

고추의 부위별 카벤다짐과 클로르피리포스의 잔류 양상

박해인* · 황재문¹ · 김병수² · 이미경³ · 최영욱⁴ · 이민호 · 정은정 · 김정한

경북농산물품질관리원, ¹안동대학교원예육종학과, ²경북대학교원예육종학과,
³안동대학교 식품생명공학전공, ⁴한국과학기술정보연구원

(2011년 8월 8일 접수, 2011년 8월 24일 수리)

Residue of Pesticides Carbendazim and Chlorpyrifos in Different Parts of Red Pepper

Hae-In Park*, Jae-Moon Hwang¹, Byung-Soo Kim², Mi-Gyeong Lee³, Young-Wook Chol⁴, Min-Ho Lee, Jeong-Eun Jeong and Jeong-Han Kim

Department of Gyeongbuk, National agricultural products quality management service, Gyeongbuk 702-250, Korea, ¹Department of Horticulture & Breeding, Andong National University, Andong 760-749, ²Department of Horticulture, Kyungpook National University, Daegu 702-701, ³Food Science&Biotechnology Andong National University, Andong 760-749, Korea, ⁴Korea Institute of Science and Technology Information, Seoul 130-741, Korea

Abstract

This experiment was carried out to examine the residual amount variation of carbendazim and chlorpyrifos in fruit parts of red pepper according to the open field and/or the rain shelter house. It was shown higher residual amounts of agrochemicals in the field than the house condition at two hours (0 day) after chemical application, but it was shown higher residual amounts in the house at 5 days and 10 days. Although the residual amount in the field was higher than in the house at the beginning, the chemicals fast degraded in field condition. Carbendazim and chlorpyrifos remained as time passed in order of receptacle, but the residual amounts of two chemicals in leaf at 5th day. Carbendazim and chlorpyrifos were lessened until 10 days after chemical application, and reduction rate were 19.1% and 66.4% in flesh, 45.2% and 62.3% in receptacle, and 41.6% and 72.0% in the stalk, respectively. The reduction rate at 15 days showed 31.1%, 75.3% in flesh, 43.5%, 81.7% in receptacle, and 47.7%, 82.8% in stalk, respectively. Therefore the reduction rate of carbendazim showed receptacle > stalk > flesh, and that of chlorpyrifos showed stalk > receptacle > flesh in order. The calculated half-life of carbendazim showed 29.6 days in flesh, 13.6 days in receptacle, and 16.0 days in stalk, but that of chlorpyrifos showed 8.3 days in flesh, 8.3 days in receptacle, and 6.3 days in stalk. In conclusion, the half-life of carbendazim was longer than that of chlorpyrifos in every part, and especially was longest in flesh part of fruit.

Key words Pesticide Residue, Pepper, Flesh, Receptacle, Stalk

서 론

고추와 고춧가루는 우리의 식생활에서 없어서는 안 될 중요한 조미채소이며 최근 생활수준의 향상과 더불어 안전한

먹거리에 대한 소비자의 요구가 날로 증가함에 따라 안전성에 대한 관심이 높아지고 있다(Kim 등, 2006).

고추재배 과정에서 불가피하게 사용하는 농약 중 대부분의 농약은 살포 후 일정기간 잔류되는 특성이 있다(Kwon과 Lee, 2003). 따라서 농산물 중 농약의 잔류허용기준 준수는 생산자에게 농약의 합리적인 사용과 병충해 피해를 최소화하

*연락처 : Tel. +82-54-856-6060, Fax. +82-54-841-4887

E-mail: skysunny@korea.kr

며(Lee 등, 2008), 소비자에게는 안전성 확보 측면에서는 관심의 대상이 된다. 고추에 대한 농약 모니터링 조사 결과에 따르면 풋고추에서 농약성분 9종, 홍고추에서 농약성분 12종이 농약성분에 따라 고추시료의 10~70%와 11~78% 수준에서 검출되었고 풋고추 시료의 30.0%, 홍고추 시료의 11.1%가 잔류허용기준을 초과하였으며, 유통 고춧가루에서는 17종의 농약성분이 성분에 따라 시료의 13~130% 수준에서 검출되는 것으로 나타났다(Kim 등, 2006). 한편 고춧잎은 시료 중 농약 검출율이 62.5%로 나타나 취나물, 썩갓, 신선초와 더불어 잔류농약에 대한 관심이 큰 농산물이다(Kim 등, 2007).

농약 잔류량의 변화는 작물의 부위나 재배형태에 따라 달리 나타나는데, 시설재배 고추에 살균제 bitertanol과 tebuconazole을 살포한 후 고추 중의 잔류농약 반감기는 bitertanol이 5.2~6.1일, tebuconazole은 4.6~5.2일로 나타났으며, 고춧잎에서의 반감기는 각각 19.1~22.5일과 16.7~20.8일로 나타났다(Seong 등, 2004). 또한 시설재배 고추와 고춧잎에 deltamethrin, diflubenzuron과 thiophanate-methyl의 살포농도에 대한 14일 후의 잔류량은 고추는 각각 0%, 32%, 30%이었으며, 생물학적 반감기는 각각 3.4일, 6.6일, 6.6일로 나타났다. 고춧잎의 경우에는 잔류량은 각각 50%, 22%, 74%이었으며, 생물학적 반감기는 각각 4.3일, 10.9일, 16.7일로 나타났다(Kim, 2005). 그리고, 작물의 부위에 따른 농약 잔류농도에 관한 연구로 오이(Shin, 2008)에서는 과육에 비해 과피에서 잔류농약이 높게 검출되었다. 약제에 따른 생물학적 반감기는 처리농도(기준량과 배량)에 따라서 살균제 boscalid나 chlorpyrifos의 경우 유사하였다(Lee 등, 2008). 사과에서의 생물학적 반감기는 chlorpyrifos 9.3일, Chlorothalonil 32.2일로 나타났으며, chlorpyrifos와 chlorothalonil의 모두 대부분 과피에 잔류하는 것으로 나타났다(Kim 등 2003).

한편 고추 재배 시 농약 살포액이 꼭지 부위 근처에서 흘러 내리지 못하고 고일 수 있으며 또한 과육과 꼭지 부위에 농약 성분이 더 높은 수준으로 잔류될 수 있다. 이러한 점에서 고추 꼭지 부위의 혼입은 고춧가루에 대한 농약 검출 수준을 높이는 데 영향을 미칠 것으로 보인다(Lee과 Hwang, 2009).

본 연구는 고춧가루에 대한 안전성 확보를 위해서는 고추의 부위에 대한 농약 잔류 분포와 양상에 관해 이해할 필요가 있어서 홍고추를 비가림 하우스와 노지에서 재배하여 침투성인 carbendazim과 비침투성인 chlorpyrifos를 각각 살포한 후, 고추 과실 부위별(과육, 과탁, 과경)로 농약잔류 분포와 양상을 조사하였다. 그리고 고춧가루 제조시 농약잔류량이 높은 것으로 예상되는 고추 꼭지(과경과 과탁)의 제거 필요성에 대한 과학적 근거를 마련하는데 목적을 두었다.

재료 및 방법

재배 및 농약 살포

본 연구는 2008년 2월 1일 부터 2008년 10월 31일 까지 안동대학교 비가림하우스와 노지에서 실시하였다. 토성은 미사질식양토이며, 유기물함량은 25 g/kg이었다. 고추 품종은 PR스타(농우바이오)이며, 고추를 120 cm 이랑에 포기 간격 30 cm 외줄로 심고 흑색 플라스틱필름으로 멀칭 재배하였다. 농약의 교차오염을 방지하기 위하여 각 처리 구당 1 m의 완충지대를 설치하였다. 고추에 사용된 농약은 탄저병 방제용 카벤다짐·크레속심메틸 수화제(carbendazim, 40%, 동방아그로)와 담배나방 방제용 클로르피리포스 입상수화제(chlorpyrifos, 72%, 동부하이텍)이었다. 농약은 농약안전사용지침서에 정해진 기준량의 배량을 배부식 수동 분무기로 고추와 잎에 충분히 젖도록 식물체 전면에 균일하게 1회 살포하였다. 그 이유는 농약은 처리농도(기준량과 배량)와 작물체에 따라 생물학적 반감기는 차이가 있지만 고추의 부위별로 농약이 잔류하는 양상에 대한 뚜렷한 결과를 얻기 위해서 농약을 배량으로 처리하였다.

시료채취 및 조사

식물체에 농약을 살포한 이후 0일(2시간 후), 1, 2, 3, 5, 7, 9, 10, 13, 15일에 각각 크기와 속기가 균일한 고추를 처리당 80개씩 채취하였으며, 처리구별로 채취한 시료는 폴리에틸렌 봉지에 담아 신속히 실험실로 운반하였다. 운반된 시료를 과경, 과탁, 과육으로 분리하여 5 mm 이하로 잘게 절단한 후 과경과 과탁은 10 g, 과육은 20 g으로 나누어 플라스틱 용기에 넣어 밀봉하고 시료 분석 전까지 -20°C 냉장고에 보관하였다. 여기서 고추 과실(fluit)은 꼭지가 붙어 있는 것을 말하며, 꼭지(stem)를 제거한 과육(flesh)이고 꼭지에서 꽃받침(calyx) 부분은 과탁(receptacle)이고 나머지 부분을 과경(stalk)으로 나누었다.

고추 부위별 무게(생체중)를 측정하기 위하여 약제 살포 직전에 동일한 크기와 속도의 고추 100개에 라벨을 부착하였다가 매 채취일마다 10개를 수확하였다. 실험기간 중 온·습도를 측정기(T&D, TR-71 Japan)로 10시, 14시, 18시에 측정된 값을 평균하였으며, 강우량은 안동기상청자료를 이용하였다.

시험농약 검량선

Carbendazim 10.152 mg과 chlorpyrifos 25.381 mg의 표준물질(Dr. Ehrenstorfer Co. Germany)을 각각 50 mL의 100%

methanol에 녹여 200 mg/L와 50 mL의 acetone : hexane(2:8)에 녹여 500 mg/L의 stock solution을 조제하였다. 동일 용매로 희석한 carbendazim(0.3, 0.7, 1.3, 3.3, 6.6, 13.3 mg/L)과 chlorpyrifos(0.026, 0.103, 0.258, 0.516, 1.032, 2.581, 10.323 mg/L)의 working solution을 조제한 후, 이들 용액 일정량을 각각 취해 HPLC-DAD(Agilent 1200, Agilent, USA)와 GC-ECD(CP 3800, Varian, USA)로 표준 검량선을 작성하였다.

농약성분의 분석

농약성분의 분석법은 식품공전을 참조하였다(Korea Foods Industry Association, 2008). Fig. 1과 같이 세절된 홍고추의 부위(과육 20 g, 과탁 10 g, 과경 10 g)와 고춧잎 20 g을 정확히 칭량한 후 acetonitrile을 50~100 mL를 가하고, Homogenizer(PT-3100, kinematica, swiss)로 5,000 rpm에서 3분간 추출한 후, NaCl 10 g을 첨가하여 30분간 진탕시켰다. 추출한 시

료를 원심분리기(UNION 32R, Hanil Scientific Co. Korea) 2,800 rpm에서 7분간 원심 분리하였다. 원심분리된 용매 중 각각의 상층액에 20 mL를 취하여 40°C 이하 수욕조에서 감압 농축하고, SPE cartridge(NH₂, 1 gr, 6 cc)로 정제한 다음, Nitrogen evaporator(Hurricane-EX, chongmin, Korea)로 농축한 후 NH₂ SPE cartridge(Varian, 1 gr/6 ml)에 cabendazim은 dichloromethane 5 ml를 유출시켜 버리고, 농축한 잔류물에서 dichloromethane : Methanol(19:1) 5 ml로 받고 다시 5 ml로 loading 후 용출액을 질소미세 농축하여 acetonitrile : MeOH (7:3) 2 ml로 정용해서 HPLC/DAD로 분석하였고(Table 1), chlorpyrifos는 n-hexane 5 ml와 acetone/n-hexane(2:8) 5 ml를 순차적으로 유출시켜버리고, 농축한 잔류물에서 acetone/n-hexane(2:8) 10 ml로 loading 후 용출액을 질소미세 농축하여 acetone/n-hexane(2:8) 2 ml로 정용하여 GC로 분석하였다(Table 2).

농약성분의 회수 실험을 위해 실험 농약을 살포하지 않은

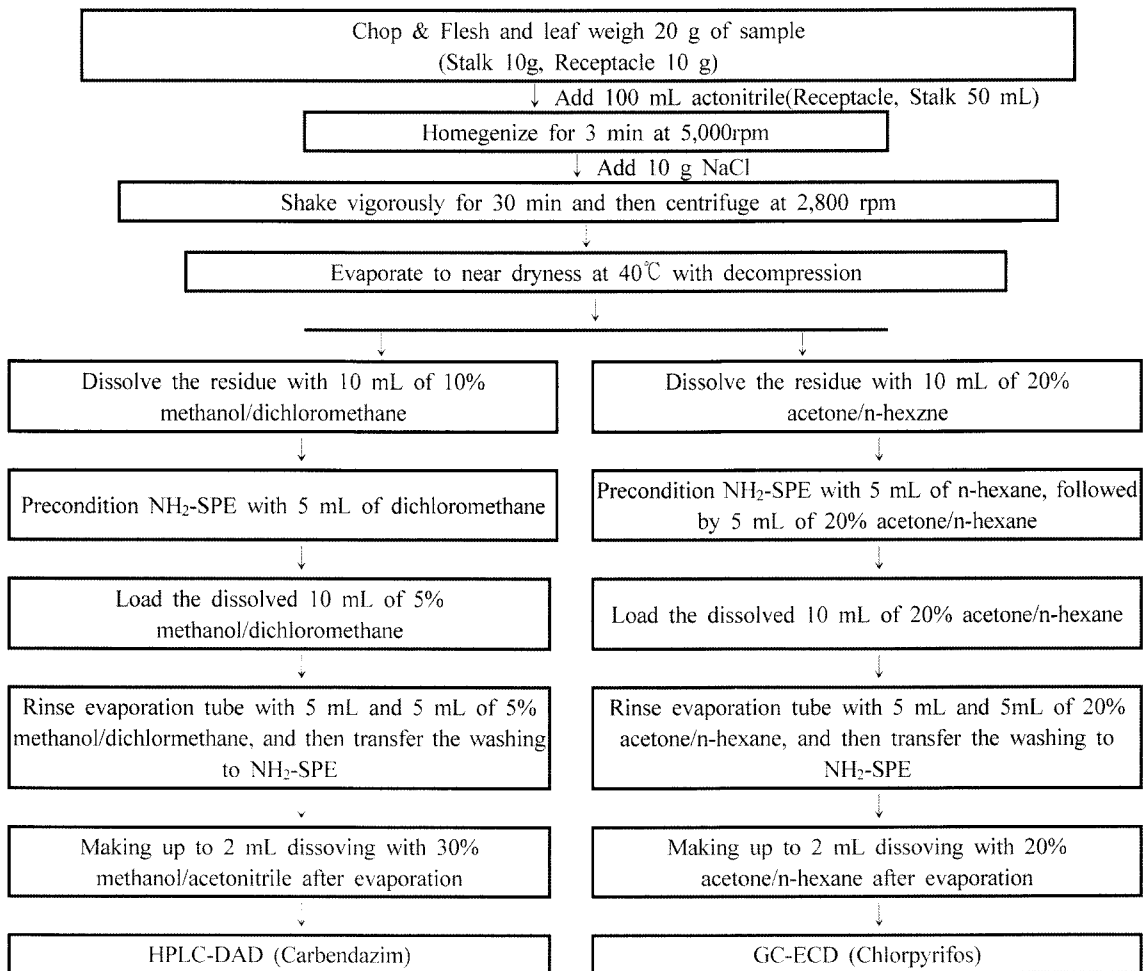


Fig. 1. Flow diagrams of sample preparation for analysis of tested pesticide in red pepper.

Table 1. Analytical conditions for chlorpyrifos

구분	ECD
Instrument	VARIAN (USA) CP3800
Column	HP-5 (30 m × 0.25 mm (i.d), 0.25 μ m) Column Flow : 1.0 ml/min
Oven temp	130°C (2 min, hold)→12°C/min→200°C→3°C/min→215°C→16°C/min→300°C (5 min, hold)
Injector temp	250°C
Detector temp	320°C
split ratio	50 : 1
Carrier gas	N ₂
Injection volume	1 μ l /min

Table 2. Analytical conditions for carbendazim

구분	DAD
Instrument	Agilent 1200 series
Column	Agilent XDB C18 (4.6×150 mm, particle size 3.5 μ m)
Temp program	Oven : 130°C (2 min)→7°C/min (200°C)→2°C/min (220°C, 4 min)→10°C/min (300°C, 6 min)
Column temp	42°C
Injection volume	Injection volume : 10 μ l
Wave length	288 nm
Run time	H ₂ O/Acetonitrile 60/40 (0-3 min) H ₂ O/Acetonitrile 0/100 (3.01-8 min)
Flow rate	1 ml/min
Post time	3 min
Wavelength	288 nm

Table 3. Recover and detection limit in residue analysis of pesticides by red pepper fruit parts

Pesticides	MDA ^z (ng)	LOD ^y (mg/L)	LOQ ^x (mg/L)	Fortification (mg/L)	Fruit parts	Recoveries ^w (%)
Carbendazim	0.332	0.017	0.057	0.5	Flesh	94.1 ± 5.3 ^v
					Receptacle	91.9 ± 1.8
					Stalk	89.7 ± 2.4
				2.5	Flesh	92.3 ± 3.9
					Receptacle	91.9 ± 1.1
					Stalk	93.9 ± 1.7
chlorpyrifos	0.029	0.015	0.050	0.5	Flesh	93.6 ± 3.0
					Receptacle	94.0 ± 2.1
					Stalk	90.6 ± 0.8
				2.5	Flesh	87.0 ± 2.6
					Receptacle	89.2 ± 2.0
					Stalk	90.6 ± 0.8

^zMinimum detection amount.^yLimit of detection.^xLimit of quantitation (LOD×3.33).^wAll values are the mean of triplicate observations.^vMean ± standard deviation.

고추의 부위별 시료에 검출한계 10, 50배가 되도록 농약표준 물질을 첨가한 후 앞에서 설명한 방법에 따라 3반복을 실시 하였다(Table 3).

반감기 산출

각 경과일별 농약잔류의 평균치와 95% 신뢰구간의 상하 한치로부터 감소추이와 회귀방정식 $Y=ae^{-bt}$ (Y:잔류량, a:초기농도, b:회귀계수, t:시간)을 계산한 후 생물학적 반감기를 산출하였다(Seong, 2004).

결과 및 고찰

고추의 과육, 과탁, 과경, 고춧잎에서 carbendazim과 chlorpyrifos 농약성분의 잔류 분포 비율과 생물학적 반감기에 대한 이해를 위해 노지와 비가림하우스 재배 고추에 농약을 살포한 후 시기별로 수확한 고추의 부위별 농약 잔류량을 분석하였다. 농약성분의 회수 실험결과 평균 회수율은 농약 성분에 따라 과육에서는 87.0~94.1%,과탁 89.2~94.0%,과경 89.7~93.9%로 나타났다(Table 1).

재배 형태별 농약잔류 양상

노지와 비가림하우스에서 재배기간 중 고추에 carbendazim와 chlorpyrifos를 살포한 후 5일째의 비가림하우스의 고추(과육, 과탁, 과경, 잎)에서 농약잔류농도가 높게 나타나 노지의 고추(과육, 과탁, 과경, 잎)에서 두 성분 모두 분해가 빠른 것으로 짐작되었다(Fig. 2). 이와 유사한 연구에서 농약성분은 다르지만 노지와 시설하우스에서 재배중인 고추의 농약(imidacloprid와 chlorothalonil) 잔류량의 경시적 변화는 시설하우스보다 노지에서 더 큰 경감율을 나타냈다고 보고한바 있다(Lee 등, 2006). 한편 비가림하우스에서는 강우나 이슬이 없고 광선투과율이 87~92%(Jang 등, 1996)인 비가림하우스조건과 강우(농약 처리 후 2일간 약 38 mm)나 이슬이 내렸던 노지의 환경 차이로 판단된다(Fig. 3).

고추 부위별 농약 잔류 양상

고추부위별 농약잔류 농도를 시간이 경과함에 따라 carbendazim의 경우는 과경 > 과탁 > 과육, Chlorpyrifos 과탁 > 과경 > 과육의 순으로 농약 잔류농도가 나타났으며(Fig. 2), 이와 같이 농약잔류농도가 많이 분포하는 부분이 고추부위 중에서 과육보다 꼭지(과탁, 과경)에서 나타났으며, 고춧잎에서는 훨씬 더 높은 수준으로 나타났다. 최근 이와 유사한 고추(Lee와 Hwang,

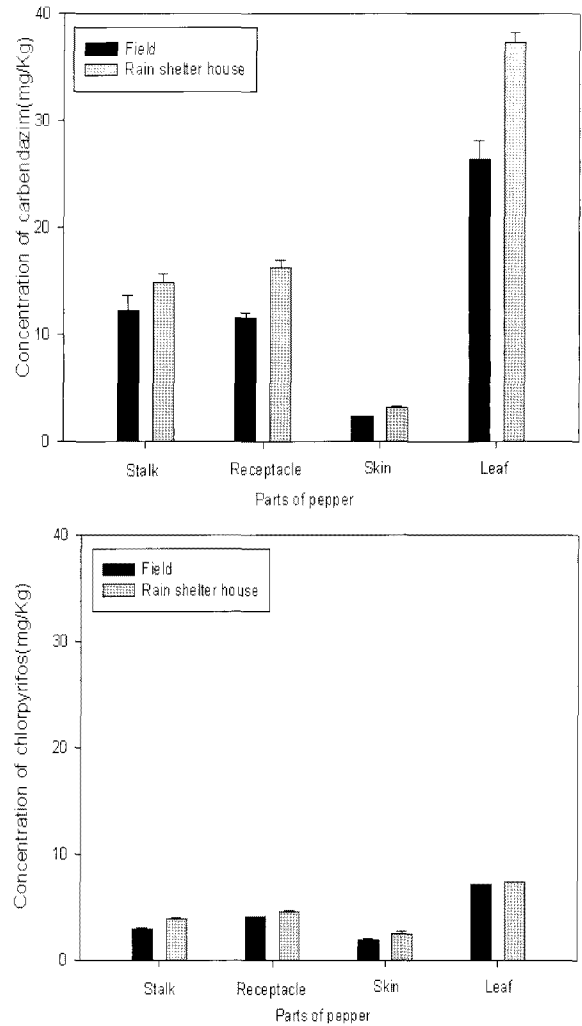


Fig. 2. Comparison of residual amounts (mg/kg, fresh) of carbendazim and chlorpyrifos by the red pepper parts and leaf in two growing conditions at 5 days after treatment.

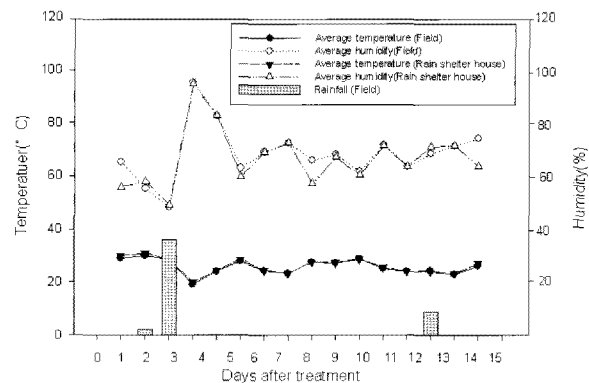


Fig. 3. Changes of average temperature, humidity, and rainfall in the rain shelter house and the field condition.

2009)에 농약을 살포하고 그 부위별 농약 잔류를 분석한 결과 과육 대 꼭지의 대략적인 농약 잔류 분포가 chlorothalonil의 경우 1:4.6, kresoxim-methyl 경우 1:2.5, procymidone 경

우 1:2.2의 비율로 보고한 바 있다. 농약성분에 따라 차이는 있지만 과육에 비해 꼭지 부위에 더 높은 농도 비율로 농약성분이 잔류하는 것이 분명하다. 그 이유는 농약 살포시 꼭지 부위에 약액이 고이거나 또는 식물조직학적인 차이로 작물의 농약 부착량이나 표면 상태, 크기, 엽모의 유무, 표면의 구성물질, 중량 등 많은 요인들이 관여하는 것으로 사료된다(Lee 등, 2004). 또한 과정에서 농약잔류가 높은 것은 carbendazim이 침투성 농약으로서 식물체 내에 오래 잔류되며 잎을 통해 과정으로 전이된 것으로 사료된다.

고추의 과육과 고춧잎의 농약 잔류분포는 농도로서 cabendazim, chlorpyrifos 성분 각각에 대해 1:11.2~15.8, 1:2.7~3.7 비율로 나타났다. 이와 유사한 연구로 고추와 고춧잎(Lee 등, 2009)의 3종의 농약 잔류 분포 결과 고춧잎에서 11-39배 더 높은 수준으로 나타났다고 보고한 바가 있다.

본 실험결과에 따라 과육보다 과정, 과탁에 더 많이 농약이 잔류하여 고춧가루제도시 홍고추의 꼭지는 비식용부위로서 제거되어야 하나 수율저하, 작업의 복잡성, 노동력과 인건비 상승 등의 이유로 고춧가루 제품에 포함되어 사용되는 경우가 있으며(Hwang 등, 2008), 향후 안전한 먹을거리를 위해 홍고추의 꼭지를 제거하여 고춧가루를 제조할 필요가 있다.

고추 중량 변화와 잔류량

5일차에서 노지와 비가림하우스에서 고추 부위별 중량비율

은 Table 4와 같이 과탁 대 과정 대 과육의 함량비율이 3.75:3.55:92.70%으로 과육이 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 반면에 5일차 일때 농약성분함량 비율은 과탁 대 과정 대 과육의 농약성분에 따라 carbendazim은 47.4:43.3:9.3%이고, chlorpyrifos는 40.2:34.2:25.6%으로 나타났다. 이 실험에서는 잔류양상을 보기 위해 배양으로 실험을 하였지만 농약안전사용기준으로 살포한 수확물에도 이와 유사한 결과가 나올 것으로 사료된다.

시기별로 채취한 고추의 부위별 무게를 Fig. 4에 나타내었다. 시간이 지남에 따라 고추의 열매 무게는 전체적으로 줄었으나, 과탁과 과정은 크게 변함이 없었다. 이는 붉게 성숙한 고추일 수록 종자는 발달하지만 수분이 줄어들어 무게가 줄어든다(Hwang과 Chung, 2003). 과육에서 부위별 무게와 농약잔류량의 상관관계는 carbendazim과 chlorpyrifos 모두 높은 정의 상관이다(Fig. 5).

농약잔류량 반감기

Carbendazim과 chlorpyrifos의 잔류량은 살포 후 시기가 경과함에 따라 감소하였으며, 처리 후 10일째의 경감율은 과육에서 각각 19.1%와 66.4%, 과탁에서 45.2%와 62.3%, 그리고 과정에서 41.6%와 72.0%로 나타났다. 두 농약의 경감율이 10일차에도 80% 수준에 이르지 않아서 15일차까지 시료를 분석하였다. 농약 처리 후 15일차의 경감율은 carbendazim

Table 4. Weight (g) of fruit parts grown in the open field and the rain shelter house in red pepper at 5days after treatment

Fruit parts	Field	Rain shelter house	Average	Index number
Flesh	15.50	13.20	14.35	92.70%
Receptacle	0.58	0.58	0.58	3.75%
Stalk	0.57	0.52	0.56	3.55%
Total	16.65	14.30	15.48	100%

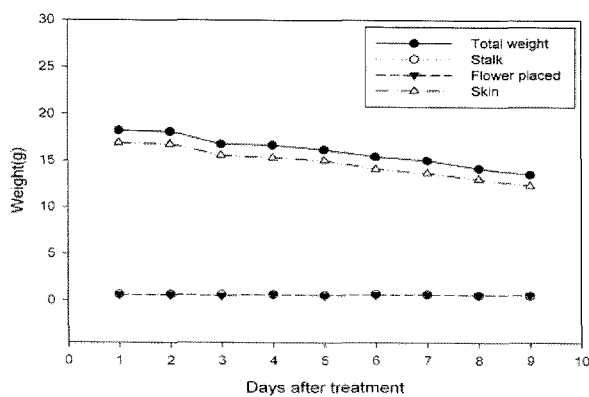


Fig. 4. Changes of fruit weight at days after treatment in red pepper.

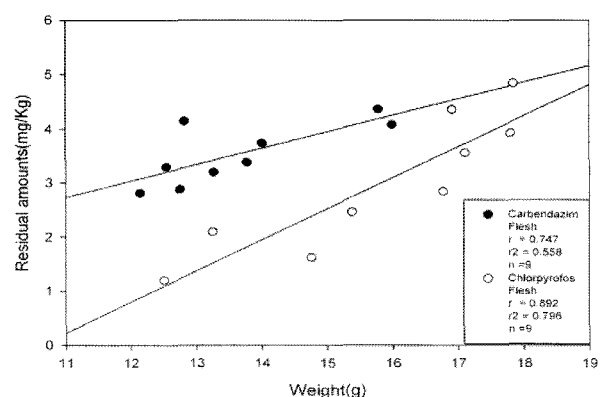


Fig. 5. Correlationships between flesh weight of red pepper fruit and residue amounts of pesticides at days after treatment.

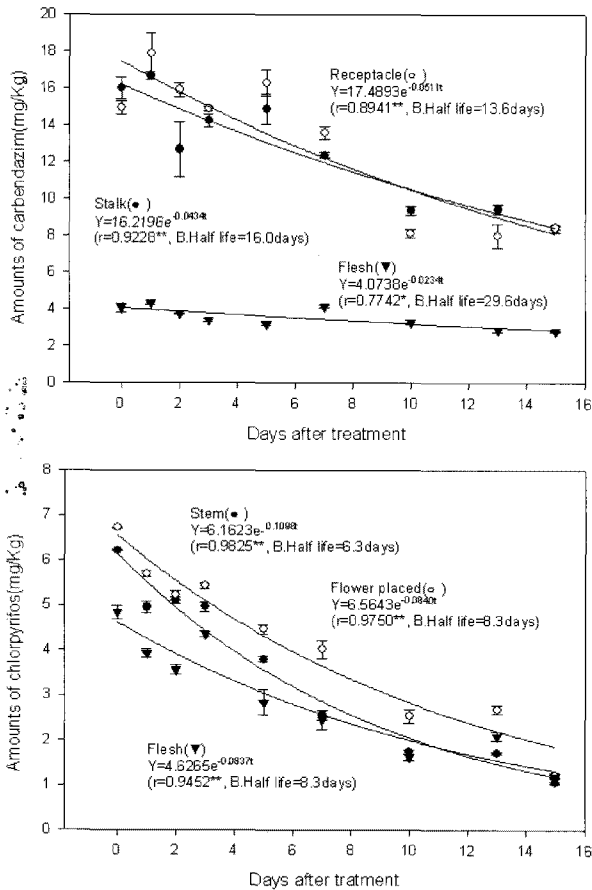


Fig. 6. Changes of residue amounts (mg/kg, fresh) of carbendazim and chlorpyrifos the days of treatment by red pepper fruit parts in the rain shelter house.

과 chlorpyrifos이 각각 과육에서 31.1%와 75.3%, 과탁에서 43.5%와 81.7%, 그리고 과경에서 47.7%와 82.8%로 나타났다. Carbendazim의 부위별 경감율은 과탁 > 과경 > 과육의 순이며, chlorpyrifos는 과경 > 과탁 > 과육의 순으로 나타났다. 잔류량 감소를 회귀식으로 표현하면 Fig. 6과 같이 carbendazim은 과육 $Y=4.0738e^{-0.0234t}$, 과탁 $Y=17.4893e^{-0.0511t}$, 과경 $Y=16.2196e^{-0.043t}$ 이며, 이 때의 r값은 과육 0.7742, 과탁 0.8941, 과경 0.9228으로 유의성이 있었다. 또한 carbendazim의 반감기는 과육 29.6일, 과탁 13.6일, 과경 16.0일이고, chlorpyrifos의 반감기 회귀식은 과육 과육 $Y=4.6265e^{-0.0837t}$ 과탁 $Y=6.5643e^{-0.0840t}$, 과경 $Y=6.1623e^{-0.1098t}$ 이며, 이때의 r값은 과육 0.9452, 과탁 0.9750, 과경 0.9825으로 고도의 유의성을 보였다. 회귀식에서 구한 chlorpyrifos의 반감기는 과육 8.3일, 과탁 8.3일, 과경 6.3일 이었다. 침투성농약인 carbendazim이 chlorpyrifos보다 반감기가 길었으며, 과육이 과탁과 과경에 비해 반감기가 2배 정도 길게 나타났다. 그 이유는 침투성농약인 carbendazim의 전이에 대한 영향과 식물학적 농약 부착량, 농약의 제형에 따른

차이로 보인다(Lee 등, 2004). 추후에 침투성농약인 carbendazim과 비침투성인 chlorpyrifos의 농약에 대한 작물체의 전이여부와 부위별 농약잔류에 대해 더 많은 연구가 필요하고(이등, 2008), 식물학적 농약 부착량의 차이와 농약의 제형에 따른 연구도 추가적으로 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2008년 농촌진흥청 특화작목 연구개발을 목적으로 수행된 과제의 일부이며 연구지원에 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

Andong weather station. 2008. Climate information. www.andong.go.kr

Hwang, J.M., K.M. Chung. 2003. Red fruit yield and quality by harvest frequencies and dates in pepper. Kor. J. Hort. Technol. 21(4):255-259.

Jang, Y.S., K.S. Han, S.H. Kim, D.H. Jeong, K.C. Kim, 1996. Study on the physical property of soft film for greenhouse. J. Bio. Fac. Enc. 5(1):23~33.

Kim, D.G. 2005. Residue levels of deltamethrin, diflubenzuron and thiophanate-methyl in red pepper at harvest. Thesis for MS degree of KNU. pp. 15-36.

Kim, Y.S., J.U. Park, J.W. Park, Yong-Deuk Lee, K.S. Lee, and J.E. Kim. 2003. Residue levels of chlorpyrifos and chlorotalonil in apples at harvest. Korea journal of environmental agriculture. 22(2):130-136.

Kim, K.I, K.S. Kyung, C.h Jeong, M.S A, S.K Sim, S.S Yun, Y.J Kim, K.G. Lee, K.D Lee, W.J Lee, and H.D Lim. 2006. Monitoring of pesticide in peppers from and pepper power from wholesale market in chungbuk area and their assessment, The korean journal of pesticide science. 10(1):15-21.

Kwon, C.H., Y.D Lee. 2003. Assessment of residue levels of monocrofos and phosphamidon in apples. Institute of life science, 1(3), 277-286.

Lee, E.Y., D.K. Kim, I.Y. Park, H.H. Noh, Y.S. Park, T.H. Kim, C.W. Jin, K.I Kim, S.S. Yun, S.K Oh, and K.S. Kyung. 2008. Residue patterns of indoxacarb and thiamethoxam in chinese Cabbage (*Brassica Campestris* L.) grown under greenhouse conditions and their estimated daily intake. Korea journal of environmental agriculture. 27(1):92-98.

Lee, H.D., K.S. Kyung, H.Y. Kwon, Y.B. Ihm, J.B. Kim, S.S. Park and J.E. Kim. 2004. Residue characteristics of hexaconazole and chlorothalonil in several fruits. The korean journal of pesticide science. 8(2):107-111.

- Lee, H.D., O.J You, Y.B Ihm, H.Y Kwon, Y.D Jin, J.B Kim, Y.H Kim, S.S Park, K.s Oh, S.L KO, T.H Kim, J.G Noh, K.Y Chung, and K.S Kyung. 2006. Residual characteristics of some pesticides in/on pepper and leaves by different types, growing and processing conditions. The korean journal of pesticide science. 10(2):99-106.
- Lee, J.H., H.W. Park, Y.S. Keum, C.H Kwon, Y.D. Lee and J.H. Kim, 2008. Dissipation pattern of boscalid in cucumber under greenhouse condition. The korean journal of pesticide science. 12(1):67-73.
- Lee, M.J., J.M. Hwang, 2009. Residue distribution of chlorothalonil, kresoxim-methyl and procymidone among different parts of hot pepper plants.
- Korea Foods Industry Association. 2008. Food gode (a separate volume). pp. 425-462.
- Seong, K.Y., K.I. Choi, M.H. Jeong, J.H. Hur, JG Kim and K.S. Lee. 2004. Residues and half-lives of bitertanol and tebuconazole in greenhouse-grown peppers. J. Korean soc. appl. Biol. Chem. 47(1):113-119.
- Seong K.Y. 2004. Studies on residual characteristics and biological half-life of pesticides in vegetables. Master's thesis for MS degree of KNU. pp. 132-133.
- Shin, B.G. 2008. Detection of pesticide residues in cucumber and differences of residual amount by cucumber section and water-washing methods. Thesis for MS degree of ANU. pp. 30-44.

고추의 부위별 카벤다짐과 클로르피리포스의 잔류 양상

박해인* · 황재문¹ · 김병수² · 이미경³ · 최영욱⁴ · 이민호 · 정은정 · 김정환

경북농산물품질관리원, ¹안동대학교원예육종학과, ²경북대학교원예육종학과,
³안동대학교 식품생명공학전공, ⁴한국과학기술정보연구원

요 약 재배형태별(노지, 비가림 하우스)로 고추의 재배에 사용되는 carbendazim과 chlorpyrifos의 부위별 잔류량에 대해 조사를 하였다. carbendazim과 chlorpyrifos 모두 농약 살포 2시간 후에는 비가림하우스보다 노지에서 잔류량이 높았으며, 시일이 경과한 5일과 10일 후에는 오히려 비가림하우스에서 높았다. 노지에서 초기 농약잔류가 비가림하우스보다 높음에도 불구하고 농약의 분해가 더 빨랐다. 시간이 경과하여 5일차에는 carbendazim이나 chlorpyrifos은 과탁/과경 > 과경/과탁 > 과육의 순으로 농약 잔류가 높았으며, 잎의 농약잔류량은 다른 부위보다 아주 높았다. carbendazim과 chlorpyrifos의 경감율은 수확이 늦추어짐에 따라 감소되지만, 10일차에 과육에서 19.1%와 66.4%, 과탁에서 45.2%와 62.3%, 그리고 과경에서 41.6%와 72.0%로 각각 나타났다. 또한 15일차의 경감율은 과육에서 31.1%와 75.3%, 과탁에서 43.5%와 81.7%, 그리고 과경에서 47.7%와 82.8%로 나타났다. 따라서 carbendazim은 과탁 > 과경 > 과육의 순으로, chlorpyrifos는 과경 > 과탁 > 과육의 순으로 경감율을 보였다. 잔류량 반감기는 carbendazim에서 과육은 29.6일, 과탁은 13.6일, 과경은 16.0일 이었고, chlorpyrifos에서는 과육 8.3일, 과탁 8.3일, 과경 6.3일로 나타났다. 이와 같이 침투성농약인 carbendazim이 chlorpyrifos보다 반감기가 모든 부위에서 길었으며, 부위별로는 두 성분 다 과육에서 반감기가 긴 것으로 나타났다.

색인어 잔류농약, 고추, 과육, 과탁, 과경