

서울시 유통 고춧가루 중 잔류농약 실태 조사 및 위해성 평가

강남농수산물검사소 농산물검사팀

조성자 · 이명숙 · 장민수 · 이인숙 · 이윤정 · 금진영
김나영 · 김지혜 · 광보람 · 조한빈 · 김무상

Monitoring and Risk Assessment of Pesticide Residues in Red Pepper Powder from Markets in Seoul

Agricultural Products Inspection Team

**Sung-ja Cho, Myung-sook Lee, Min-su Jang, In-sook Lee,
Yun-jeong Lee, Jin-young Kum, Na-young Kim, Ji-hye Kim,
Bo-ram Kwak, Han-bin Jo and Mu-sang Kim**

Abstract

106 red pepper powder samples collected from markets in Seoul from 2014 to 2015 were analyzed for 285 different pesticides and for tebuconazole by GC-ECD/NPD and HPLC-FLD/DAD using the multi-residue method. Pesticide residues were identified in 69.8% of the red pepper powders analyzed, with tebuconazole, chlorpyrifos, and cypermethrin being the pesticides detected most frequently. Ratios of the estimated daily intake of pesticide residue to the acceptable daily intake range of 0.01~0.19%. These low values indicate that consumption of red pepper powders should have little or no effect on human health.

Key words : red pepper powder, residue pesticide, risk assesment, %ADI

서론

고추(Capsicum annum L.)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 다년생 초본식물로 우리나라는 고추의 연간 총생산량이 평균 5만 톤에서 18만 톤 정도로 세계 7위의 주요 고추 생산국이며 재배 면적은 채소작물 전체의 약 25~30%를 차지하고 있다. (1) 고추 생육 중 여러 종류의 병충해가 발생하고 (2) 이러한 병충해는 생장 초기보다는 장마철인 7~8월, 생장 후기 단계에서 수확기까지 계속적으로 많이 발생하여 경제적으로도 큰 피해를 입고 있다.

이러한 병충해를 해결하기 위해서 여러 방법이 쓰이고 있으나 그 중 화학적 방제인 농약을 통한 농작물의 생장 촉진 및 병원균과 해충으로부터 보호하는 방법이 가장 실질적으로 사용되고 있다. 대부분 사용되는 농약은 유기합성농약이기 때문에 사용 후에도 농산물과 환경에 잔류하여 문제가 되기도 한다. 일부 농약의 경우 토양이나 농산물 등에 잔류하여 인체에도 각종 체내 생리 작용을 조절하는 호르몬 등에 영향을 미쳐 내분비계장에 추정 물질로도 분류되고 있다(3).

고추를 건조, 분쇄하여 장기간 저장하며 섭취하는 고춧가루는 고추의 capsanthin 등의 카로테노이드계 색소와 capsaicin 등의 매운맛을 갖고 있어 식품에 첨가하면 식품의 색을 다양하게 하고 냄새와 맛을 증진시키는 효과가 있으며 고추장, 김치 또는 각종 양념으로 우리 식생활에 많이 사용되는 조미식품이다(4). 우리나라의 건고추 및 고춧가루 1인당 소비량은 1990년 중반 이후 연평균 2.4% 정도 감소하여 2009년 약 4 kg으로 추정하고 있다(5). 고춧가루는 생장 후기, 익은 고추를 수확하여 건조하기 때문에 생장후기에 사용하는 농약이 건조 분쇄 후에도 잔류할 수 있다는 보고가 있다(6).

국내의 잔류농약 허용기준은 대부분 원재료 농산물에 대해 정해져 있으며, 가공식품은 식품공전의 식품의 기준 및 규격에 별도로 잔류허용기준이 정하지 않은 경우 CODEX 기준을 우선 적용하거나 원료의 함량에 따라 원료 농산물의 기준을 적용하고 건조 등의 과정으로 인한 수분함량이 변화

된 경우에는 수분함량을 고려하여 적용하게 되어 있다. 고춧가루의 경우 건조 고추에 30여종의 농약에 대해 잔류허용기준이 설정되어있으며 고추에 설정되어있는 180종 농약의 경우 수분함량을 고려하여 7배에 해당하는 농약잔류허용기준을 적용하도록 되어있다(7).

국내에서의 고춧가루 연구는 이화학적 품질평가(8), 미생물 관련 연구(9) 및 잔류농약 등에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 특히 고춧가루의 잔류농약 실태조사 결과 단성분 분석 농약인 터부코나졸이 많이 잔류하는 것으로 보고되고 있다(10, 11).

이에 본 연구에서는 서울시에서 유통되는 고춧가루에서 다성분 분석 285종 농약 및 터부코나졸의 잔류 실태를 조사하였으며 식품 섭취량 대비 위해성 평가를 통하여 고춧가루의 안전성에 대한 기초 자료로 이용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 분석시료 및 분석 농약

2014년 9월부터 2015년 11월까지 서울지역에 유통된 고춧가루 106건(국내산 88건, 중국산 18건)에 대하여 표 1, 2에 나타난 유기염소계 102항목, 유기인계 100항목, UV계 66항목, 카바메이트계 17항목 및 터부코나졸에 대한 잔류실태를 조사하였다.

2. 시약 및 기구

분석대상 농약의 표준물질은 Dr. Ehrenstorfer GmbH(Augsburg, 독일), Chemservice(Luxembourg, 미국), and Wako(Tokyo, 일본) 제품을 사용하였으며, 추출에 사용된 Acetonitrile은 Fisher Scientific Korea Ltd(서울, 한국)제품, 카트리지 정제에 사용한 Dichlormethan, n-Hexane, Methanol, Acetone은 Kanto Chemical 사(Tokyo, 일본) 제품을 사용하였다.

정제에 사용된 카트리지는 Agilent Technology (Santa Clara, 미국)사의 SPE-Florisil(1,000 mg, 6 mL), SPE-NH₂(1,000 mg, 6 mL)을 사용하였다.

Table 1. List of pesticides analyzed by gas chromatography(GC)

Classification	Detected by GC/NPD			Detected by GC/ μ ECD			
Insecticide	aziphos-methyl	aziphos-ethyl	bromophos-methyl	acrinathrin	aldrin	BHC	
	cadusafos	carbophenothion	chlorfenapyr	bifenthrin	chlordane	cycloprothrin	
	chlorpyrifos	chlorpyrifos-methyl	cyanophos	cyfluthrin	cyhalothrin	cypermethrin	
	diazinon	dichlorvos(DDVP)	dicrotophos	DDT	deltamethrin	dicofol	
	dimethoate	dimethylvinphos	EPN	dieldrin	endosulfan	endrin	
	ethion	ethoprophos	etrimfos	fenpropathrin	fenvalerate	flupronil	
	fenitrothion	fenoxycarb	fenthion	flonicamid	heptachlor	indoxacarb	
	ferobucarb	fonofos	fosthiazate	methoxychlor	nonachlor	permethrin	
	furathiocarb	isazofos	isofenphos	pyridalyl	pyrimidifen	quinalphon	
	isofenphos-methyl	isoxathion	malathion	tralomethrin	triflumuron	dieldrin	
	mecarbam	methidathion	parathion	heptachlor epoxide			
	parathion-methyl	penthoate	phosalone				
	phosmet	phosphamidone	pirimicarb				
	pirimiphos-ethyl	pirimiphos-methyl	profenofos				
	prothiofos	pyraclufos	pyridaben				
	sulprofos	tebupirimfos	terbufos				
	tetrachlorvinphos	thiometon	tolfenpyrad				
	triazophos						
Fungicide	azaconazole	bupirimate	chinomethionate	binapactyl	captafol	captan	
	cyproconazole	cyprodinil	diethofencarb	chlorothalonil	cyflufenamid	dichlofluanid	
	diphenylamine	edifenphos	fenarimol	dicloran	diniconazole	fenamidone	
	fluzinam	fludioxonil	flusilazole	fenarimol	fenbuconazole	fenoxanil	
	iprobenfos(IBP)	kresoxim-methyl	mepanipyrim	flusulfamid	flutolanil	folpet	
	mepconil	metconazole	myclobutanil	ftalide	hexachlorbenzene	imazalil	
	oxadixyl	penconazole	pyrazophos	iprodion	isoprothiorane	iprovalicarb	
	pyrifenoxy	simeconazole	triadimefon	metrafenone	nitrapyrin	nitrothal-isopropyl	
	tricyclazole	triniconazole		nuarimol	ofurace	picoxystrobin	
				prochloraz	procymidone	pyrazophos	
				quintozone	TCMTB	thifluzamide	
				tolclofos-methyl	tolyfluanid	triflumizole	
Herbicide	ametryn	anilofos	atrazine	asulam	allidochlor(MS)	bromacil	
	bromobutide	dimepiperate	dimethenamid	bromoxynil	butafenacil	chloridazone	
	diphenamid	esprocarb	molinate	cinmethylin(MS)	chlorothal-methyl	clomeprop	
	pendimethalin	piperophos	propazine	cyanazine	cycloate(MS)	diallate(MS)	
	propisochlor	pyriminobac-methyl	terbuthylazine	diflufenican	dimethachlor	flumiclorac-pentyl	
	thiazopyr	tribuphos		dithiopyr	fluthiacet-methyl	indanofan	
				mefenacet	mefenapyr-diethyl	lactofen	
				pebulate(MS)	picolinafen	propisochlor	
				propham(MS)	propachlor(MS)	propyzamide	
				vernolate			
	Miticide	etoxazole	fenazaquin	fenothiocarb	bromopropylate	chlorobenzilate	tetradifon
		tebufenpyrad					
Growth regulator	paclobutrazole			uniconazole			
Plant activator			probenazole				

Table 2. List of pesticides analyzed by high performance liquid chromatography(HPLC)

Classification	Detected by HPLC/DAD		Detected by HPLC/FLD	
Insecticide	acetamiprid	azamethiphos(MS)	aldicarb	bendiocarb
	chlorantraniliprole	chlorobenzuron	butocarboxim	carbaryl
	clothianidin	chromafenozide	carbofuran	ethiofencarb
	fenoxycarb	flubendiamide	fenobucarb(BPMC)	isoprocarb
	flufenoxuron	hexaflumuron	methiocarb	methomyl
	lufenuron	methoxyfenozide	metolcarb	oxamyl
	nitenpyram	novaluron	promecarb	propoxur
	pyriproxyfen	tebufenozide	thiodicarb	2,3,5-trimethacarb
	teflubenzuron	thiacloprid	3,4,5-trimethacarb	
	thiamethoxam	XMC(MS)		
Fungicide	amisulbrom	azoxystrobin		
	boscalid	cyazofamidb		
	cymoxanil	dimethomorph		
	ethaboxam	fenhexamid		
	ferimzone	fluquinconazole		
	imibenconazole	pyraclostrobin		
	pyributicarb	pyrimethanil		
	pyroquilon	simeconazoleb		
thiadinil	trifloxystrobin			
Herbicide	bensulide(MS)	cinosulfuron		
	chlorimuron-ethyl	chlorotoluron		
	cyhalofop-butyl	ethametsulfuron-methyl		
	flufenacet	fluridone(MS)		
	imazapic	imazamox		
	imazaquin	imazethapyr		
	flumioxazine	methabenzthiazuron		
	oxaziclomefone	pentoxazone		
	pyrazolate	pyribenzoxim		
	pyridate	quinochloramine		
	rimsulfuron	thetylchlor		
	tribenuron-methyl			
Miticide	benzoximate	fenpyroximate		
	fluacrypyrim	spiroclofen		
Growth regulator	forchlorfenuron			

3. 잔류농약 분석

고춧가루는 구입 즉시 분석하였다. 285종의 동시다성분 분석 농약과 터부코나졸은 식품공전의 4.1.2.2 다중농약다성분 분석법 제2법(7)을 기초로 분석하였다. 터부코나졸은 식품공전 잔류농약 분석법에는 단성분 분석으로 고시되어 있으나 김등(12)의 연구를 통하여 다중농약다성분 분석법이 가능한 것으로 보고되었다. 고춧가루 20 g에 물 40 mL를 넣어 30분간 방치한 후 아세트니트릴 100 mL를 넣고 혼합추출 분쇄기를 이용하여 2분

간 추출하여 그 추출액을 여지를 이용하여 염화나트륨 10~15 g이 들어있는 분리병에 넣고 강하게 흔들어서 약 1시간 정치하여 아세트니트릴층을 분리하였다. 분리한 아세트니트릴층을 100 mL로 맞춘 후 그 중 각 10 mL를 40°C에서 감압농축 후 Florisil-SPE, NH-SPE를 이용하여 정제하여 GC/NPD, GC/ μ ECD, HPLC/DAD, HPLC/FLD를 이용하여 분석하였다. 기기분석조건은 표 3, 4와 같다.

Table 3. GC/NPD and GC/ μ ECD conditions for the analysis of pesticides in red pepper powder

Instrument	Agilent 7890A	
Detector	Nitrogen-phosphorus detector	μ Electron capture detector
Column	Front : DB-1701 14% cyanopropyl phenyl methyl(30 m \times 320 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness) Back : HP-5 5% phenyl methyl siloxane(30 m \times 320 μ m ID \times 0.25 μ m film thickness)	
Oven temp.	100°C (2 min) \rightarrow 10°C/min \rightarrow 200°C (1min) \rightarrow 10°C/min \rightarrow 260°C (9 min)	150°C (2 min) \rightarrow 10°C/min \rightarrow 240°C (2 min) \rightarrow 15°C/min \rightarrow 280°C (25 min)
Injection temp.	210°C	230°C
Detector temp.	320°C	320°C
Gas flow	N ₂ (1.5 mL/min) Air(120 mL/min): bios bead H ₂ (3 mL/min)	N ₂ (1.5 mL/min)

Table 4. HPLC/FLD and HPLC/DAD conditions for the analysis of pesticides in red pepper powder

Instrument	Waters e2695			Agilent 1200 series		
Column	Carbamate analysis column (3.9 \times 150 mm)			ZORBAX Eclipse XDB-C18 (5.0 μ m, 4.6 \times 150 mm)		
Detector	Fluorescence detector (Excitation λ :340 nm, Emission λ :445 nm)			Diode Array Detector (λ : 254 nm, scan λ : 190~400 nm)		
Flow rate	1.2 mL/min			1.0 mL/min		
Column oven	42°C			42°C		
Injection vol.	20 μ L			10 μ L		
Mobile Phase	Time (min)	A(%) (Water)	B(%) (Methanol)	Time (min)	A(%) (Water)	B(%) (Methanol)
	0.00	90	10	0.00	70	30
	1.00	60	40	5.00	50	50
	2.00	50	50	10.00	20	80
	7.00	40	60	15.00	5	95
	8.00	0	100	20.00	0	100
	9.00	0	100	23.00	50	50
10.00	90	10	25.00	70	30	

4. 검출한계(LOD) 및 정량한계(LOQ) 산출

회수율은 시료 중 농약이 검출되지 않은 것으로 확인된 유기농 고춧가루 20 g에 혼합표준용액을 0.5 mg/kg, 1.0 mg/kg, 5 mg/kg 수준으로 처리하여 시료분석과 동일하게 실험하였다. 검출한계, 정량한계는 회수율 실험에 사용한 각 농도의 농약 성분 표준용액을 분석하여 구한 값으로 검량선을 작성하여 y절편과 기울기를 구한 후 아래 식으로부터 구하였다.

$$LOD = 3.3(\sigma/S)$$

$$LOQ = 10(\sigma/S)$$

σ : y 절편의 표준편차

S : 기울기

5. 위해성 평가

시료에서 검출된 농약에 대한 위해성 평가는 국민건강영양조사보고서(2012년)의 섭취량(13)을 기초로 하여 김 등(14), 안 등(15)의 평가방법을 이용하였다. 잔류농약의 일일 추정식이섭취량을 1일 허용섭취량(ADI)로 나누어 %ADI로 평가하였다.

결과 및 고찰

서울시 대형유통 매장 및 재래시장 등에서 유통되는 고춧가루 106건의 잔류농약을 분석한 결과는 그림 1과 같다. 전체시료 106건 중 74건에서 농약이 검출되어 69.8%의 검출률을 나타내었으며 검출된 농약은 살균제인 클로르피리포스, 사이퍼메트린, 클로르페나피르와 살균제로 쓰이는 터부코나졸, 크레속심메틸, 프로사이미돈, 이프로디온, 피라클로스트로빈 총 8종이었다. 특히 전체시료에서 67.0%의 검출률을 나타낸 터부코나졸은 잔류농약이 검출된 74건 중 71건에서 검출되어 검출된 농약의 95.9%로 높은 검출률을 나타냈다.

농약이 검출된 시료 74건 중 28건에서만 1종의 농약이 검출되었으며 29건에서는 2종 농약, 16건에서는 3종 농약, 1건은 4종 농약이 검출되었다. 2종 이상의 농약이 검출된 경우 고추 재배시 단일 제제 농약 여러 개를 혼합 사용하거나 2~3 종류

의 유효성분이 혼합된 농약의 사용에 의한 것으로 생각되어진다.

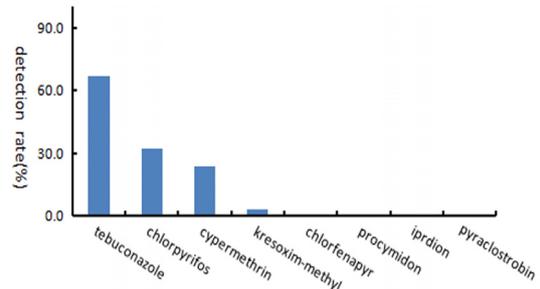


Fig. 1. Pesticides with high detection frequency.

분석시료는 국내산 88건과 중국산 18건으로 잔류농약이 검출된 것은 전부 국내산이었으며, 중국산은 한 건도 검출되지 않았다. 또한 유기농으로 표시되어 있는 국내제품에서도 농약이 검출되지 않아 유기농제품에 대한 농약관리는 잘되고 있는 것으로 나타났다. 국내산의 경우 제품에 표시된 제조년도 표시 확인결과 제조일로부터 오래되지 않았으나 중국산 고춧가루의 경우 제조일자 표시 없이 유통기한으로만 표시되어있어 제조일을 알 수 없었다. 조(16) 등의 보고에 따르면 고춧가루의 잔류농약은 저장온도와 저장기간에 따라 농약이 감소하는 것으로 알려져 있으며 60일 경과 시 실온에서 최대 84%의 감소를 나타내며 거의 모든 농약이 저장온도에 상관없이 50% 이상의 감소율을 보이는 것으로 나타났는데 이번 조사의 중국산 고춧가루의 경우 수입, 유통 기간이 오래 걸림에 따라 국내산 제품에 비해 농약이 검출되지 않는 것으로 생각되어진다.

표 5는 검출된 농약들의 빈도와 검출범위를 나타낸 것으로 고춧가루에서 가장 많이 검출된 농약은 살균제인 터부코나졸로 106건 중 71건(67.0%)에서 검출되었으며 클로르피리포스 34건, 사이퍼메트린 25건 순으로 나타났다. 이는 윤 등(11), 조 등(16)이 보고한 검사 결과와 비슷하게 나타났으나 홍(17)등이 보고한 경기도내 유통 고춧가루 조사결과인 엔도설판이 가장 높게 검출된 결과와는 다르게 나타났다. 서울시에서 유통되는 고춧가루에서는 유기염소계에 속하는 토양살충제로 토양에 주로 살포하며 반감기가 길고 내분비 장애를

일으킬 수 있는 물질로 알려진 엔도설판은 검출되지 않았다. 엔도설판의 경우 2004년 12월 이후 국내에서는 사용이 금지되고 있는 농약이다.

본 조사에서 가장 높은 검출률을 나타낸 터부코나졸은 각종 식물병원균의 세포막형성에 필수적인 steroid 생합성과정 중 ergosterol의 생합성단계를 저해하는 EBI(Ergosterol Biosynthesis Inhibitor)계 살균제인 침투성약제로써 고추의 탄저병 방제 목적으로 주로 경엽살포용으로 사용되며 고추의 생육 전기보다는 후기에 주로 사용하는 것으로 알려져 있다. 이러한 이유 때문에 이번 조사에서도 다른 농약들에 비해 터부코나졸의 검출 빈도가 높게 나타난 것 같다. 사이퍼메트린은 피

레스로이드계 살충제로 곤충에 대한 독성은 큰 반면 조류와 포유류에 대한 독성은 상대적으로 낮으며 빛에 안정적인 농약이다.

표 6은 고춧가루에서 검출된 농약들의 회수율 및 검출한계와 정량한계를 나타냈다.

고춧가루에서 검출된 농약들의 회수율은 0.5 mg/kg 농도로 첨가하여 실험하였을 때 78.3~104.3%로 다성분 분석법에서 양호하게 나타났다. 터부코나졸의 다성분 분석법 회수율 또한 86.5%로 김 등이 보고한 고추에서의 터부코나졸 회수율 85.27~95.75%와 비슷한 결과를 나타냈다(12). 국내 잔류농약 분석법 검증을 위한 회수율 허용범위는 농도에 따라 최저 60~120%인데 이번 조사

Table 5. Pesticides residue in pepper powder

Classification	Pesticide	No. of sample detected	Detection range (mg/kg)	MRL ¹⁾ (mg/kg)
Insecticide	Chlorpyrifos	34	0.009~0.237	1.0
	Cypermethrin	25	0.162~1.262	2.0
	Chlorfenapyr	1	0.778	5.0
Fungicide	Terbuconazole	71	0.067~1.574	5.0
	Kresoxim-methyl	3	0.090~0.382	10
	Procymidon	1	0.206	15
	Iprodion	1	0.425	15
	Pyraclostrobin	1	0.158	30

1) For Dried pepper

Table 6. Recovery, Limit of detection(LOD) and limit of quantification(LOQ) of the pesticides detection from red pepper powder

Pesticide	Instrument	Recovery(%)±RSD	LOD(mg/kg)	LOQ(mg/kg)
Chlorpyrifos	NPD	78.3±0.4	0.001	0.002
Cypermethrin	ECD	97.0±4.6	0.003	0.003
Chlorfenapyr	NPD	87.4±1.4	0.001	0.023
Terbuconazole	NPD	86.5±2.7	0.012	0.036
Kresoxim-methyl	NPD	97.0±4.3	0.009	0.027
Procymidon	ECD	89.1±1.4	0.001	0.004
Iprodion	ECD	104.3±3.3	0.062	0.188
Pyraclostrobin	UV	89.5±0.7	0.012	0.038

의 검출 농약들의 회수율은 모두 이 범위를 만족하였다.

검출 농약들의 검출한계(LOD) 및 정량한계(LOQ)는 0.001~0.062, 0.002~0.188로 나타났으며 이 프로디온의 경우 다른 농약에 비해 LOD와 LOQ가 높게 나타났으며 회수율도 다른 농약에 비해 높게 나타났는데 이는 이프로디온의 peak의 baseline이 고춧가루의 고유 peak에 의한 방해로 검출감도가 높게 나타났기 때문이다.

표 7은 고춧가루에서 검출된 잔류농약들을 대상으로 위해성평가를 한 결과이다. 본 조사의 위해성 평가는 이론적 일일 섭취허용량을 산출하여 실제 조사결과 얻어진 값을 활용하여 EDI(일일섭취량)를 산출하여 계산하였다. 이때 고춧가루의 섭취량(1.81 g/day) 및 일반 성인의 평균체중(55.0 kg)은 2012년 국민영양조사(13) 통계를 기초로 계산하였다. 평균 검출농도는 EPA 가이드라인에 의해 검출된 농약은 검출치를 적용하고 검출되지 않은 농약은 1/2LOD값을 적용하여 계산하였다. 잔류 농약들의 %ADI는 크레속심메틸과 프로사이미돈이 0.01%로 가장 낮게 나타났고 이프로디온이 0.20%로 다른 농약에 비해 다소 높게 나타났다. 또한 검출횟수가 가장 많았던 터부코나졸의

%ADI는 0.12%로 나타나 섭취를 통한 고춧가루 중 잔류농약은 안전한 것으로 나타났다.

요 약

서울시 대형마트, 재래시장에서 유통되는 고춧가루 106건의 잔류농약을 분석하여 위해성평가를 하였다. 고춧가루 106건 중 74건(69.8%)에서 터부코나졸, 클로르피리포스, 사이페메트린 등 7종의 농약이 검출되었으나 건조고추에 대한 잔류허용기준 이내이었다. 터부코나졸 0.067~1.574 mg/kg, 클로르피리포스 0.009~0.237 mg/kg, 사이페메트린 0.162~1.262 mg/kg으로 검출되었다. 시료에서 가장 많이 검출된 농약은 살균제인 터부코나졸로 71건에서 검출되었다. 검출농약의 회수율은 78.3~104.3%였으며 검출한계(LOD)는 0.001~0.062, 정량한계(LOQ)는 0.002~0.188로 나타났다. 검출 농약들의 위해성 평가 결과 %ADI는 0.01~0.19%로 나타났으며 검출빈도가 가장 높게 나타난 터부코나졸의 %ADI는 0.11%로 나타났으나 본 연구결과 다중농약 285종 및 터부코나졸에 대한 고춧가루 인체 위해성은 매우 낮은 것으로

Table 7. Risk assessment of pesticides detected from red pepper power

Pesticide	Average Conc. ¹⁾ (mg/kg)	ADI ²⁾ (mg/kg.bw/day)	EDI ³⁾ (mg/person/day)	MPI ⁴⁾ (mg/person/day)	%ADI ⁵⁾
Chlorpyrifos	0.107	0.01	0.0002	0.55	0.04
Cypermethrin	0.235	0.02	0.0004	1.1	0.04
Chlorfenapyr	0.831	0.026	0.0015	1.43	0.11
Terbuconazole	1.062	0.03	0.0019	1.65	0.12
Kresoxim-methyl	1.740	0.4	0.0031	22	0.01
Procymidon	0.259	0.1	0.0005	5.5	0.01
Iprodion	3.680	0.06	0.0067	3.3	0.20
Pyraclostrobin	0.788	0.03	0.0014	1.65	0.09

1) (No. of sample below LOD×LOD/2) + ∑(detected concentration)/no. of sample)

2) Acceptable daily intake(mg/kg.bw/day)

3) Estimated daily intake(mg/person/day) = average con.(mg/kg)×1.81(daily food intake, g)/1000

4) Maximum permissible intake = ADI×55.0(body weight, kg)

5) (EDI/MPI)×100

나타났다.

참고문헌

1. 이인선, 이현지, 조은예, 권순복, 이준수, 정현상, 황영, 조명철, 김행란, 유선미, 김혜영B : 관능적 특성에 의한 고추 품종별 고추장용 고춧가루 매운맛 등급화. 한국지역사회생활과학회지, 22:325~364, 2011.
2. 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자정보센타 한국식물병목록 : <http://genebank.rda.go.kr>
3. David, C, Emily, W and James, KD : Endocrine disruptors : Present issue futuer direction. The Quarterly Revies of Bilogy, 75:243~260, 2000.
4. 주현규, 김상수, 사동민 : 건조조건에 따른 고추의 색도와 향기성분의 변화. 한국자원식물학회지, 8:115~125, 1995.
5. 농업경제연구소 : 건조추 및 고춧가루 산업 현황 및 농협 가공사업에 시사점. [http://www.nheri.re.kr/\(2010\)\)](http://www.nheri.re.kr/(2010))).
6. 김성단, 김복순, 박성규, 김미선, 조태희, 한창호, 조한빈, 최병현 : 서울시 유통 건조농산물 중의 농약잔류 실태 연구. 한국식품과학회지, 39(2):114~121, 2007.
7. 식품공전. 식품의약품안전평가원, 2014
8. 임용래, 경예나, 정현상, 김혜영, 황인국, 유선미, 이준수 : 건조 방법에 따른 고춧가루의 품질특성. 한국식품영양과학회지, 41(9):1315~1319, 2012.
9. 송영진, 박세원, 천세철, 최미정, 정구춘, 이시경 : 국내 유통 고춧가루의 병원성 대장균 오염 및 대장균 저감화방법. 한국식품영양과학회지, 41(6):875~880, 2012.
10. 김광일, 김홍태, 경기성, 진충우, 정찬희, 안명수, 심석원, 윤상순, 김윤정, 이광구, 이기두, 이원재, 임정빈 : 충북지역 산지고추와 유통 고춧가루 중 잔류농약 모니터링 및 위해성평가. 농약과학회지, 10(1):15~21, 2006.
11. 윤방한, 김진탁, 서지은, 김종숙 : 유통고춧가루의 농약성분 잔류량 조사연구. 충청북도 보건환경연구원보, 23:55~73, 2014.
12. 김윤희, 이정숙, 박경애, 정소영, 조성애, 김남훈, 한성희, 이새람, 이정미, 유인실, 정권 : 농산물중 Tebuconazole의 다중농약다성분 분석법 연구. 서울특별시보건환경연구원보, 50:102~111, 2014.
13. 국민건강영양조사보고서, 2012.
14. 김욱희, 박성규, 하광태, 최영희, 승현정, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현, 김민영 : 국내 산지별 채소류의 잔류농약 실태 안전성평가. 서울특별시 보건환경연구원보, 45:44~63, 2009.
15. 안지운, 전영환, 황정인, 김정민, 석다룡, 이은향, 이성은, 정덕화, 김장역 : 국내 유통 과실류의 잔류농약 모니터링 및 위해성평가. 한국환경농학회지, 32:142~147, 2013.
16. 조성애, 김은희, 김경식, 김정현, 박석기 : 저장온도와 기간에 따른 고춧가루 중 농약의 잔류량 변화. 농약과학회지, 13(3):127~132, 2009.
17. 홍해근, 신상운, 김기철, 정일형, 김경아, 오상헌, 윤수정, 김철영, 장진호, 윤미혜, 이정복 : 경기도 보건환경연구원보, 24:95~102, 2012.