1	1
Thiacloprid	7.0	0.1	-	-	1	1

에제 3종, 제조제 1종이었다. 살충제는 indoxacarb, chlorpyrifos, chlorothalonil, pyridalyl 및 flonicamid가 주로 검출되었으며, 살균제는 pyraclostrobin, azoxystrobin 그리고 trifloxystrobin이 주로 검출되었다. 검출된 농약들 중 건고추에 대해 MRL이 설정되어 있는 농약은 21종뿐이었으며, 건고추에는 설정되어 있지 않지만 일반고추에 MRL이 설정되어 있어 이 값의 7배인 가공식품의 잠정 MRL을 적용할 수 있는 농약이 24종이었다. 그 외 검출된 7종 농약은 건고추와 고추 둘 다에 MRL이 설정되어 있지 않았다. 전체적으로 가장 빈번하게 검출된 농약은 indoxacarb로 총 56개 시료에서 검출되었고, 그 다음으로 pyraclostrobin 36개, chlorpyrifos 29개, chlorantraniliprole 26개 그리고 flonicamid와 pyridalyl 23개 순으로 빈번히 검출되었다. 본 연구의 결과와 비슷하게, 타 연구자의 선행연구결과를 살펴보면, Gang 등(2017)은 건고추 시료 21개 중 7개의 시료(약 33%)에서 pyraclostrobin이 높은 빈도로 검출되었음을 보고하였으며, Hong 등

(2011)은 105개의 건고추 시료 중 16개 시료(약 15%)에서 chlorpyrifos가 높은 빈도로 검출되었음을 보여주었다. 게다가, Kim 등(2006)의 모니터링 연구에서도 분석된 고춧가루 8건에서 모두 chlorpyrifos가 검출된 바 있다. Indoxacarb는 Oxadiazine계에 속하는 살충제로서 방제대상이 아닌 생물체에 대해서는 낮은 독성을 나타내며 환경에 안전한 화합물(Bostanian et al., 2004)로 고추에 피해를 주는 대표적인 해충인 담배나방(Yang et al., 2004)을 방제하기 위해서 6월 중순부터 수확기까지 여러회 사용(Yoo, 1992)하여 잔류하였을 것이다. Strobilurins계 살균제인 pyraclostrobin은 주로 고추의 생육후기에 사용되어 일반고추보다는 건고추 및 고춧가루에 많이 검출되는 것으로 보고된다(Kim et al., 2010). 또한, 유기인계 살충제인 chlorpyrifos는 토양 노출 시 2~4개월 정도의 잔효성을 보이며 잔류성이 긴 농약이며, 이는 고추로의 뿌리를 통한 흡수 및 잔류의 원인이 될 수도 있다(Jung et al., 2004). Pyridine carboxyl amide계 살충제

Table 8. Risk assessment of the pesticide from dried peppers and pepper powders

sample	pesticide	Concentration (mg/kg)	MRL (mg/kg)	Daily food intake (g)	EDI ^{a)} (mg/man/day)	ADI ^{b)} (mg/man/day)	Hazard Index ^{c)}
Dried pepper 1108-8	Indoxacarb	2.7	5.0	2.75	0.00743	0.65	1.142
Dried pepper 1213-14	Chlorpyrifos	2.6	1.0	2.75	0.00715	0.65	1.100
Dried pepper 0209-9	Chlorothalonil	5	15	2.75	0.01375	1.30	1.058
Pepper powder 1108-1	Indoxacarb	2.4	5.0	2.75	0.00660	0.65	1.015
Pepper powder 0209-5	EPN	0.33	0.35	2.75	0.00091	0.091	0.997
Dried pepper 1213-15	Chlorothalonil	4	15	2.75	0.01100	1.30	0.846
Dried pepper 1122-2	Indoxacarb	2.1	5.0	2.75	0.00578	0.65	0.888
Dried pepper 1027-5	Indoxacarb	1.8	5.0	2.75	0.00495	0.65	0.762
Dried pepper 1027-12	Indoxacarb	1.5	5.0	2.75	0.00413	0.65	0.635
Dried pepper 1027-14	Carbofuran	0.15	0.35	2.75	0.00041	0.065	0.635

^{a)}EDI : Detected concentration (mg/kg) × Daily food intake (g/man/day) / 1000

^{b)}ADI : Acceptable daily intake (mg/kg b.w/day) × 65 kg

^{c)}Hazard Index (%ADI) : (EDI/ADI) × 100

flonicamid는 침투이행성 살충제로(Morita et al., 2007), 작물 표면을 통한 흡수가 용이하여 고추로 흡수된 농약이 오랜 기간 잔류하다가 건조가공 후에 작물체 질량의 감소와 함께 검출되었을 가능성도 있다.

잔류농약이 MRL의 70%를 초과하는 시료는 8개였으며, 그러한 농약은 chlorpyrifos (4개), pyraclostrobin (1개), chlorantraniliprole (1개), EPN (1개) 그리고 mepronil (1개)였다. 이러한 시료들은 대표시료의 선별과정 및 잔류농약 분석과정에서의 오차를 감안하면 MRL을 초과할 가능성이 있었다. 특히, chlorpyrifos는 4개의 시료에서 MRL 70% 이상 검출되어 안전성 관리에 더 주의가 필요할 것으로 판단된다.

농약 고잔류 시료에 대한 %ADI 위해도 평가

잔류농약이 검출된 116개 시료 중 농약이 가장 높은 농도로 잔류한 시료 10개에 대해 %ADI에 근거한 농약별 위해도 평가를 실시한 결과는 Table 8과 같다. 농약이 가장 고농도로 잔류하였던 시료 중 검출된 농약은 indoxacarb, chlorpyrifos, chlorothalonil, EPN 그리고 carbofuran이었으며, 각각의 %ADI는 indoxacarb 0.635~1.142%, chlorpyrifos 1.100%, chlorothalonil 0.846~1.058%, EPN 0.997%, carbofuran 0.635%이었다. FAO/WHO에서는 %ADI가 10% 미만일 경우 위험성을 걱정할 필요가 없고, 10%를 초과하면 정

밀조사와 철저한 법적 규제가 필요하며 30% 수준에 도달하게 되면 위험경고를 해야 하는 것으로 인식하고 있다(Lee et al., 1997). 본 연구에서는 검출된 모든 농약의 %ADI가 1.2%를 초과하지 않아 광주지역 유통중인 건조추 및 고춧가루에 대한 잔류농약 위해성이 낮은 것으로 판단된다. 본 연구와 비슷하게 Kim 등(2006)의 충북지역 유통 고춧가루 중의 잔류농약 모니터링 및 위해성을 평가 연구의 결과에서도 고춧가루의 %ADI가 0.009~1.568%로 나타나 낮은 위해도를 나타내었다. 또한, 타 작물인 시금치에서 검출된 indoxacarb (5.890%)와 chlorothalonil (6.327%)의 %ADI와 비교하면(Yang et al., 2017), 본 연구에서 건조추와 고춧가루 중 검출된 두 농약의 %ADI는 대략 5.2~7.5배 더 낮은 수준이었다. 비록 본 연구에서 산출된 %ADI 값이 위해한 수준은 아니지만, 건조추나 고춧가루를 조리 등의 가공 과정을 거친 후 섭취할 경우 위해도가 더 낮아질 것으로 예상된다(Kwon et al., 2009). 따라서 광주지역에서 유통되고 있는 건조추 및 고춧가루의 위해도 평가결과는 안전한 수준인 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 광주광역시보건환경연구원 2018년도 연구사업의 지원으로 수행하였습니다.

Literature Cited

- Bostanian, N. J., C. Vincent, J. M. Hardman and N. Larocque (2004) Toxicity of indoxacarb to two species of predacious mites and a predacious Mirid. *Pest Manag. Sci.* 60(5):483-486.
- Gang, G. R., S. J. Mun, Y. S. Yang, S. M. Lee, E. N. Choi, D. R. Ha, E. S. Kim and B. S. Cho (2017) Monitoring of pesticide residues on dried agricultural products. *Korean J. Pestic. Sci.* 21(1):49-61.
- Han, S. H., S. K. Park, O. H. Kim, Y. H. Choi, H. J. Seoung, Y. J. Lee, J. H. Jung, Y. H. Kim, I. S. Yu, Y. K. Kim, K. Y. Han and Y. Z. Chae (2012) Monitoring of pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul, Korea. *Korean J. Pestic. Sci.* 16(2):109-120.
- Hong, H. G., S. W. Shin, K. C. Kim, I. H. Jeong, K. A. Kim, S. H. Oh, S. J. Yun, C. Y. Kim, J. H. Jang, M. H. Yoon and J. B. Lee (2011) Survey on the pesticide residues in commercial red pepper powder in Gyeonggi-do. *Report of Gyeonggi Province Institute Health & Environment.* 24:95-102.
- Jung, Y. H., J. U. Kim, J. H. Kim, Y. D. Lee, C. H. Im and J. H. Heo (2004) Definition of pesticides, Recent pesticide science, 2, sigma press; seoul, 5.
- Kim, H. J., H. C. Cho, J. H. Lee, P. T. Ku, Y. R. Na, I. S., Lee, K. A. Kim, I. Y. Hwang and C. H. Kim (2010) A study on the pesticide residues of circulating pepper powder in Busan area(2010). *The Annual Report of Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment.* 20(1):62-66.
- Kim, H. Y., S. Y. Lee, C. G. Kim, E. J. Choi, E. J. Lee, N. G. Jo, J. M. Lee and Y. H. Kim (2013) A survey on the pesticide residues and risk assessment for agricultural products on the markets in Incheon area from 2010 to 2012. *Korea J. Environ. Agric.* 32(1):61-69.
- Kim, J. Y., Y. M. Jung, H. S. Oh and S. T. Kang (2015) Monitoring and risk assessment of pesticide residues in commercial environment-friendly agricultural products distributed using LC-MS/MS in Seoul metropolitan area. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47(3):306-320.
- Kim, K. I., H. T. Kim, K. S. Kyung, C. W. Jin, C. H. Jeong, M. S. Ahn, S. W. Sim, S. S. Yun, Y. J. Kim, K. G. Lee, K. D. Lee, W. J. Lee and J. B. Lim (2006) Monitoring of pesticide residues in peppers from farmgate and pepper powder from wholesale market in Chungbuk area and their risk assessment. *Korean J. Pestic. Sci.* 10(1):15-21.
- Kim, B. S. S. G. Park, M. S. Kim, T. H. Cho, C. H. Han, H. B. Jo, B. H. Choi and S. D. Kim (2007) A Study of current status on pesticide residues in commercial dried agricultural products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39(2):114-121.
- Korea Health Industry Development Institute (2015) National Nutrition Statistics <https://www.khidi.or.kr/kps/dhraStat/result13?menuId=MENU01666&year=2015>
- Korea Rural Economic Institute (2013) Trends in agriculture and rural economy 2013 winter. <https://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/discovery/agEconomicTrendDtl.jsp>
- Korea Rural Economic Institute (2017) Observation of seasoning vegetables - dried pepper. <http://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/observe/monthlyReport.jsp>
- Korean Statistical Information Service (2018) Vegetable production (spice & Culinary vegetables). http://kosis.kr/eng/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ETITLE&parmTabId=M_01_01&statId=1975014&themald=#F1.2
- Korean Statistical Information Service (2017) Health examination [statisticshttp://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=350&tblId=DT_35007_N132&conn_path=I2](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=350&tblId=DT_35007_N132&conn_path=I2)
- Kwon, H. Y., H. D. Lee, J. B. Kim, Y. D. Jin, B. C. Moon, B. J. Park, K. A. Son, O. K. Kwon and M. K. Hong (2009) Reduction of pesticide residues in field-sprayed leafy vegetables by washing and boiling. *Korean J. Fd. Hyg. Safety* 24(2):182-187.
- Lee, M. G. and S. R. Lee (1997) Reduction factors and risk assessment of organophosphorus pesticides in Korean foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29(2):240-248.
- 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. *Korean J. Pestic. Sci.* 15(3):238-245.
- Ministry of Food and Drug Safety (2018) Korea food code
- Morita, M., T. Ueda, T. Yoneda, T. Koyanagi and T. Haga (2007) Flonicamid, a novel insecticide with a rapid inhibitory effect on aphid feeding. *Pest Manag Sci* 63(10): 969-973.
- Noh, H. H., K. W. Kang, Y. S. Park, H. K. Park, K. H. Lee, J. Y. Lee, K. W. Yeop, E. Y. Lee, Y. D. Jin and K. S. Kyung (2010) Monitoring and risk agricultural products collected from wholesale and traditional markets in cheongju. *Korean J. Pestic. Sci.* 14(1):1-9.
- 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. *Korean J. Pestic. Sci.* 19(1):22-31.
- The Agriculture, Fisheries, Livestock News (2017) Apple and pepper anthrax emergency due to heavy rain. <http://www.afnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=135354>
- Yang, C. Y., H. Y. Jeon, M. R. Cho, D. S. Kim and M. S. Yiem (2004) Seasonal occurrence of oriental tobacco budworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) male and chemical control at red pepper fields. *Korean J. Appl. Entomol.* 43(1):49-54.
- Yang, Y. S., K. R. Kang, S. M. Lee, S. K. Kim, M. G. Lee, E. A. Choi, K. W. Seo, E. S. Kim and J. H. Kim (2017) Survey on pesticide residues and risk assessment of agricultural products from wholesale market in Gwangju (2014~2016) *Korean J. Pestic. Sci.* 21(4):341-354.
- Yoo, J. K. (1992) Intensive search for pest control in vegetable crops-oriental tobacco budworm. *The Bimonthly magazine for agrochemicals and plant protection.* 13(4):89-95.

● ● 광주지역 유통 건고추와 고춧가루 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가

이민규* · 강경리 · 김태순 · 양용식 · 김선경 · 이다빈 · 김성수 · 서계원 · 조영관 · 김진희

광주광역시보건환경연구원

요 약 본 연구는 광주지역에서 유통되고 있는 건고추와 고춧가루의 잔류농약 모니터링 및 1일 섭취추정량(EDI)과 1일 섭취허용량(ADI)의 비(%ADI)를 이용하여 위해성을 평가하였다. 208종의 농약에 대해 GC-MS/MS 그리고 LC-MS/MS를 이용한 다중농약다성분 분석법으로 잔류농약을 분석하였다. 분석결과 116건(88.5%)의 시료에서 52종의 농약이 검출되었고, 건고추 1건(0.8%)의 시료에서 chlorpyrifos의 잔류농약허용기준(1.0 mg/kg 이하)을 초과(2.6 mg/kg)하였다. 잔류농약이 검출된 시료 116개 중 108개(93%) 시료는 잔류농약허용기준의 70% 이하로 검출되었다. 검출된 농약의 빈도는 indoxacarb, pyraclostrobin, chlorpyrifos, chlorantraniliprole, flonicamid 그리고 pyridalyl 순이었다. 잔류농약이 검출된 농약의 위해도(%ADI)는 0.00003~1.14231로 광주광역시에서 유통되고 있는 건고추 및 고춧가루는 안전한 수준으로 판단된다.

색인어 건고추, 고춧가루, 잔류농약, 위해도, 다중농약다성분 분석법

● ●