

충북지역 산지 고추와 유통 고춧가루 중 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가

김광일* · 김흥태¹ · 경기성¹ · 진충우 · 정찬희 · 안명수 · 심석원 · 윤상순 ·
김윤정 · 이광구 · 이기두 · 이원재 · 임정빈

국립농산물품질관리원 충북지원, ¹충북대학교 농업생명환경대학

요약 : 재배지 포장에서 채취한 풋고추와 홍고추, 열풍건조한 건고추 및 유통중인 고춧가루 중 농약 잔류량을 조사하고 그 안전성을 평가하기 위하여 충북지역의 10 농가에서 채취한 풋고추와 9 농가에서 채취한 홍고추, 청주시내 6개소의 대형유통마켓에서 채취한 8점의 고춧가루를 GLC-NPD/ECD와 HPLC로 분석하였다. 또한 건조에 따른 홍고추 중 농약잔류량 변화를 구명하기 위하여 농가에서 채취한 홍고추를 건조한 후 마쇄하여 농약잔류량을 분석하였다. 풋고추에서 9종, 홍고추와 건고추에서 12종 및 고춧가루에서 17종의 농약이 검출되었으며, 이 중 10종 농약(살균제 1성분과 살충제 9성분)이 잔류허용기준(MRL)을 초과하였다. MRL 초과율은 풋고추와 홍고추보다 건고추와 고춧가루에서 높았다. 일부 농약이 고추와 고춧가루에서 MRL을 초과하였으나 추정식이섭취량(EDI)은 ADI의 1.6% 미만으로 안전한 것으로 평가되었다. 또한 홍고추를 건조할 때 중량은 5.9~7.8배 감소하였으나 농약 잔류량은 1.7~8.2배 증가하여 고춧가루의 농약잔류허용기준 적용에 대한 재검토가 필요한 것으로 판단되었다.(2005년 7월 22일 접수, 2006년 3월 20일 수리)

색인어 : 건고추, 풋고추, 적고추, 고춧가루, 잔류농약

서 론

영농과정에서 농약의 사용은 고품질의 농산물 생산과 노동력 절감 등의 차원에서 필수적이거나 사용한 농약이 농산물에 잔류하여 사회적으로 우려의 대상이 되고 있으며, 최근 생활수준의 향상과 더불어 안전한 먹거리에 대한 소비자의 요구가 날로 증가함에 따라 연중 소비되는 주요 농산물인 고추도 소비자로부터 안전성에 대한 관심이 높아지고 있다.

우리나라에서 많이 재배되고 소비되는 채소류 중 하나인 고추의 원산지는 열대 아메리카로 고온성 작물에 속하고 우리나라에는 임진왜란 이전에 들어온 것으로 알려져 있으며, 우리의 식생활에서 없어서는 안 될 중요한 조미채소로서 전체 채소 중 가장 넓은 재배면적을 차지하는 작물이다. 또한 전국 어디에서나 재배되고 있는 고추는 농가에서 중요한 경제 작물이기도 하다(농촌진흥청, 2001). 2002년 충북지역의 건고추 재배면적 및 생산량은 전국적으로 두 번째로 많이 재배 및 생산되고 있으며, 재배면적은 전국의 16%, 생산량은 전국의 17%를 차지하고 있다(국립농

산물품질관리원, 2003a).

농산물 중 잔류농약 모니터링과 안전성 평가에 대한 연구결과는 일부 보고되고 있으나 대체로 여러 농약이 검출되지만 농약이 검출된 농산물의 섭취는 안전한 것으로 보고되었다. 한 등(2002)은 대전시 도매시장에서 수집한 과실류의 농약 잔류실태와 위해성 평가 연구에서 농약 검출율이 70.8%이었고 MRL 초과율은 1.67%이었으나 추정식이섭취량은 ADI의 1.22% 이하이었다고 보고하였으며, 한 등(2003)은 대전시 노은 도매시장에서 채취한 채소류 중 잔류농약을 분석한 결과 검출율이 46%이고 MRL 초과율이 6%이었으나 추정식이섭취량은 ADI의 0.46% 이하이었다고 보고하였다. Chum 등(2002)은 시중 농산물에 대한 잔류량 조사 결과 11%의 검출율을 보였으나 모두 MRL 이하이었다고 보고하였다. 또한 2004년도 서울 강북지역 유통 고추에 대한 잔류농약 모니터링 결과 농약 검출율은 21%이었으나 MRL 초과율은 1% 이하이었다고 하였다(이 등, 2004).

국립농산물품질관리원에서는 농산물품질관리 차원에서 생산·저장·출하전 단계의 농산물에 대한 안전성을 조사하고 있는데 2002년에 충북지원에도 총 87 품목 998건에 대한 안전성을 조사하였다. 그 중에서

*연락저자

Table 1. List of target pesticides for monitoring pesticide in peppers and pepper powder

Classification	Pesticide
Fungicide (32)	Bitertanol, Carbendazim, Carboxin, Chlorothalonil, Dichlofluanid, Difenconazole, Dimethomorph, Edifenphos, Fenarimol, Fenbuconazole, Flusilazole, Folpet, Hexaconazole, Iprobenfos(ibp), Iprodione, Isoprothiolane, Metalaxyl, Myclobutanil, Nuarimol, Penconazole, Pendimethalin, Procymidone, pyrazophos, Tebuconazole, Tetraconazole, Thifluzamid, Tolclofos-methyl, Tolyfluanid, Triadimefon, Triflumizole, Vinclozoline
Insecticide (60)	Acrinathrin, Azinphos-methyl, Bifenthrin, Buprofenzin, Cadusafos, Carbaryl, Carbofuran, Chlorfenapyr, Chlorfluazuron, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Cyfluthrin, Cyhalothrin-lambda, Cypermethrin, DDVP(dichlorvos), Deltamethrin, Diazinon, Dicofol, Diflubenzuron, Dimethoate, Endosulfan- α , β , sulfate, EPN, Ethoprophos, Fenazaquin, Fenitrothion, Fenpropathrin, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Flucythrinate, Flufenoxuron, Halfenprox, Imidacloprid, Isufenphos, Isoprocab, Lufenuron, Malathion, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Monocrotophos, Omethoate, Parathion, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Phosphamidone, Pirimiphos-methyl, Profenofos, Prothiofos, Pyraclofos, Pyridaben, Pyridaphenthion, Tebufenpyrad, Tebupirimfos, Teflubenzuron, Terbufos, Tetradifon, Tralomethrin, Triazophos,
Herbicide (18)	Alachlor, Bifenox, Methabenzthiazuron, Methidathion, Metribuzin, Molinate, Napropamide, Oxadiazon, Oxaziclomefon, Oxyfluorfen, Pendimethalin, Prometryn, Propanil, Simazine, Simetryne, Thiobencarb, Trifluralin, Chlorpropham

고추에 대한 안전성을 조사한 결과를 보면 총 71건 중 14건이 잔류허용기준을 초과하였는데, 풋고추가 28건 중 4건(14.3%)이, 홍고추는 23건 중 1건(4.3%)이, 건고추는 20건 중 9건(45.0%)이 잔류허용기준을 초과하여 건고추에서 잔류허용기준의 초과 비율이 가장 높았다(국립농산물품질관리원, 2003b).

따라서 건고추에서 잔류농약허용기준 초과 빈도가 높게 나타난 원인 및 문제점을 분석하여, 그 대책을 마련함으로써 고추 생산농가의 농약안전사용지도 자료로 활용하고, 궁극적으로는 안전한 농산물 생산·공급에 기여하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

표준물질 및 시약

분석대상 농약의 표준물질은 Dr. Ehrenstorfer사로부터 구입하였으며, 추출 및 정제를 위해 사용한 유기용매(acetone, acetonitrile, dichloromethane, *n*-hexane, methanol)와 염화나트륨(sodium chloride)은 Merck사 잔류분석용 특급시약(pesticide residue analysis grade)을 사용하였다. Column clean-up을 위한 SPE(Florisil, aminopropyl, 1 g/6 cc)는 Varian사 제품을 사용하였다.

분석대상 농약

본 연구의 분석대상농약은 국립농산물품질관리원의 농산물 중 잔류농약 스크리닝 표준분석법(국립농산물

품질관리원, 2003c)에 언급된 110종이었으며, 그 목록을 표 1에 제시하였다.

시료채취 및 홍고추의 건조

농약 잔류분석을 위한 시료로서는 풋고추, 홍고추, 건고추, 고춧가루를 사용하였는데 풋고추와 홍고추는 충북지역 5개 시·군(괴산, 보은, 음성, 청원, 충주)의 고추재배 농가 중 무작위로 선정한 10 농가의 재배포장에서 직접 채취하였다.

풋고추는 2003년 7월 28일부터 7월 30일 사이에 선정 농가에서 2 kg씩 채취하였으며, 홍고추는 2003년 8월 11일부터 8월 13일 사이에 선정 농가에서 8 kg을 채취하였다. 건고추 시료는 채취한 8 kg의 홍고추 중 6 kg을 열풍건조기로 건조하여 건고추 시료로 사용하였다. 유통 중인 고춧가루는 2003년 11월 10일에 6개 소의 청주시내 대형유통매장에서 원산지가 국산으로 표시된 8점을 채취하여 실험에 사용하였다. 채취한 모든 시료는 합하지 않고 각각을 분석하였다. 또한 고춧가루를 조제하기 위하여 산지에서 채취한 홍고추 6 kg을 65°C의 열풍건조기에서 72시간 건조한 후 분쇄기로 마쇄하여 분석용 고춧가루를 조제하였다.

잔류농약분석

고추시료 중 잔류농약은 식품공전(한국식품공업협회, 2002)과 국립농산물품질관리원의 ‘농산물 중 잔류농약 스크리닝 표준분석법’(국립농산물품질관리원,

Table 2. Gas chromatographic conditions for the analysis of pesticide residues in/on peppers and pepper powder

Instrument	Gas chromatograph equipped with GC-ECD/NPD (CP-3800, Varian)
Column	DB-5, 30 m L. × 0.25 mm I.D., 0.25 μm film thickness
Temperature	Oven : 130°C(2 min)→7°C/min(200°C)→2°C/min(220°C, 4 min)→10°C/min(300°C, 6 min) Injector : 250°C, detector : 320°C
Flow rate	Carrier(N ₂) : 1 mL/min. Hydrogen : 3 mL/min. Air : 60 mL/min.
Split ratio	60 : 1
Injection volume	1 μL

Table 3. HPLC-UVD conditions for the analysis of pesticide residues

Instrument	High-performance liquid chromatograph (Agilent 1100 Series)
Detector	Variable wavelength detector, 254 nm Fluorescence detector, excitation 286 nm/emission 316 nm
Column	Luna C ₁₈ (5 μm, 4.6 mm I.D. × 250 mm L.)
Mobile phase gradient	ACN : H ₂ O=30 : 70(0 min) → ACN : H ₂ O=30 : 70(2 min) ⇒ 1.0 mL/min ACN : H ₂ O=30 : 70(2 min) → ACN : H ₂ O=85 : 15(22 min) ⇒ 1.2 mL/min ACN : H ₂ O=85 : 15(22 min) → ACN : H ₂ O=85 : 15(28 min) ⇒ 1.2 mL/min ACN : H ₂ O=85 : 15(28 min) → ACN : H ₂ O=30 : 70(30 min) ⇒ 1.0 mL/min
Flow rate	1.0~1.2 mL/min
Injection volume	10 μL

2003c)에 따라 분석하였다. 즉, 시료 약 50 g(건고추와 고춧가루는 10 g)에(건고추와 고춧가루는 물 30 mL를 넣어 2시간 방치) acetonitrile 100 mL를 넣은 후 homogenizer (HG-92, SMT HIGH-FLEX)를 이용하여 3분간 균질화하였다. 여기에 염화나트륨 20 g을 넣고 1분간 진탕한 후 3,000 rpm에서 3분간 원심분리(Z513K, HERMLE)하여 acetonitrile층과 물층을 분리하였다. 상정액(acetonitrile층) 20 mL을 취하여 진공회전농축기를 이용하여 40°C의 수욕상에서 2~3 mL까지 감압 농축한 후, 질소미세 농축기로 용매를 완전히 제거하였다. 농축된 시료를 4 mL의 20% acetone/*n*-hexane으로 용해하였다. 미리 5 mL의 *n*-hexane으로 활성화시킨 Florisil 카트리지에 시료용액 2 mL를 가하여 흘려버리고 20% acetone/*n*-hexane 혼합용액 5 mL로 농약성분을 용출시켜 질소미세농축기로 농축한 후 2 mL의 20% acetone/*n*-hexane 혼합용액에 다시 녹여 GC-ECD/NPD로 정량하였다. HPLC 분석용 시료는 상정액(acetonitrile층) 40 mL을 취하여 40°C의 진공회전농축기에서 2~3 mL까지 감압 농축하고 질소미세농축기로 완전히 농축한 다음 5% methanol/dichloromethane 4 mL로 재용해시켰다. 미리 5 mL의 dichloromethane으로 활성화시킨 aminopropyl 카트리지에 시료 용액 1 mL를 가하여 흘려 버리고 5%

methanol/dichloromethane 5 mL로 농약성분을 용출시켜 질소미세농축기로 농축한 다음 이를 1 mL의 acetonitrile에 녹여 HPLC-UVD/FLD로 정량하였다. 대상농약은 GC와 HPLC를 이용한 다성분 동시분석법과 HPLC를 이용한 carbamate계 농약잔류분석법으로 분석하였으며, 기기분석 조건은 표 2와 3 및 4와 같다.

잔류허용기준 미설정 농약의 기준 적용

고추에 대한 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 hexaconazole, phenthoate, methidathion의 경우는 잔류허용기준이 설정된 채소류 중 MRL이 가장 낮은 작물인 오이에 대한 기준을 적용하였다.

위해성 평가

시료에서 검출된 농약에 대한 위해성은 평균잔류량으로부터 구한 추정식이섭취량(EDI)을 1일섭취허용량(ADI)으로 나누어 구한 %ADI로 평가하였다. 평균잔류량은 미국 EPA(1992)의 위해성 평가방법에 따라 검출한계 이하인 시료수에 검출한계의 절반을 곱한 값을 시료의 평균잔류량에 합한 후 전체 시료수로 나누어 구하였다. EDI 산출시 1일섭취량은 풋고추 4.4 g, 홍고추 0.1 g, 고춧가루 1.9 g으로 하였으며(국민건강영양조사보고서, 2001), 건고추의 경우는 국민건강영

Table 4. HPLC-FLD conditions for the analysis of carbamate pesticide residues

Instrument	High-performance liquid chromatograph (Agilent 1100 Series)
Detector	Fluorescence detector, excitation 330 nm/emission 466 nm
Column	Carbamate analysis column C ₁₈ (5 μm, 4.6 mm I.D. × 150 mm L.)
Mobile phase gradient	ACN : H ₂ O=15 : 85(0 min) → ACN : H ₂ O=15 : 85(2 min) ⇒ 1.0 mL/min ACN : H ₂ O=15 : 85(2 min) → ACN : H ₂ O=80 : 20(20 min) ⇒ 1.0 mL/min ACN : H ₂ O=80 : 20(20 min) → ACN : H ₂ O=80 : 20(22 min) ⇒ 1.0 mL/min ACN : H ₂ O=80 : 20(22 min) → ACN : H ₂ O=15 : 85(25 min) ⇒ 1.0 mL/min
Flow rate	1.0 mL/min Post reaction pump : 0.8 mL/min (NaOH 0.4 mL/min, OPA 0.4 mL/min)
Injection volume	10 μL

양조사보고서에 섭취량이 보고되지 않아 위해성 평가 대상에서 제외하였다.

결과 및 고찰

풋고추와 홍고추 및 고춧가루 중 농약잔류 실태

시료 중 잔류농약을 분석한 결과는 표 5에서 보는 바와 같이 풋고추에서 9성분, 홍고추에서는 12성분, 건고추에서 12종, 고춧가루에서 17종의 농약이 검출되었으며, 농약 검출율은 풋고추 10~70%, 홍고추 11~78%, 건고추 11~100%, 고춧가루 13~100%이었다. 홍고추에서 검출된 농약 중에는 풋고추에서 검출되지 않았던 fenitrothion, hexaconazole, tebuconazole이 검출되어 농가에서 병충해 방제를 위해 추가적으로 농약을 사용하였음을 알 수 있었는데 특히 hexaconazole과 tebuconazole은 고추의 흰가루병과 탄저병의 방제에 사용하는 살균제로서 일반적으로 고추의 생육 전기보다는 후기에 주로 사용하는 농약이기 때문에(농약공업협회, 2004) 풋고추에서 검출되지 않았던 성분이 홍고추에서 검출된 것으로 생각되었다.

풋고추와 홍고추 및 고춧가루의 모든 시료에서 5종의 살균제와 13종의 살충제가 검출되었는데 검출된 5종의 살균제 중 hexaconazole과 8종의 살충제 중 chlorpyrifos, cypermethrin, endosulfan, fenitrothion은 고추에 등록되지 않은 농약이었다(농약공업협회, 2004). 이 결과로 미루어 볼 때 농산물중 잔류농약의 안전성을 확보하기 위하여 미등록 농약을 사용하지 못하도록 농민과 농약판매상에 대한 교육 및 홍보를 강화하고 고추 병해충 방제를 위하여 다양한 농약을 등록할 수 있도록 하여 농민이 농약을 선택함에 있어 폭을 넓혀 주는 것이 필요할 것으로 판단되었다.

농약잔류허용기준을 초과한 농약은 표 5에서 보는 바와 같이 총 28종 농약 중 10종 농약이 잔류허용기

준을 초과하였는데 MRL 초과 농약은 풋고추에서 chlorpyrifos, cypermethrin, endosulfan, 홍고추에서 hexaconazole, 건고추에서 cypermethrin, endosulfan, fenvalerate, hexaconazole, lufenuron, 유통 고춧가루에서 chlorpyrifos, cypermethrin, endosulfan, fenitrothion, fenvalerate, EPN, methidathion, phenthoate이었다. 이 결과는 농민이 농약사용 시 해당농약의 안전사용기준(pre-harvest interval)을 준수하지 않았기 때문인 것으로 추정되었다. 잔류허용기준 초과 건수는 풋고추가 10점 중 3점(30.0%), 홍고추는 9점 중 1점(11.1%), 건고추는 9점 중 6점(66.7%), 고춧가루는 8점 중 7점(87.5%)으로 건고추와 고춧가루에서 잔류허용기준 초과율이 높았는데 이는 건조고추와 고춧가루는 건조과정 중 수분이 제거되면서 무게가 감소하여 상대적으로 잔류농도가 증가한 것으로 추정되었다.

고추 및 고춧가루 중 잔류농약의 위해성 평가

풋고추와 홍고추 및 고춧가루 중 ADI 대비 EDI의 비율은 풋고추 0.013~0.221%, 홍고추 0.001~0.011%, 고춧가루 0.009~1.568%이었으며, 모두 1.6% 미만으로 풋고추와 홍고추 및 고춧가루를 섭취함에 따른 위해성은 매우 낮은 것으로 판단되었다. 홍고추에서 검출된 살충제 methidathion이 ADI 대비 EDI의 비율이 가장 높았는데 이는 이 농약의 ADI가 0.001 mg/kg 체중(The pesticide manual, 2003)으로 매우 낮기 때문인 것으로 추정된다.

건조에 따른 홍고추 중 농약잔류량 변화

홍고추를 건조하였을 때 증량은 표 6에서 보는 바와 같이 5.9~7.8배(평균 6.8배) 감소하였으나 검출된 농약의 농도는 홍고추보다 건고추에서 1.7~8.2배 증가하였다. 농약잔류허용기준을 초과하는 농약이 홍고추보다 건고추에서 많았는데 이는 건조 시 고추 중

Table 5. Pesticides detected in peppers and pepper powder and assessment of their risk

Commodity	Pesticide detected	Detection rate (%)	Detection range (mg/kg)	Average conc. ^{a)} (mg/kg)	MRL (mg/kg)	EDI ^{b)} (µg/day/man)	ADI ^{c)} (µg/day/man)	% ADI ^{d)}
Green pepper	Chlorothalonil	70	0.019~4.868	0.582	5.00	2.561	1,650	0.155
	Procymidone	10	0.143~0.143	0.158	5.00	0.695	5,500	0.013
	Chlorpyrifos	10	0.531~0.531	0.088	0.50	0.387	550	0.070
	Cyhalothrin	10	0.047~0.047	0.029	0.50	0.128	110	0.116
	Cypermethrin	50	0.110~0.539	0.223	0.50	0.981	2,750	0.036
	Deltamethrin	10	0.099~0.099	0.081	0.20	0.356	550	0.065
	Endosulfan	30	0.148~1.242	0.166	1.00	0.730	330	0.221
	Fenvalerate	30	0.027~0.190	0.081	1.00	0.356	1,100	0.032
Lufenuron	10	0.146~0.146	0.086	0.50	0.378	550	0.069	
Red pepper	Chlorothalonil	78	0.011~0.792	0.130	5.00	0.013	1,650	0.001
	Hexaconazole	11	0.159~0.159	0.297	0.05 ^{e)}	0.030	275	0.011
	Procymidone	11	0.064~0.064	0.135	5.00	0.014	5,500	0.000
	Tebuconazole	22	0.084~0.108	0.581	1.00	0.058	1,100	0.005
	Chlorpyrifos	22	0.012~0.272	0.071	0.50	0.007	550	0.001
	Cyhalothrin	22	0.032~0.043	0.028	0.50	0.003	110	0.003
	Cypermethrin	56	0.052~0.262	0.145	0.50	0.015	2,750	0.001
	Deltamethrin	22	0.055~0.065	0.069	0.20	0.007	550	0.001
	Endosulfan	22	0.349~0.713	0.132	1.00	0.013	330	0.004
	Fenitrothion	11	0.107~0.107	0.074	0.10	0.007	275	0.003
Fenvalerate	44	0.025~0.291	0.096	1.00	0.010	1,100	0.001	
Lufenuron	11	0.148~0.148	0.080	0.50	0.008	550	0.001	
Dried red pepper	Chlorothalonil	78	0.056~0.134	0.094	5.00	-	-	-
	Hexaconazole	11	0.365~0.365	1.439	0.05 ^{e)}	-	-	-
	Procymidone	22	0.180~0.368	0.619	5.00	-	-	-
	Tebuconazole	33	0.042~0.517	2.494	1.00	-	-	-
	Chlorpyrifos	22	0.018~0.467	0.173	0.50	-	-	-
	Cyhalothrin	22	0.146~0.175	0.132	0.50	-	-	-
	Cypermethrin	56	0.301~2.163	0.847	0.50	-	-	-
	Deltamethrin	22	0.072~0.161	0.304	0.20	-	-	-
	Endosulfan	100	0.710~2.797	1.288	1.00	-	-	-
	Fenitrothion	11	0.024~0.024	0.315	0.10	-	-	-
Fenvalerate	44	0.196~1.356	0.499	1.00	-	-	-	
Lufenuron	11	0.807~0.807	0.406	0.50	-	-	-	
Pepper powder	Chlorothalonil	100	0.043~0.168	0.079	5.00	0.150	1,650	0.009
	Procymidone	63	0.091~0.188	0.324	5.00	0.616	5,500	0.011
	Tebuconazole	88	0.036~0.697	0.196	1.00	0.372	1,100	0.034
	Vinclozolin	13	0.059~0.059	0.144	3.00	0.274	550	0.050
	Chlorpyrifos	100	0.115~0.697	0.262	0.50	0.498	550	0.091
	Cyhalothrin	50	0.022~0.078	0.080	0.50	0.152	110	0.138
	Cypermethrin	100	0.351~1.109	0.652	0.50	1.239	2,750	0.045
	Deltamethrin	13	0.055~0.055	0.285	0.20	0.542	550	0.098
	Endosulfan	100	0.246~1.418	0.653	1.00	1.241	330	0.376
	Fenitrothion	38	0.055~0.321	0.255	0.10	0.485	275	0.176
	Fenvalerate	100	0.309~2.044	0.687	1.00	1.305	1,100	0.119
	Lufenuron	50	0.039~0.243	0.217	0.50	0.412	550	0.075
	Chlorfenapyr	50	0.049~0.196	0.122	0.70	0.232	1,430	0.016
	Chlorpyrifos-methyl	13	0.01~0.01	0.140	0.10	0.266	550	0.048
	EPN	50	0.068~0.196	0.306	0.10	0.581	127	0.460
Methidathion	13	0.359~0.359	0.454	0.05 ^{e)}	0.863	55	1.568	
Phenthoate	63	0.020~0.226	0.196	0.20 ^{e)}	0.372	165	0.226	

a) Calculated from the equation $\{(No. of sample below LOD \times LOD/2) + \sum(\text{concentration detected})\} / No. of total sample$.

b) Average concentration(mg/kg) \times daily food intake(kg/day/person). c) ADI \times 55 kg. d) (EDI/ADI) \times 100.

e) MRL for cucumber.

수분이 감소함에 따라 잔류량이 상대적으로 증가하기 때문인 것으로 판단되었다.

현재 우리나라는 수삼, 인삼(건삼), 인삼농축액은 각각 별도의 잔류허용기준을 설정하여 적용하고 있으나

(식품의약품안전청, 2005) 풋고추, 홍고추, 건고추, 고춧가루에 대해서는 풋고추의 시험결과를 근거로 설정한 잔류허용기준을 동일하게 적용하고 있어 이에 대한 제도의 보완이 시급한 것으로 판단되었다.

Table 6. Change of pesticide concentration in red pepper by oven-drying at 65°C for 72 hours

Pesticide	Concentration (mg/kg)		Ratio (B/A)	Remarks
	Before drying, A	After drying, B		
Hexaconazole	0.159	0.365	2.3	Fungicide
Procymidone	0.064	0.180	2.8	Fungicide
Tebuconazole	0.103	0.517	5.0	Fungicide
Chlorpyrifos	0.272	0.467	1.7	Insecticide
Cyhalothrin	0.032	0.146	4.6	Insecticide
Cypermethrin	0.262	2.163	8.2	Insecticide
Deltamethrin	0.065	0.161	2.5	Insecticide
Endosulfan	0.349	2.408	6.9	Insecticide
Fenvalerate	0.291	1.356	4.7	Insecticide
Lufenuron	0.148	0.807	5.5	Insecticide

인용문헌

Chun, Ock-Kyung, Kee-Young Shin, Jib-Ho Lee, Ju-Sung Bak, Tae-Hee Cho, Tae-Rang Kim, Ouk-Hee Kim, Min-Su Chang, In-Suck Hong, Te0-Jun Son, Sung-Ae Cho, Young-Hee Choi, Young-Ho Seo, Bok-Soon Kim and Hee-Gon Kang (2002) A study on current status of pesticide residues in commercial agricultural products, 2001, Food Sci. Biotechnol. 11(6):602~607.

EPA (1992) Guidelines for exposure assessment. Anticipated residues fot chronic dietary exposure assessment for choropyrifos RED.

The Pesticide Manual (2003) C. D. S. Tomlin ed., Thirteenth edition, p 648.

국립농산물품질관리원 (2003c) 농산물 중 잔류농약 스크리닝 표준분석법.

국립농산물품질관리원 (2003b) 농산물품질관리연보. pp.42~43.

국립농산물품질관리원 (2003a) 작물통계. pp.108~109.

농약공업협회 (2004) 농약사용지침서.

농촌진흥청 (2001) 고추재배. pp.23~26.

보건복지부 (2001) 국민건강영양조사(영양조사부문), pp.101~111.

식품의약품안전청 (2005) 식품의 농약잔류허용기준, pp.271~273.

이상미, 육동현, 박성규, 김은정, 황영숙, 양혜란, 김성단, 김동규, 김미선, 박영애, 이재규, 한선희, 최성민, 강희곤 (2004) 서울시 강북지역 유통 농산물 중 농약잔류실태조사(VI), 서울특별시 보건환경연구원 보, 40:117~126.

한국식품공업협회 (2002) 식품공전, 제 7. 일반시험법 중 9. 식품 중 농약잔류시험법, pp.657~805.

한국탁, 박혜진, 이규승, 김일중, 김규섭, 조성민 (2002) 대전시 유통 과실류의 농약잔류실태 및 위해성 평가, 한국환경농학회지 21(4):279~285.

한국탁, 이규승, 이은경, 이용재, 고광용, 원동준, 이정원, 권순덕 (2003) 대전시 노은 도매시장 채소류의 농약잔류 실태 및 식이섭취량 추정, 한국환경농학회지 22(3):210~214.

Monitoring of pesticide residues in peppers from farmgate and pepper powder from wholesale market in Chungbuk area and their risk assessment

Kwang-Il Kim*, Heung-Tae Kim¹, Kee-Sung Kyung¹, Chung-Woo Jin, Chan-Hee Jeong, Myung-Soo Ahn, Seok-Won Sim, Sang-Soon Yun, Yun-Jeong Kim, Kwang-Goo Lee, Kee-Doo Lee, Won-Jae Lee and Jeong-Bin Lim (*National Agricultural Products Quality Management Service, Chungbuk Province, Cheongju 360-012, Korea and ¹College of Agriculture, Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea.*)

Abstract : In order to monitor the pesticide residues in/on peppers and pepper powder and to assess their risk, pesticides in/on green pepper from 10 farmgates and fresh red pepper from 9 farmgates in Chungbuk area and pepper powder from 6 wholesale markets in Cheongju city were analyzed with a GLC and an HPLC. Also, pepper powder made by pulverization of the dried red pepper was analyzed to elucidate the change of pesticide residues in fresh red pepper by oven-drying. The number of pesticides detected from green pepper, fresh red pepper, dried red pepper and pepper powder were 9, 12, 12, and 17, respectively, including 10 pesticides (one fungicide and nine insecticides) which were exceeded the maximum residue limits (MRLs). The exceeding rate of the MRL were higher in dried red pepper and pepper powder than in green pepper and fresh red pepper. Although some pesticides in peppers and pepper powder exceeded the MRLs, their estimated daily intake(EDI) were less than 1.6% of their acceptable daily intakes(ADIs), suggesting that it would be estimated to safe. By oven-drying of fresh red pepper at 65°C for 72 hours, the weight of dried red pepper was from 1/5.9 from 1/7.8 of fresh red pepper, while the concentration of pesticide residue in dried red pepper increased from 1.7 to 8.2 times, suggesting that further reconsideration was required for the MRL of pepper powder.

Key word : dried pepper, green pepper, monitoring, MRL, red pepper, pepper powder, pesticide residue

*Corresponding author (Fax : +82-043-287-7216, E-mail : kwangil@naqs.go.kr)