

재배환경, 품종 및 가공 방법에 따른 고추와 고춧잎 중 농약의 잔류 특성

이희동 · 유오종 · 임양빈 · 권혜영 · 진용덕 · 김진배 · 김윤한 · 박승순 · 오경석¹ · 고성림² ·
김태화³ · 노재관⁴ · 정근욱⁵ · 경기성^{5*}

농업과학기술원 농산물안전성부, ¹농촌진흥청 연구관리과, ²(주)랩프런티어,
³경북대학교 농업생명과학대학 응용생물과학부, ⁴충북농업기술원 농업환경과,
⁵충북대학교 농업생명환경대학 농화학과

요약 : 노지와 시설하우스에 재배중인 고추에 살포한 chlorothalonil과 imidacloprid는 시설하우스보다 노지에서 분해가 빨랐는데 시험기간 중 강우가 없었던 점을 고려하면 이는 주로 이슬에 의한 세척과 광분해에 의한 영향으로 추측되었다. 고추품종별 농약 잔류량 변화는 일정한 경향을 보이지 않았는데 이는 고추가 연속수확작물이고 또한 고추가 고춧잎 속에서 생육하여 농약이 골고루 묻지 않았기 때문으로 판단되었다. 풋고추를 절였을 경우에는 농약에 따라 약 30~71%의 잔류량 경감효과가 있었으며, 찌르고추를 볶았을 경우에는 20~41%의 경감효과가 있었다. 또한 esfenvalerate와 imidacloprid를 살포한 홍고추를 이용하여 고추장을 담가 2개월간 발효시켰을 경우에는 고추장에서 농약이 검출되지 않았다. 수확한 고춧잎 중 잔류농약은 물 세척에 의해 22~37%, 데침에 의해 74~95%, 데침 후 건조에 의해 17~55%의 고춧잎 중 잔류농약 경감을 보였다. (2005년 6월 8일 접수, 2006년 6월 20일 수리)

색인어 : 농약잔류양상, 풋고추, 홍고추, 가공, 세척, 제거율

서 론

농약은 농산물 생산에 있어 매우 중요한 농자재로서 인간의 생명 유지를 위한 식품을 충분히 제공하는데 크게 공헌하여 왔다. 그러나 농작물에 살포된 농약은 본래의 목적을 달성한 후 분해되어 농작물 중에 잔류되지 않아야 하는 것이 이상적이지만 대부분의 농약들은 합성유기화합물이기 때문에 그 자체의 물리화학적 특성에 따라 각기 다른 분해 과정을 거쳐 소실된다.

농약의 작물잔류성에 미치는 외형상의 요인은 농약의 제형, 이화학적 특성, 작물의 형태 및 성장속도, 기상 및 토양환경 등(정 등, 2000)으로 이러한 요인의 차이에 따라 잔류량이 현저히 달라질 수 있다. 또한 노지와 시설하우스에 살포된 농약은 강우와 광선의 강도 차이에 의해 농약의 잔류양상이 달라지는데 광분해와 관련하여 Führ(1982)는 환경 중에 유입된 농약은 여러 요인과 경로를 통하여 유실되지만 특히 농약이 태양광선중의 자외선을 흡수하여 광화학적 반응에 필요한 에너지를 얻고 이 에너지를 이용한 광화학적

분해과정(광분해)을 거치면서 분해되는 비율이 가장 크다고 하였다.

작물 재배기간 중 살포되어 작물체에 부착되거나 침투된 농약은 조리과정을 거치면서 잔류량이 변화하거나 감소하여 실제 섭취시의 식품 중 농약의 양은 농산물중의 초기 잔류량과 다를 수 있어 식품 중 잔류농약에 대한 Codex 기준을 설정할 때 조리, 가공, 저장에 의한 농약 잔류량의 변화가 가공계수(processing factor) 또는 감소계수(reduction factor)로 수치화하여 농약의 일일섭취량 계산에 적용하는데 이 추정 섭취량이 일일섭취허용량을 초과하지 않는 범위 내에서 농약의 식품 중 최대잔류허용량을 설정하고 있다(이, 1999; EPA, 2002).

세척에 의한 농산물중 농약의 제거율은 농약의 이화학적 특성, 농산물 표면의 형태, 세척 방법 등에 따라 큰 차이를 보이는데(이와 이, 1997), 물 세척만으로도 많은 양의 농약이 제거될 수 있으며, 수초간의 짧은 세척에도 많은 농약이 제거될 수 있다고 보고되었다(이, 1999; Krol, 2000). 또한 농산물 중에 잔류하는 농약의 제거율은 수용해도와는 큰 연관성이 없고 침투성에 영향을 받으며(Cabras, 1997; Krol, 2000;

*연락처

Carbas, 2000; Christensen과 Granby, 2002; 최 등, 2002), 채소의 데치기 및 끓이기, 쌀의 취반, 잼 제조 등과 같은 가열 조리에도 의해서도 농약 잔류량이 크게 변하였다고 하였다(Elkins 등, 1972; Lee와 Lee, 1995; 김, 1996; Soliman, 2001).

따라서 이 시험에서는 고추의 재배환경, 고추류 품종별 및 고추와 고춧잎의 가공방법별 잔류량의 변화를 조사하기 위하여 노지와 시설하우스에서 생육중인 고추에 농약을 살포하고 경시적 잔류량 및 가공방법별 잔류량 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

시험 작물 및 장소

재배환경별 고추용 농약의 잔류특성을 구명하기 위하여 시설과 노지에서 재배가 가능한 풋고추(광복), 고추품종별 농약잔류 양상을 비교한 시험에서는 풋고추(광복)와 파리고추(한샘) 및 착색단고추(부기)를, 가공방법별 잔류농약의 소실 양상을 조사한 시험에서는 홍고추(한반도), 풋고추(녹광), 파리고추(농우파리풋고추)를 선정하였다.

재배환경별 잔류양상 시험에서는 노지 시험구를 두었으나 나머지 시험에서는 강우에 의한 시험오차를 줄이기 위하여 시설하우스에서 시험하였다. 시험 장소는 고추 주산지인 충남 당진군 소재 농가에서 수행하였으며, 착색단고추의 경우는 전북 김제시 소재 착색단고추 전문 재배 단지에서 수행하였다.

시험농약, 약제살포 및 시료채취

재배환경별 잔류양상 시험에서는 비침투성 농약인 살균제 크로로타로닐 75% 수화제와 침투성농약인 살충제 이미다클로프리드 10% 수화제를 각각 600배와 2,000배의 농도로 희석하여 노지 및 시설하우스에서 재배중인 고추에 배부식 동력분무기로 약액이 충분히 묻도록 골고루 1회 살포 후 살포액이 마른 직후, 1, 3, 7일차에 풋고추 2 kg을 각각 채취하였다.

고추 품종별 잔류양상 시험에서는 살균제 타로닐 75% 수화제, 살충제 이미다클로프리드 10% 수화제 및 살충제 에스펜발레이트 1.5% 유제를 각각 600배와 2,000배 및 1,000배의 농도로 희석하여 시설하우스에서 재배중인 고추에 배부식 동력분무기로 약액이 충분히 묻도록 골고루 1회 살포 후 살포액이 마른 직후, 1, 3, 5, 7일차에 2 kg을 각각 채취하였다. 그러나 크로로타로닐 75% 수화제는 시험 당시 착색단고추에

등록되어 있지 않아 살포하지 않았다.

가공방법별 고추와 고춧잎 중 농약 잔류량 변화 시험에서는 알파스린 2% 유제, 비펜스린 1% 유제, 클로르헥나피르 10% 액상수화제, 에스펜발레이트 1.5% 유제, 이미다클로프리드 8% 액상수화제를 시험약제로 사용하였다. 알파스린, 비펜스린 및 에스펜발레이트 유제는 1,000배, 클로르헥나피르와 이미다클로프리드 액상수화제는 2,000배 희석하여 배부식 동력분무기로 약액이 충분히 묻도록 골고루 1회 살포 후 3일차에 고추 2 kg과 고춧잎 200 g을 각각 채취하였다. 홍고추의 경우는 이미다클로프리드 10% 수화제와 에스펜발레이트 1.5% 유제를 각각 2,000배와 1,000배로 희석하여 노지에서 재배중인 홍고추에 배부식 동력분무기를 사용하여 약액이 충분히 골고루 묻도록 7일 간격으로 5회 살포 후 살포액이 마른 직후 7 kg을 각각 채취하였다.

농약 잔류량 분석

고추와 고춧잎중 alpha-cypermethrin, bifenthrin, chlorfenapyr, chlorothalonil, esfenvalerate, imidacloprid의 잔류분석방법은 다음과 같다. 마쇄하여 균질화 된 가공 전후 고추 10 g과 고춧잎 5 g에 acetone 100 mL를 넣고 고속균질기(Ultra homogenizer, DI 25 basic)로 5분간 균질화한 후 흡입 여과 하였다. 여액을 1 L 분액여두에 옮기고 포화식염수 100 mL와 dichloromethane 50 mL를 넣고 250 rpm에서 5분간 진탕하여 분배한 후 용매층을 회수하고 무수 sodium sulfate 층을 통과시켜 수분을 제거하였다. 이 분배액을 35°C의 수조 상에서 감압 농축하여 용매를 제거하고 잔사물 2 mL의 *n*-hexane:dichloromethane(8:2, v/v)에 용해하였다. 활성화된 Florisil 5 g을 유리관(내경 11 mm, 길이 20 cm)에 충전한 후 무수 sodium sulfate 약 2 g을 넣고 *n*-hexane 50 mL로 Florisil을 세정 후 상기 용해 시료를 모두 가한 후 *n*-hexane 50 mL로 세정하여 버렸다. Imidacloprid를 제외한 농약성분은 *n*-hexane : dichloromethane(8:2, v/v) 50 mL를 흘려버리고 *n*-hexane : dichloromethane:acetonitrile(48.5:50:1.5, v/v/v) 60 mL로 농약성분을 용출한 후 농축·건고하고 *n*-hexane 2 mL에 재용해하였으며, imidacloprid의 경우는 *n*-hexane : dichloromethane : acetonitrile(45:50:5, v/v/v) 50 mL를 흘려버리고 dichloromethane : acetonitrile(5:5, v/v) 50 mL로 용출한 후 농축·건고하고 acetonitrile 2 mL에 재용해하였다. 재용해한 시료를 imidacloprid를 제외한 경우는 전자포획검출기(ECD)가 장착된 기체크로마토

Table 1. Chromatographic conditions for the analysis of pesticides used

<i>Gas chromatography</i>	
Instrument	GC Hewlett Packard 6890 equipped with NPD and ECD
Column	HP-5 (30 m L. × 320 μm I.D. × 0.25 μm film thickness)
Flow rate	Carrier (N ₂) : 1.5 mL min ⁻¹ Make-up (N ₂) : 60 mL min ⁻¹
Temperature	Oven : 130°C (maintained for 1 min), increased to 270°C at a rate of 5°C min ⁻¹ , maintained for 15 min. Injection port : 260°C Detector : 300°C
Injection mode	Splitless
Injection volume	1 μL
<i>High performance liquid chromatography</i>	
Instrument	HP 1100 series equipped with UVD
Column	C18 LiChrocart (250 mm L. × 4.6 mm I.D.)
Detector	UV detector
Wavelength	270 nm
Mobile phase	Acetonitrile:water (30:70, v/v)
Flow rate	1 mL min ⁻¹
Injection volume	10 μL

그라프(GC)로, imidacloprid는 자외선검출기(UVD)가 장착된 고성능액체크로마토그래프(HPLC)로 잔류농약을 분석하였으며, 분석조건은 표 1에 제시하였다.

한편 고추장의 경우는 고추장 10 g에 증류수 100 mL를 넣고 혼합하고 여기에 dichloromethane 100 mL를 넣고 고속균질기(Ultra Turrax homogenizer, DI 25 basic)로 5분간 균질화하여 감압여과한 후 dichloromethane층을 분리하였다. 용매층에 증류수 100 mL를 넣고 진탕하여 dichloromethane층을 분리하는 방법으로 1회 추가 추출한 후 앞서의 방법과 같은 방법으로 추출, 정제 및 분석하였다.

가공방법별 고추와 고춧잎 중 농약 잔류량 변화

풋고추는 절임, 파리고추는 볶음, 홍고추는 고추장으로 가공하였다. 모든 고추는 가공전 8 L 50 sec⁻¹의 유수조건에서 30초간 손세척하여 물을 버리고 같은 유수조건에서 30초간 1회 추가 손세척하였다. 절임은 세척하여 물기를 제거한 풋고추 500 g에 30분간 끓여서 식힌 간장 700 mL를 넣고 2개월간 숙성하였으며, 볶음은 세척하여 물기를 제거한 파리고추 170 g에 식용유 36 g을 넣고 10분간 볶았다. 고추장은 엿기름 1.5 kg, 메주가루 20 g, 찹쌀가루 1.5 kg, 소금 30 g을 잘 섞은 후 물 1.8 L를 넣고 10시간 약한 불에서 달인 후 고춧가루 300 g과 혼합하여 20°C의 항온기에서 2개월간 숙성하였다.

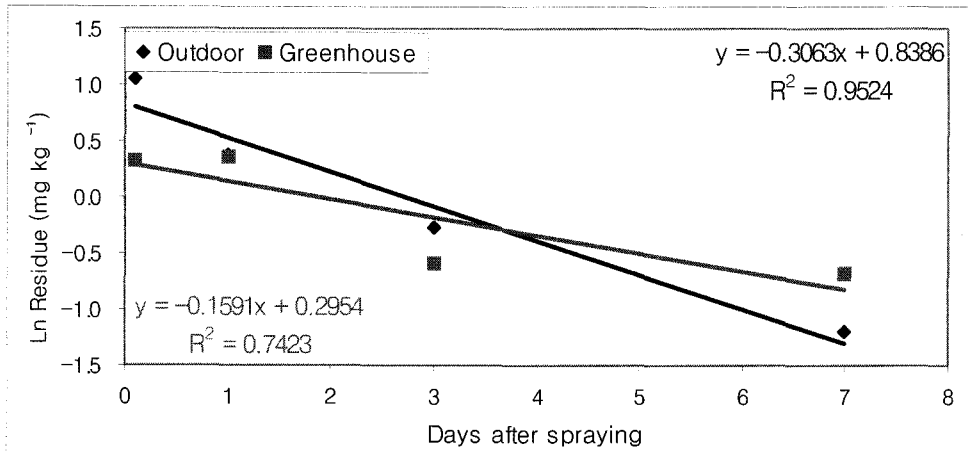
고춧잎은 수세 후 데침과 데침 후 건조하는 방법으

로 가공하였다. 모든 고춧잎은 가공 전 10분간 침지 후 8 L 50 sec⁻¹의 유수조건에서 30초간 손세척하여 물을 버리고 같은 유수조건에서 30초간 1회 추가 손세척 하였다. 데침은 끓는 물에 3분간 데쳤으며, 건조는 데친 고춧잎을 손으로 꼭 짜 어느 정도 물을 제거한 후 3일간 양건하였다.

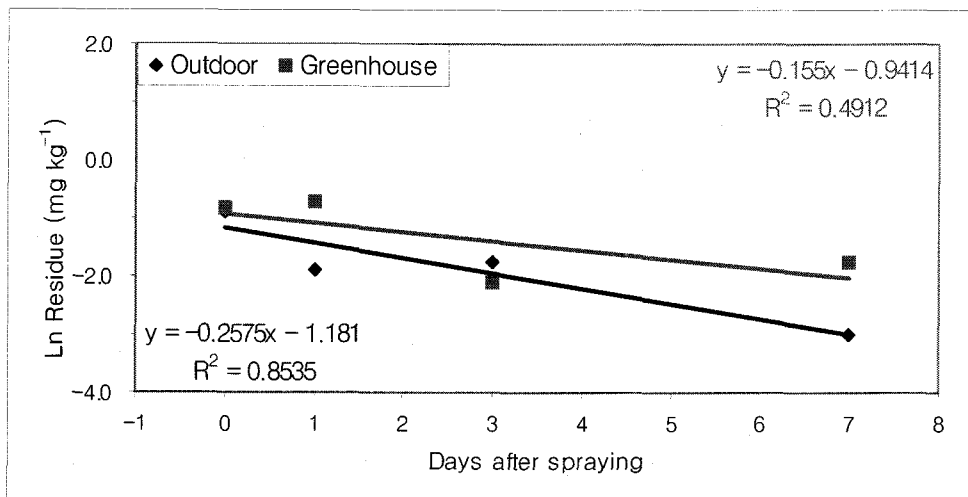
결과 및 고찰

재배환경별 고추 중 농약잔류 양상

노지와 시설하우스에서 재배중인 고추 중 chlorothalonil과 imidacloprid의 경시적 잔류량 변화는 그림 1에서 보는 바와 같이 시설하우스 보다 노지에서 잔류량 경감율이 큰 것으로 나타났으며, 농약성분간의 경감율은 imidacloprid보다 chlorothalonil이 더 큰 경향이였다. 이와 같은 결과는 시설하우스에서는 강우나 이슬에 의한 영향이 거의 없고 자외선 투과도 낮지만, 노지조건에서는 강우나 이슬에 의한 영향과 상대적으로 높은 광의 강도를 가지게 됨으로 이에 의한 소실이 큰 것으로 판단되었으나 시험기간중 강우가 없었던 점을 고려하면 주로 이슬에 의한 세척과 광분해에 의한 영향으로 보인다. Führ(1982)는 환경중에 유입된 농약이 여러 요인과 경로를 통하여 유실되지만 특히 농약이 태양광선 중의 자외선을 흡수하여 광화학적 반응에 필요한 에너지를 얻고 이 에너지를 이용한 광화학적 분해과정(광분해)을 거치면서 분



(A)



(B)

Fig. 1. Change of chlorothalonil (A) and imidacloprid (B) residues in green pepper grown in outdoor and under greenhouse conditions.

해되는 비율이 가장 크다고 보고한 바 있다.

고추 품종별 농약잔류 양상

고추 품종별 즉 풋고추와 파리고추 및 착색단고추 중 경시적 농약잔류량 변화는 그림 2에서 보는 바와 같다. Chlorothalonil의 경우는 풋고추와 파리고추의 잔류량이 큰 차이를 보이지 않아 일반적으로 알려진 파리고추가 무게대비 비표면적이 커서 풋고추보다 잔류량이 많다는 결과와는 차이를 보였는데 이는 하우스에서 재배중인 풋고추와 파리고추가 대부분 잎에 가려있어 관행법으로 살포한 시험조건에서 고추에 충분히 농약이 묻지 않았기 때문인 것으로 추정된다. Imidacloprid의 경우는 착색단고추 > 풋고추 ≥ 파리고추 순이었고 esfenvalerate는 파리고추 > 풋고추 ≥ 착색단고추 순으로 나타나 일정한 경향을 보이지 않

았다. 이는 고추류가 연속수확작물이고 대부분 고춧잎에 가려있는 특성 때문에 고추에 농약이 균일하게 살포되지 않았기 때문인 것으로 생각되었다.

고추의 가공방법별 농약잔류 양상

고추류의 가공방법별 잔류농약의 변화는 풋고추를 절였을 경우에는 표 2에서 보는 바와 같이 농약의 종류에 따라 차이를 보여 대체로 약 30~71%의 농약 잔류량이 감소하는 경향을 보였으나 농약의 물리화학적 특성에 따른 경향은 나타나지 않았다.

파리고추를 볶았을 경우에는 표 3에 제시한 바와 같이 농약의 종류에 따라 20~41%의 농약 잔류량이 감소하는 경향을 보였으나 풋고추의 절임 경우와 마찬가지로 농약의 물리화학적 특성에 따른 경향은 나타나지 않았다.

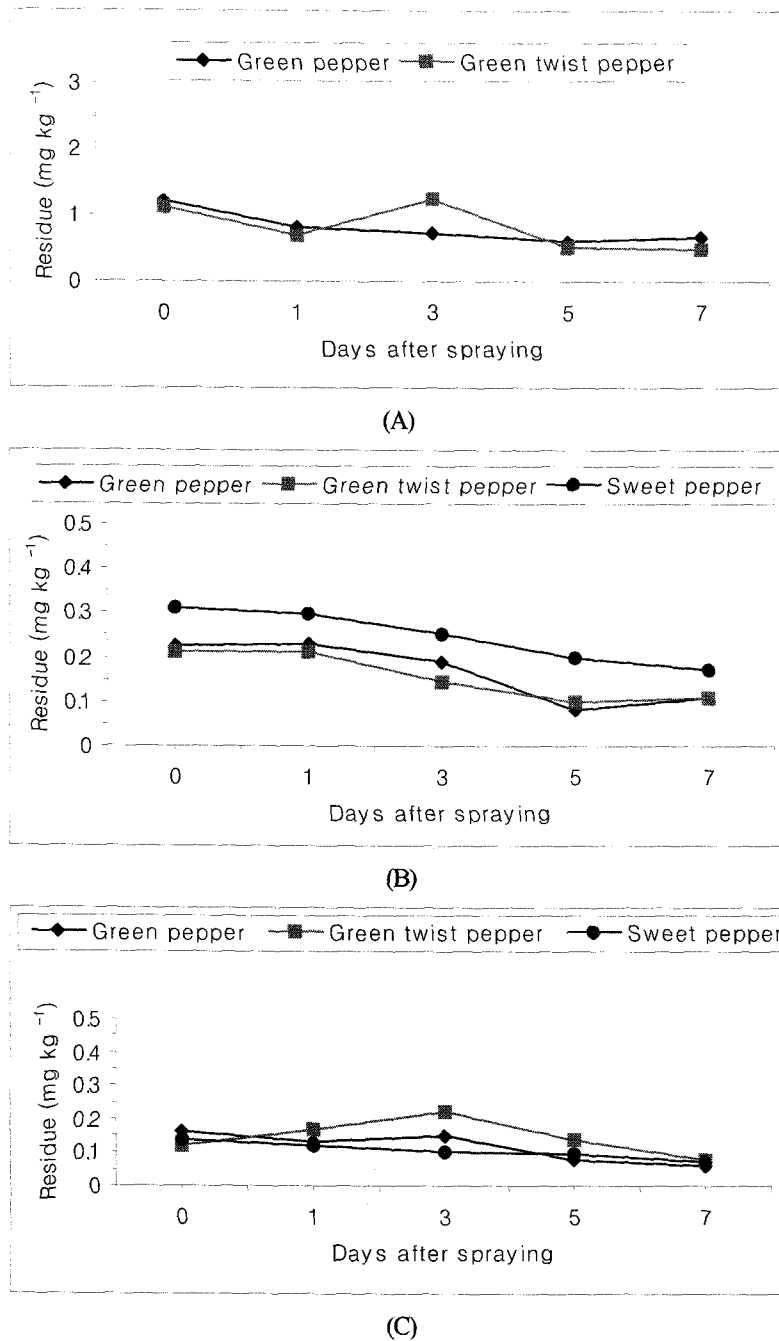


Fig. 2. Change of chlorothalonil (A), imidacloprid (B), and esfenvalerate (C) residues in some peppers grown under greenhouse conditions.

또한 홍고추로 제조한 고춧가루로 고추장을 담가 2개월간 숙성하였을 때 esfenvalerate와 imidacloprid가 검출되지 않아 최소한 초기 농약 잔류량의 약 10% 수준 이하로 감소하였는데(표 4) 이는 고추장 제조 시 고춧가루가 다른 재료와 섞이면서 희석되었을 뿐만 아니라 2개월간의 발효과정에서 분해되었기 때문인 것으로 추정되었다.

고춧잎의 가공방법별 농약 잔류량 변화

수확한 고춧잎은 수세 후 데침과 데침 후 건조하는 방법으로 가공하였으며, 그 결과는 표 5에 제시하였다. 수세에 의한 농약 잔류량 경감효과는 약 22~37%이었으며, 농약의 계열별 차이는 일정한 경향을 보이지 않았다. 이는 시험농약 중 대부분이 물에 대한 용해도가 0.002 mg kg^{-1} 이하(Tomlin, 2000)인 합성피레스로이드계 농약이기 때문인 것으로 보였다. 그러나 시험농약중 물에 대한 용해도가 610 mg kg^{-1} (Tomlin, 2000)으로 가장 큰 imidacloprid는 약 37%의 세척율을

Table 2. Change of residue of some pesticides in green pepper by pickling with soy sauce

Pesticide	Residue (mg kg ⁻¹)		Diminution rate (%)
	Before pickling	After pickling	
Alpha-cypermethrin	0.24 ± 0.01	0.17 ± 0.01	29.59 ± 0.73
Bifenthrin	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.00	33.70 ± 1.64
Chlorfenapyr	0.21 ± 0.01	0.09 ± 0.01	57.86 ± 0.51
Esfenvalerate	0.10 ± 0.01	0.05 ± 0.00	50.26 ± 3.46
Imidacloprid	0.14 ± 0.00	0.04 ± 0.01	71.22 ± 4.50

Table 3. Change of residue of some pesticides in green twist pepper by frying with vegetable oil

Pesticide	Residue (mg kg ⁻¹)		Diminution rate (%)
	Before frying	After frying	
Alpha-cypermethrin	0.26 ± 0.00	0.18 ± 0.00	31.85 ± 0.49
Bifenthrin	0.12 ± 0.01	0.08 ± 0.01	33.52 ± 2.42
Chlorfenapyr	0.46 ± 0.02	0.27 ± 0.01	40.57 ± 1.21
Esfenvalerate	0.11 ± 0.11	0.08 ± 0.01	27.58 ± 2.15
Imidacloprid	0.15 ± 0.01	0.12 ± 0.00	19.91 ± 3.60

Table 4. Change of residue of esfenvalerate and imidacloprid in hot pepper paste

Pesticide	Concentration (mg kg ⁻¹)	
	Powdered hot pepper	After fermentation ^{a)}
Esfenvalerate	0.06 ± 0.00	Less than 0.005 mg kg ⁻¹
Imidacloprid	0.15 ± 0.01	Less than 0.005 mg kg ⁻¹

^{a)}Fermented for 2 months.

Table 5. Change of pesticide residues in green pepper leaves by washing, parboiling and drying

Pesticide	Residue at harvest (mg kg ⁻¹)	After washing		After parboiling		After drying ^{a)}	
		Residue (mg kg ⁻¹)	Removal rate (%) ^{b)}	Residue (mg kg ⁻¹)	Removal rate (%) ^{b)}	Residue (mg kg ⁻¹)	Removal rate (%) ^{b)}
Alpha-cypermethrin	1.54 (100%)	1.04 (68%)	32.47	0.21 (14%)	79.81	1.31 (11%) ^{c)}	16.83
Bifenthrin	1.62 (100%)	1.18 (73%)	27.16	0.31 (19%)	73.73	1.64 (14%)	29.46
Chlorfenapyr	4.20 (100%)	3.28 (78%)	21.90	0.65 (16%)	80.18	2.67 (9%)	45.23
Esfenvalerate	2.35 (100%)	1.65 (70%)	29.79	0.29 (12%)	82.42	1.21 (7%)	44.37
Imidacloprid	3.60 (100%)	2.28 (63%)	36.67	0.11 (3%)	95.18	0.37 (2%)	55.15

^{a)}Weight of fresh pepper leaves was approximately 7.5 times higher than that of parboiled ones after drying under sunlight for 3 days.

^{b)}Calculated from the equation, 100-(concentration after washing*100/concentration at harvest)

^{c)}Calculated from the equation, 100-(concentration after parboiling*100/concentration after washing)

^{d)}Calculated from the equation, 100-((concentration after drying*100/7.5)/concentration after parboiling)

^{e)}Figures in parentheses present the ratios (%) of pesticide concentration between those at harvest and those in each processing steps. Especially, in case of drying of parboiled pepper leaves, the ratios were calculated from the equation, 100-((concentration after drying*100/7.5)/concentration at harvest).

보여 용해도가 매우 낮은 다른 농약보다 세척율이 월등히 크지 않았는데 이는 이 농약의 큰 침투 이행성 때문에 살포한 농약이 이미 고춧잎 속으로 침투 이행되었기 때문에 세척에 의해 제거되는 양이 적은 것으로 추측되었다.

데침에 의한 고춧잎 중 잔류농약의 경감율은 약 74~95%이었으며, 물에 거의 녹지 않는 bifenthrin이 가장 낮았고 물에 대한 용해도가 가장 큰 imidacloprid가 데침에 의한 잔류농약 경감율이 약 95%로 가장 커서 데침에 의해 고춧잎에 잔류하는 농약이 제거되는 것은 해당 농약의 용해도에 어느 정도 영향을 받는 것으로 판단되었다. 또한 수확 시 고춧잎에 잔류하는 농약이 수세와 데침에 의해 제거되고 남아있는 양은 초기 잔류량의 3~19%이었다.

데침 후 건조한 고춧잎 중 농약 잔류량은 데친 고춧잎 중 잔류량보다 3.4~6.2배 증가하였으나 데침 후 건조시 감소한 평균 무게 감소비인 7.5를 적용하여 잔류량을 환산했을 때 약 17~55% 농약 잔류량이 데침 후 건조과정에서 감소한 것으로 나타났다. 이러한 잔류량 감소는 데친 고춧잎을 양건할 때 광분해에 의한 영향을 배제할 수 없었으며, 데침 후 건조한 고춧잎 중 농약 잔류량은 수확 시 잔류량의 2~14% 수준이었다.

인용문헌

- Carbas, P. (1997) Persistence of insecticide residues in olives and olive oil. *J. Agric. Food Chem.* 45:2244~2247.
- Carbas, P. (2000) Acephate and buprofezin residues in olives and olive oil. *Food Additives and Contaminants* 17(10):855~858.
- Christensen, H. B. and K. G. Granby (2002) Processing factor and variability of pyrimethanil, fenhexamid and tolyfluanid in strawberries. *Europe Pesticide Residue Workshop.*
- Elkins, E. R., R. P. Farrow and E. S. Kim (1972) The effect of heat processing and storage on pesticide residues in spinach and apricots. *J. Agric. Food Chem.* 20:286~291.
- EPA (2002) *Manual on the submission and evaluation of pesticide residue data.* pp.58~85.
- Führ, F. (1982) *Agrochemicals : Fate in food and the environment, Fate of herbicide chemicals in the agricultural environment with particular emphasis on the application of nuclear techniques.* International Atomic Energy Agency, Vienna, pp.99~106.
- Krol, W. J. (2000) Reduction of pesticide residue on produce by rinsing. *J. Agric. Food Chem.* 48:4666~4670.
- Lee, M. K. and S. R. Lee (1995) Removal of EPN residues in washing and cooking process of Chinese cabbage and radish. *Food Biotech.* 4(3):207~211.
- Soliman, K. M. (2001) Changes in concentration of pesticide residue in potatoes during washing and home preparation. *Food and Chem. Toxicol.* 39:887~891.
- Tomlin, C. D. S. (2000) *The Pesticide Manual.* BCPC.
- 김남형 (1996) 쌀의 취반중 phenthoate 농약잔류분의 제거. *한국식품과학회지* 28(3):490~496.
- 이미경 (1999) 감귤과피를 이용한 기능성 식품 중 유기인계 농약의 잔류기준 설정. *한국환경농학회지* 18(4):349~354.
- 이미경, 이서래 (1997) 국내 식품 중 유기인계 잔류농약의 위해성 평가. *한국식품과학회지.* 29(2):240~248.
- 임양빈 (1993) 생식과채류 중 잔류농약 경감기술 개발. *농약연구소 시험연구보고서.* pp.398~418.
- 정영호, 김장억, 김정한, 이영득, 임치환, 허장현 (2000) *최신 농약학.* 시그마프레스. pp.272~276.
- 최규일, 성기용, 정태균, 이주환, 허장현, 고광용, 이규승 (2002) 방울토마토 중 dichlofluand 및 iprodione의 생산단계별 잔류농약 경시변화. *한국환경농학회지* 21(4):231~236.

Residual Characteristics of some Pesticides in/on Pepper Fruits and Leaves by Different Types, Growing and Processing Conditions

Hee-Dong Lee, Oh-Jong You, Yang Bin Ihm, Hye-Young Kwon, Yong-Duk Jin, Jin-Bae Kim, Yun-Han Kim, Seung-Soon Park, Kyeong-Seok Oh¹, Sung-Lim Ko², Tae-Hwa Kim³, Jae-Goan Noh⁴, Keun Yook Chung⁵ and Kee Sung Kyung^{5*} (*Department of Crop Life Safety, National Institute of Agricultural Science and Technology, 441-707 Suwon, ¹Research Management Division, Rural Development Administration, 441-707 Suwon, ²Labfrontier Co., LTD, 443-270 Suwon, ³Division of Applied Biology and Chemistry, School of Applied Bioscience, Kyungbuk National University, Daegu 702-701, ⁴Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon 363-883, and ⁵Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Life, and Environmental Sciences, Chungbuk National University, 361-763 Cheongju, Korea*)

Abstract : Chlorothalonil and imidacloprid sprayed onto the green peppers were degraded more faster at outdoor than in greenhouse. These results were affected by dew and photodegradation, considering no rain during the experimental period. Chlorothalonil, esfenvalerate and imidacloprid in green pepper, green twist pepper and sweet pepper did not show any residual pattern, because green peppers are one of the continuous harvesting crops and pesticides could not be sprayed homogeneously on them. When green peppers were pickled with soy sauce and green twist peppers were fried with vegetable oil, the amounts of pesticides such as alpha-cypermethrin, bifenthrin, chlorfenapyr, esfenvalerate and imidacloprid were diminished to the levels of about 30~71 and 20~41%, respectively. Esfenvalerate and imidacloprid could not be detected in 2 month-old hot pepper paste. The removal rates of pesticide residues in leaves of green peppers were about 22~37% by washing, about 74~95% by parboiling, and about 17~55% by drying after parboiling.

Key words : Pesticide residue pattern, green pepper, red pepper, processing, washing, removal rate

*Corresponding author (Fax : +82-43-271-5921, E-mail : kskyung@chungbuk.ac.kr)