

Research Article

Open Access

단감 재배기간 중 살균제 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 생산단계 잔류허용기준 설정

이동열,¹ 김영진,¹ 이소정,¹ 조규성,¹ 김상곤,² 박민호,³ 강규영^{1,2*}

¹경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재 육성 사업단) & 경상대학교 농업생명과학연구원, ²경상대학교
식물생명공학연구소, ³농산물품질관리원 경남지원

Establishment of Pre-Harvest Residue Limit of Fungicides Pyrimethanil and Trifloxystrobin during Cultivation of Persimmon

Dong Yeol Lee,¹ Yeong Jin Kim,¹ So Jung Lee,¹ Kyu Song Cho,¹ Sang Gon Kim,² Min Ho Park³ and Kyu Young Kang^{1,2*} (¹Division of Applied Life Science (BK21 Program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea, ²Plant Molecular Biology and Biotechnology Research Center, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea, ³Gyeongnam Provincial Office, National Agricultural Products Quality Management Service, Busan, 611-084, Korea)

Received: 12 March 2012 / Accepted: 26 March 2012

© 2012 The Korean Society of Environmental Agriculture

Abstract

BACKGROUND: This study was carried out to establish pre-harvest residue limit of fungicides pyrimethanil and trifloxystrobin in persimmon, based on dissipation and biological half-lives of two fungicides residue.

METHODS AND RESULTS: Both pyrimethanil and trifloxystrobin were extracted with acetonitrile, clean-up with NH₂ SPE cartridge and residue were analyzed by HPLC/DAD. Limit of Detection was 0.01 mg/kg. Average recovery were 81 ± 1.62%, 98 ± 1.58% of pyrimethanil, and 91 ± 2.94%, 98 ± 1.25% of trifloxystrobin at fortification levels at 0.1 and 0.5 mg/kg, respectively.

CONCLUSION: The biological half-lives of pyrimethanil were 15.6 and 11.6 days at sprayed with recommended and double dosage, respectively. The biological half-lives of trifloxystrobin were 10.4 and 10.3 days at sprayed with recommended and double dosage, respectively. The pre-harvest residue limit of pyrimethanil and trifloxystrobin were recommended as 2.69 and 0.83 mg/kg for 10 days

before harvest, respectively.

Key Words: Biological half-lives, Persimmon, Pre-Harvest Pyrimethanil, Residue Limit, Trifloxystrobin

서론

농약은 농산물 생산에 있어 매우 중요한 농자재로서 그 생산 증가에 크게 기여하고 있다. 그러나 작물에 살포된 농약은 본래의 목적을 달성한 후 분해되어 작물에 잔류되지 않아야 하는 것이 이상적이지만 대부분의 농약은 합성유기화합물이기 때문에 각기 다른 분해 과정을 거치면서 소실되거나 토양 또는 작물에 잔류하게 된다(Lee *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 1997).

최근 농약잔류성 문제가 농산물의 청정성을 해치는 주된 요인이라는 국민들의 선입견이 생기면서 농약을 전혀 사용하지 않았거나, 소량을 사용하는 친환경 농업이 확산되고 있으며, 농산물의 안전성에 많은 관심이 고조되고 있는 실정이다. 현재 국내사용 농약의 경우 일부 속효성 약제를 제외하고는 방제 목적 상 살포 후 일정기간 잔류되는 약제 특성이 있어 최종 수확 농산물에 살포농약이 잔류할 가능성이 낮으므로 살포 농약들로부터 안전성의 확보는 반드시 이루어져야 할 것이다(Lee *et al.*, 2010; Kwon and Lee, 2003). 농약이 지나치게 잔류된 농작물·식품을 섭취한다면 건강상의 문제가 발생할 수 있는 가능성이 있기 때문에 농작물 중 농약잔류허

*교신저자(Corresponding author),

Phone: +82-55-772-1961; Fax: +82-55-772-1969;

E-mail: kykang@gnu.ac.kr

용기준(MRL : Maximum Residue Limit)을 설정하여 국제적 수준에서는 물론, 국가차원에서 관리 감독을 하고 있다. MRL은 수확 후 소비되는 농산물에 잔류가 허용되는 최대 농약잔류농도를 말하며, 2012년 2월 1일 현재 427종의 농약에 대해 농산물의 농약잔류허용기준이 설정되어 있다(식품의약품안전청, 2012). 농약 잔류허용기준을 초과한 농산물의 경우 용도전환, 출하연기, 현장계도 및 폐기 처분 등의 조치가 이루어지고 있으며, 이러한 경우는 농산물을 생산하고 유통하는 비용은 물론 부적합 농산물의 처리비용이 발생하여 농민은 그 손실을 감수해야 한다. 또한 수확 후 농산물의 안전성이 판단되는 동안 유통되어진 농산물이 잔류허용기준을 초과하였다더라도 수거할 방법이 없어 부적합 농산물이 유통될 가능성이 있어 생산단계에서 관리되지 않은 농산물의 경우 사회적 문제로 커질 우려가 있다. 이러한 부적합 농산물의 유통을 차단하기 위해서는 생산단계에서의 잔류량을 예측하고 농약의 잔류허용기준을 별도로 설정할 필요성이 있다고 판단된다(Lee *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2002; Ko *et al.*, 2003; Ko *et al.*, 2004).

감은 우리나라 사람들이 즐겨먹는 과수로서 당 함량이 많아 감미가 풍부하며, 펙틴, 카로티노이드 등이 많이 포함되어 있고, 고혈압 예방, 혈중 알코올의 상승률을 낮추는 탄닌, 비타민 C와 A, 무기염류로는 칼륨과 마그네슘 함량이 높은 작물로서(국립원예특작과학원, 2004), 2010년도의 재배면적은 15,346 ha, 생산량은 연간 191,846 톤이며, 재배면적이 남부 지역에 집중되어 있고, 특히 경남지역은 전체 생산량의 약 50%를 차지하고 있다(국가통계포털, 2011). 단감은 2007년부터 2010년 사이의 생산량이 32.5%의 증가율을 보이고 있으며 이후 재배면적 및 생산량이 증가할 것으로 예측된다(농산물무역정보, 2011).

감나무에 발생하는 병 중에서 가장 큰 피해를 주는 것은 탄저병으로 과실에는 초기에 작은 반점이 불규칙하게 생기고 진전되면 병반이 커지고 병든 부위가 갈라져서 상품성을 잃

게 되며, 등근무늬낙엽병은 주로 잎에 발생하는 병으로 생육 후기에 낙엽이 지게 되어 피해를 일으키는데 이 병들은 수량 감소와 품질저하를 초래하므로 조기방제가 중요하다. 본 연구에 사용된 살균제인 pyrimethanil은 단감에서 등근무늬낙엽병에 대해 수확 14일전까지 4회 이내, trifloxystrobin은 단감에서 등근무늬낙엽병과 탄저병에 대해 수확 21일전까지 4회 이내 사용가능한 것으로 등록되어 있다(한국작물보호협회, 2010).

본 연구에서는 단감에 등록되어 사용되고 있는 살균제인 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 수확 전 잔류량을 예측하기 위하여 시험 농약을 시설재배 포장에 살포하여 경시적 농약 잔류 특성을 조사하고 생물학적 반감기를 산출(Park *et al.*, 2005; Yang *et al.*, 1995)하여 시험농약의 잔류허용기준(MRL)과 비교 평가 후 그 결과를 생산단계에서의 농약 잔류허용기준을 설정하기 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

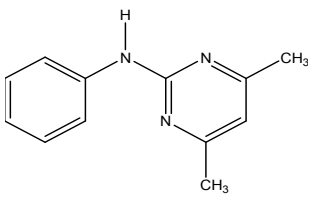
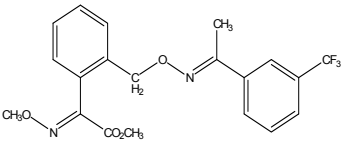
시약 및 기구

시험에 사용된 살균제인 pyrimethanil (순도 98.3%)과 trifloxystrobin (순도 99.5%)은 Dr. Ehrenstorfer사(독일)로부터 구입하여 시험농약의 표준품으로 사용하였으며, 추출 및 정제를 위해 사용한 acetonitrile은 Merck 사(독일)에서 구입하여 사용하였고, SPE 정제를 위해 사용한 amino cartridge (MEGA BE-NH₂ cartridge 1.0 g, 6mL)와 PSA (Primary Secondary Amine)는 Agilent 사(미국)에서 구입하여 사용하였다.

시험약제

시험에 사용한 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 물리화학적 특성 및 안전사용기준은 각각 Table 1과 Table 2와 같다.

Table 1. Characteristic properties of pyrimethanil and trifloxystrobin (Tomlin, 2006)

Pesticide	Chemical structure	Molecular Weight	Vapor pressure (mPa)	log Pow	MRL ^{a)} (persimmon)
Pyrimethanil		199.3	2.2 (25°C)	2.84	2.0 mg/kg
Trifloxystrobin		408.4	3.4 × 10 ⁻³ (25°C)	4.5	0.5 mg/kg

^{a)}Maximum Residue Limit

Table 2. Pesticides uses and safe use guidelines of pyrimethanil and trifloxystrobin on persimmon (Korea Crop Protection Association, 2010)

Pesticide	Target disease	Formulation	A.I ^{a)} (%)	Dilution	Safe use guidelines	
					PHI ^{b)} (day)	MAF ^{c)} (times)
Pyrimethanil	<i>Mycosphaerella nawae</i>	WP ^{d)}	30	20 g/20 L	14	4
Trifloxystrobin	<i>Mycosphaerella nawae</i> , <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	SC ^{f)}	22	10 mL/20 L	21	4

a) Active ingredient

b) Pre-harvest interval

c) Maximum application frequency

d) Wettable powder

f) Suspension concentrate

시험작물 및 작물재배

시험작물인 단감(*Diospyros kaki Thunb*, 품종 : 부유)은 경상남도 진주시 대곡면 소재 경상대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 노지재배, 무대재배하고 있는 작물을 사용하였다. 시험포장은 길이 36 m × 폭 6 m (216m²) 면적에 약제처리별 3반복으로 시험구를 배치하고, 교차오염을 방지하기 위하여 완충지대로 단감나무 한 그루씩을 두었다. 또한 시험기간 중 시험포장의 온도를 Thermo Recoder (Model TR-72U, T&D CORP, JAPAN)를 이용하여 1시간 간격으로 측정하였고, 실외포장의 환경적 요인을 감안하여 강수량도 조사하였다.

농약살포, 시료채취 및 증체율 조사

작물의 수확예정 18일 전인 2010년 9월 27일 배부식 분무기를 이용하여 먼저 물을 사용하여 식물체에 액이 충분히 묻을 정도의 약량을 결정한 후 농약별로 각각 해당 농약의 안전사용기준에 따라 표준희석살포용액(기준량)과 표준희석살포용액의 2배 농도로 제조한 살포용액(배량)을 균일하게 1회 살포하였으며, 처리 후 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 18일차에 각 처리구별로 생육정도가 균일한 작물을 1 kg 이상씩 채취하여 각각의 무게를 측정한 후 생장곡선을 작성하고 -20℃에 저장하였다.

표준검량선 작성 및 잔류농약 분석

시험농약인 pyrimethanil과 trifloxystrobin 표준물질을 acetonitrile에 녹여 1,000 mg/kg농도로 조제한 stock solution을 acetonitrile로 희석하여 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10 mg/kg의 농도로 희석하여 10 µL 씩 HPLC/DAD (diode array detector)에 주입하여 나타난 크로마토그램상의 피크 면적을 기준으로 표준검량선을 작성하였다. 단감 중 잔류농약 분석은 마쇄한 시료 15 g에 acetonitrile 15 mL, MgSO₄ 6 g, CH₃COONa 1.5 g을 가하고 30분간 진탕 추출하여 원심분리(4℃, 3000 rpm × 10min) 후 상등액 중 10 mL을 NH₂ cartridge에 주입하고 acetonitrile 30 mL로 용출하였다. 이를 질소 농축한 후 2 mL acetonitrile로 용해하여 이

중 1 mL을 PSA 50 mg과 MgSO₄ 150 mg이 처리된 tube에 옮겨 정제한 후 이를 0.2 µm filter로 여과하고 HPLC/DAD에 주입하여 나타난 크로마토그램상의 피크 넓이를 검량선에 대입하여 농약의 잔류농도를 확인하였으며 (Anastassiades *et al*, 2003; Lehotay, 2007), 기기분석 조건은 Table 3과 같다.

Table 3. HPLC conditions for the analysis of pyrimethanil and trifloxystrobin in persimmon

Instrument	Agilent 1200 series HPLC with autosampler (Agilent, USA)
Column	Agilent Eclipse XDB-C18, 4.6 × 150 mm
Detector	Diode Array Detector (DAD)
Wavelength	254 nm
Injection vol.	10 µL
Condition	Flow rate : 1.0 mL/min H ₂ O : Acetonitrile Ratio 95 : 5 → 70 : 30 (5min) → 0 : 100 (20min) → 0 : 100 (25min) R · T : pyrimethanil : 13.8min, trifloxystrobin : 18.0 min

회수율 시험

회수율 시험은 재배기간 중에 시험약제를 처리하지 않은 시료에 acetonitrile에 녹인 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 표준용액을 각각 0.1와 0.5 mg/kg이 되도록 처리한 후 상기 잔류분석과정을 수행하여 회수율을 산출하였다.

잔류농약의 생물학적 반감기 및 생산단계 농약잔류허용기준의 산출

단감 중 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 생물학적 반감기는 Microsoft사의 Microsoft Office Excel 2007을 이용하여 지수곡선식으로 산출하였고, 생산단계 농약잔류허용기준은 국립농산물품질관리원의 SafeQ IN 통계패키지 SPSS Statistics를 이용하여 설정하였다.

결과 및 고찰

검량선 작성

시험농약의 표준물질을 이용하여 얻은 검량선의 직선식과 상관관계수(r)는 Table 4와 같이 모두 양호한 결과를 확인할 수 있었다.

Table 4. Linear equations of calibration curve for the quantification of the pesticide residues in persimmon

Pesticide	Linear equations	r
Pyrimethanil	$y = 39.041x + 2.5046$	0.9999
Trifloxystrobin	$y = 27.756x - 0.1024$	0.9999

검출한계 및 회수율 시험

시험법의 검출한계는 두 시험약제에서 모두 0.01 mg/kg 이었고, 단감 시료에서 pyrimethanil의 머무름 시간은 13.8 min, trifloxystrobin은 18.0 min임을 확인하였으며, 크로마토그램상에서 두 약제의 peak를 방해하는 물질은 존재하지 않았다(Fig. 1). 분석법에 의한 시험농약의 회수율 시험 결과는 0.1 및 0.5 mg/kg 수준에서 pyrimethanil은 각각 $81 \pm 1.62\%$, $98 \pm 1.58\%$ 이었으며, trifloxystrobin은 각각 $91 \pm 2.94\%$, $98 \pm 1.25\%$ 이었다. 이는 식품의약품안전청에서 권고하는 회수율 범위인 70~120%, 반복 회수율 수치 간 변이계수 20% 이하의 기준과 잘 부합하여 본 연구에서 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 잔류소장을 구명하기에 효율적인 분석방법이라고 판단된다(Table 5).

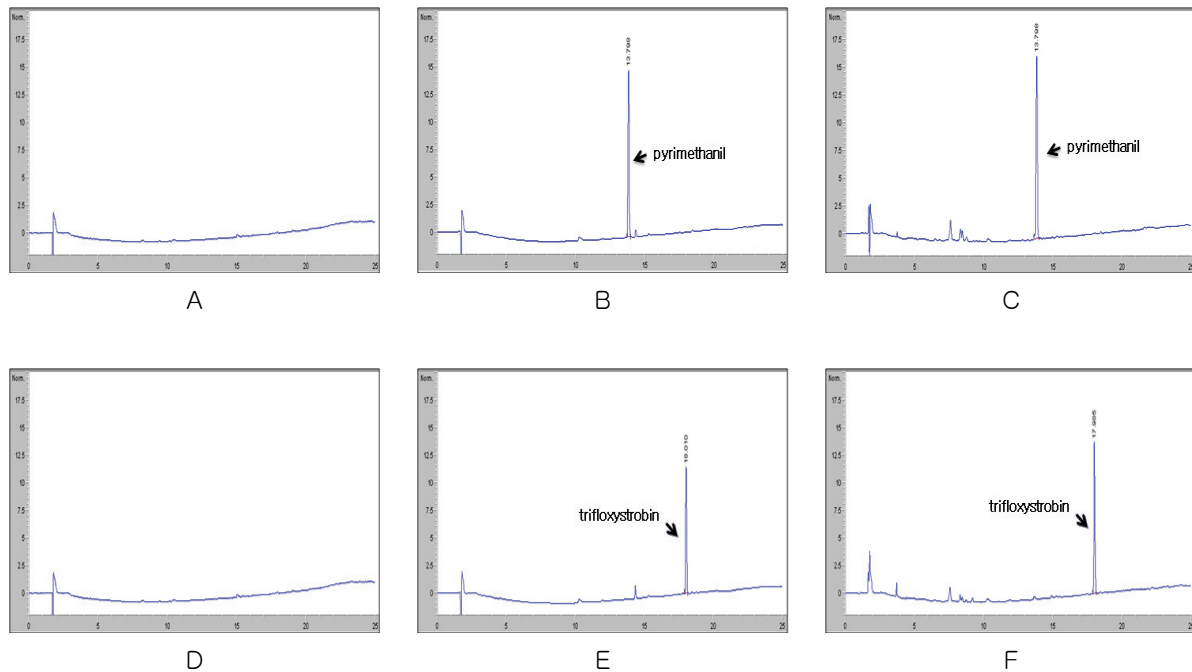


Fig. 1. HPLC/DAD chromatograms of pyrimethanil (A : control, B : standard 2 mg/kg, C : recovery 2.5 mg/kg) and trifloxystrobin (D : control, E : standard 2 mg/kg, F : recovery 2.5 mg/kg).

Table 5. Recovery rates and LOD of the analytical methods

Pesticide	Fortification level (mg/kg)	Recovery \pm CV ^{a)} (%)	LOD ^{b)} (mg/kg)
Pyrimethanil	0.1	81 ± 1.62	0.01
	0.5	98 ± 1.58	
Trifloxystrobin	0.1	91 ± 2.94	0.01
	0.5	98 ± 1.25	

a) Coefficient of variation=(standard deviation / average) \times 100

b) Limit of detection

단감의 증체율과 기상조건

약제 살포 후 경과일자별 단감의 증체율은 채취한 시료의 무게를 측정하고 그 평균무게를 이용하여 산출하였고 각 수확일차별 평균무게는 Fig. 2와 같으며 첫 번째 수확일 대비 마지막 수확일까지 대상작물의 증체율은 135.44% 이었다. 또한 시험기간 중 시험포장의 평균 온도의 범위는 13.6-19.4°C 였고 약제 살포 후 5일 후와 12일 후에 각각 16 mm과 6 mm의 강수량을 기록하였다(Fig. 3).

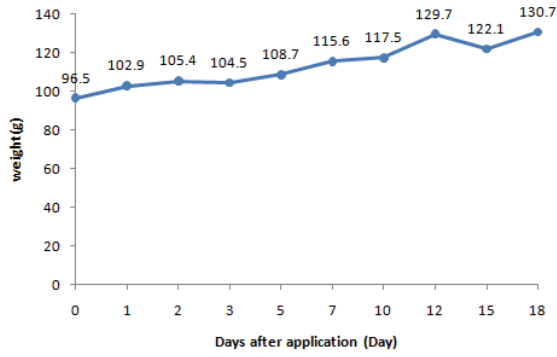


Fig. 2. Growth curve of persimmon during cultivation period.

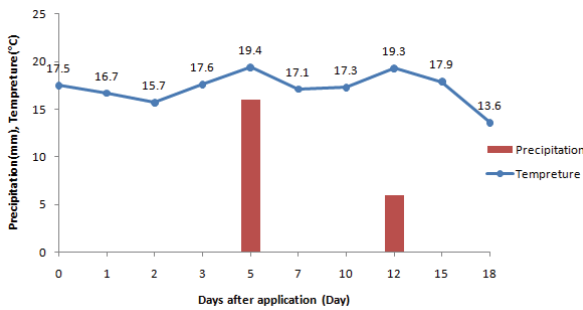
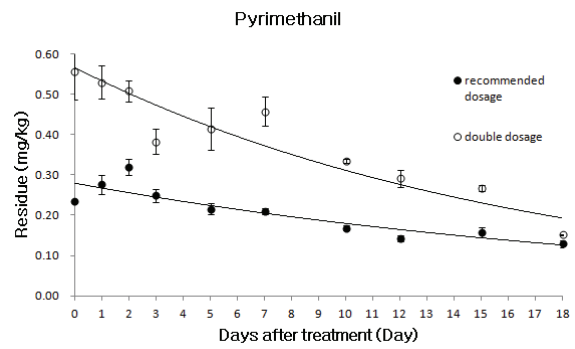


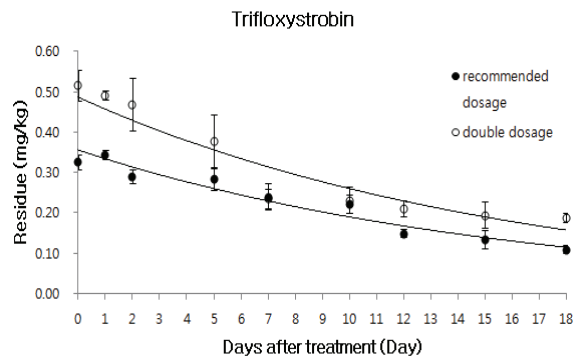
Fig. 3. Temperature and precipitation during cultivation period.

단감의 재배기간 중 잔류량 변화

수확예정 18일 전에 pyrimethanil과 trifloxystrobin 두 약제를 살포한 후 0(살포 2시간 후), 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 18일에 시료를 채취하여 잔류량을 계산한 결과 pyrimethanil 기준량 살포시 농도는 0.13 - 0.32 mg/kg 수준이며 배량 살포시 잔류농도는 0.15 - 0.56 mg/kg 수준으로 기준량 살포시와 배량 살포시 전 구간에서 MRL (2.0 mg/kg)보다 낮은 농도를 나타내었으며, trifloxystrobin 기준량 살포시 잔류 농도는 0.10 - 0.36 mg/kg 수준이며 배량 살포시 잔류 농도는 0.19 - 0.52 mg/kg 수준의 농도를 나타내었으며, 기준량 살포시 전 구간에서 MRL (0.5 mg/kg)보다 낮은 농도를, 배량 살포시 수확 0일차에서만 MRL보다 높은 농도를 나타내었다(Fig. 4).



A



B

Fig. 4. Dissipation curves of pyrimethanil (A) and trifloxystrobin (B) in persimmon during cultivation periods.

단감의 증체율에 의한 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 희석효과

농약의 작물잔류에 영향을 미치는 주요 인자로 과실의 비대생장에 따른 희석효과를 들 수 있다. 기준량 처리에서 과실의 비대생장에 따른 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 희석효과를 고려한 잔류 소실 곡선에서의 생물학적 반감기는 각각 23.9일과 14.4일(Fig. 5)로 희석효과를 배제한 생물학적 반감기인 15.6일, 10.4일과 비교했을 때 각각 8.3일과 4.0일이 길어진 것을 확인할 수가 있었다. 단감은 시험약제 살포일부터 마지막 수확까지 증량 증가가 많지 않기 때문에 비대생장에 의한 잔류농약의 희석효과가 오이(Lee *et al.*, 2008)와 같이 부피생장이 급격히 일어나는 작물에 비해 크지 않고, 파프리카(Cho *et al.*, 2011)와 같이 수확 전 착색에 소요되는 성숙과정이 있어 과중의 변화가 거의 없는 작물에 비해 짧은 생물학적 반감기를 가지는 것으로 보여진다.

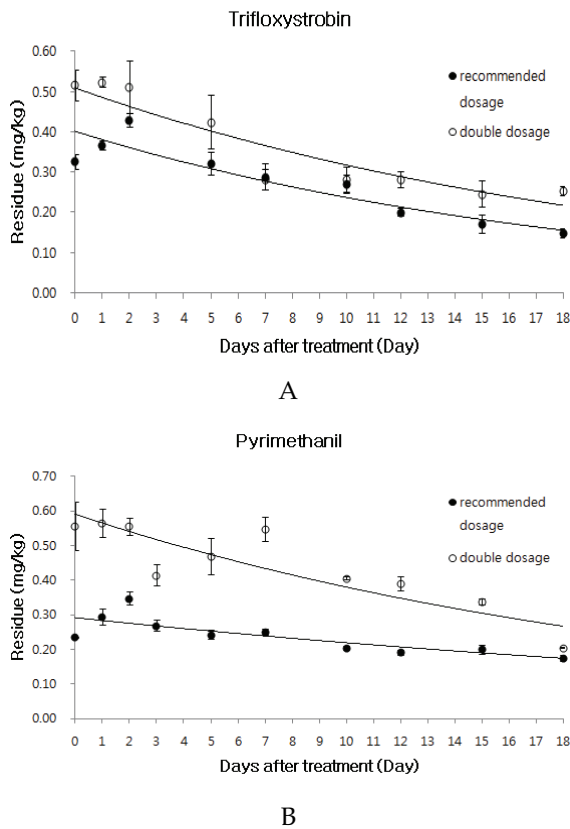


Fig. 5. Dissipation curves of pyrimethanil (A) and trifloxystrobin (B) after subtraction of dilution effect due to thickening growth of persimmon during cultivation periods.

Table 6. Pre-harvest residue limit of pyrimethanil and trifloxystrobin in persimmon (mg/kg)

Pesticide	Pre-harvest residue limit (mg/kg)										Harvesting day
	10 day	9 day	8 day	7 day	6 day	5 day	4 day	3 day	2 day	1 day	
Pyrimethanil	2.69	2.61	2.53	2.46	2.39	2.32	2.25	2.19	2.12	2.06	2.0
Trifloxystrobin	0.83	0.79	0.75	0.71	0.68	0.64	0.61	0.58	0.55	0.53	0.5

요 약

본 연구는 단감 재배 중 사용되는 살균제인 pyrimethanil과 trifloxystrobin의 생산단계 잔류허용기준 설정을 통하여 안전한 단감 생산에 기여하고자 수행되었다. 먼저 pyrimethanil과 trifloxystrobin을 살포하고, 살포 후 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 18일에 단감 시료를 채취하여 각각의 농약을 분석하고 생물학적 반감기를 산출한 다음 생산단계 잔류허용기준 (PHRL; Pre-Harvest Residue Limit)을 설정하였다. 단감 중 pyrimethanil과 trifloxystrobin은 Acetonitrile을 이용하여 추출하고 NH_2 cartridge와 PSA를 이용하여 정제하여 HPLC/DAD를 이용하여 분석하였다. 두 농약에서 검출한계는 모두 0.01 mg/kg이었다. Pyrimethanil의 회수율은 0.1

잔류 농약의 생물학적 반감기 및 생산단계 잔류허용 기준의 산출

pyrimethanil의 소실 곡선은 기준량 살포 시 $y=0.2796e^{-0.0443x}$ ($R^2=0.858$), 배량 살포 시 $y=0.5666e^{-0.0599x}$ ($R^2=0.8766$)이었으며, 이 식에 의해 산출된 pyrimethanil의 생물학적 반감기는 기준량 처리 시 15.6일, 배량 처리 시 11.6일이었다. trifloxystrobin의 소실 곡선은 기준량 살포 시 $y=0.3765e^{-0.0666x}$ ($R^2=0.9167$), 배량 살포 시 $y=0.5185e^{-0.067x}$ ($R^2=0.8636$)이었으며, 이 식에 의해 산출된 trifloxystrobin의 생물학적 반감기는 기준량 처리 시 10.4일, 배량 처리 시 10.3일이었다.

생산단계 잔류허용 기준의 설정은 수확 시에 잔류량이 MRL을 초과하지 않도록 수확 전 일자별 잔류량을 설정한 수치로서 이를 이용하여 생산단계 잔류허용 기준을 작성하였다 (Table 6). 이를 이용하여 생산단계 잔류허용기준을 설정한다면 각각 수확 10일전 잔류량이 pyrimethanil은 2.69 mg/kg, trifloxystrobin은 0.83 mg/kg이면 수확 시 잔류 농도가 MRL이하로 잔류할 것으로 예측된다.

과 0.5 mg/kg 두 수준에서 각각 $81 \pm 1.62\%$, $98 \pm 1.58\%$ 이었으며, trifloxystrobin의 회수율은 0.1과 0.5 mg/kg 두 수준에서 각각 $91 \pm 2.94\%$, $98 \pm 1.25\%$ 이었다. 단감에서 pyrimethanil의 생물학적 반감기는 기준량 살포 시 15.6일, 배량 살포 시 11.6일이었고, trifloxystrobin의 생물학적 반감기는 기준량 살포 시 10.4일, 배량 살포 시 10.3일이었다. 잔류회귀 감소식을 이용한 생산단계 잔류허용기준은 pyrimethanil과 trifloxystrobin은 각각 수확 10일 전 2.69 mg/kg과 0.83 mg/kg으로 제안하였다.

감사의 글

This study is part of the establishment of Pre-Harvest

Residue Limit in 2010. Thanks to the National Agricultural Products Quality Management Service for their research grant

참고문헌

- Anastassiades M., Lehotay, S.J., Stajnbaher, D., Schenck, F.J., 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce, *J. AOAC Int.* 86(2), 412-431.
- Cho, K.S., Lee, S.j., Lee, D.Y., Kim, Y.J., Choe, W.J., Lee, J.B., Kang, K.Y., 2011. Pre-Harvest Residual Characteristics of Boscalid and Pyraclostrobin in Paprika at Different Seasons and Plant Parts, *Korean J. Pestic. Sci.* 15(3), 231-334.
- Kim, J.B., Song, B.H., Chun, J.C., Im, G.J., Im, Y.B., 1997. Effect of sprayable formulations on pesticide adhesion and persistence in several crops, *Korean J. Pestic. Sci.* 1(1), 35-40.
- Kim, Y.S., Park, J.H., Park, J.W., Lee, Y.D., Lee, K.S., Kim, J.E., 2002. Persistence and dislodgeable of chlorpyrifos and procymidone in lettuce leaves under greenhouse condition, *Korean J. Environ. Agri.* 21(2), 149-155.
- Ko, K.Y., Kim, K.H., Lee, K.S., 2004. Residual Pattern of Procymidone and Chlorothalonil in Grape During The Period Of Cultivation and Storage, *Korean J. Environ. Agri.* 23(1), 47-51.
- Ko, K.Y., Lee, Y.J., Won, D.J., Park, H.J., Lee, K.S., 2003. Residual Pattern of Procymidone and Bifenthrin in Perilla Leaf During The Period Of Cultivation and Storage, *Korean J. Environ. Agri.* 22(1), 47-52.
- Kwon, C.H., Lee, Y.D., 2003. Terminal Residues of Monocrotophos and Phosphamidon in Apple, *Life Science Research.* 1(3), 277-286
- Lehotay S.J., 2007. Determination of pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulfate: collaborative study, *J. AOAC Int.* 90(2), 485-520.
- Lee, E.Y., Noh, H.H., Park, Y.S., Kang, K.W., Kim, J.K., Jin, Y.D., Yun, S.Y., Jin, C.W., Han, K.T., Kyung, K.S., 2009. Residual Characteristics of Etofenprox and Methoxyfenozide in Chinese Cabbage, *Korean J. Pestic. Sci.* 13(1), 13-20.
- Lee, E.Y., Noh, H.H., Park, Y.S., Kang, K.W., Lee, K.H., Lee, J.Y., Park, H.K., Yun, S.S., Jin, C.W., Han, S.K., Kyung, K.S., 2009. Residual Characteristics of Bifenthrin and Imidacloprid in squash, *Korean J. Pestic. Sci.* 13(2), 79-86.
- Lee, J.H., Park, H.W., Keum, Y.S., Kwon, C.H., Lee, Y.D., Kim, J.H., 2008. Dissipation Pattern of Boscalid in Cucumber under Greenhouse Condition, *Korean J. Pestic. Sci.* 12(1), 67-73.
- Lee, S.J., Kim, Y.H., Hwang, Y.S., Kwon, C.H., Do, J.A., Im, M.H., Lee, Y.D., Choung, M.G., 2010. Determination of methoxyfenozide, chromafenozide and tebufenozide residues in agricultural commodities using HPLC-UVD/MS, *Korean J. Pestic. Sci.* 14(1), 37-48.
- Park, D.S., Seong, K.Y., Choi, K.I., Hur, J.H., 2005. Field tolerance of pesticides in the strawberry and comparison of biological half-lives estimated from kinetic models, *Korean J. Pestic. Sci.* 9(3), 231-236.
- Yang, J.E., Park, D.S., Han, D.S., 1995. Comparative Assessment of the Half-lives of Benfuresate and Oxolinic Acid Estimated from Kinetic Models Under Field Soil Conditions, *Korean J. Environ. Agri.* 14(3), 302-311.