

대미수출을 위한 병해충 방제 체계 적용 농약살포 단감원에서 수확한 단감의 잔류 농약량 조사

김영섭 · 추호렬¹ · 박정규¹ · 이동운*

상주대학교 생물응용학과, ¹경상대학교 농업생명과학연구원, 응용생물환경학과

요약 : 단감원에서 미국측 검역기준에 적합한 방제력을 개발하기 위하여 미국에서 이과류에 농약잔류허용기준 (MRL)이 설정되어 있는 농약 (azoxystrobin, carbaryl, cyhexatin, fenarimol, mancozeb, methoxyfenozide, spinosad, trifluciclorin)들을 중심으로 미국 수출형 방제력을 적용하여 단감 수확과에 잔류하는 농약 잔류량을 조사하였다. 적용 분석법에 의한 azoxystrobin과 carbaryl, cyhexatin, mancozeb, spinosad, trifluciclorin은 검출되지 않았다. Fenarimol과 methoxyfenozide의 잔류량은 0.016-0.020 ppm과 0.022-0.029 ppm으로 미국의 이과류에서 잔류허용기준량 (fenarimol 0.1 ppm, methoxyfenozide 7.0 ppm)이하로 검출되었다. 본 연구에서 적용한 미국 수출형의 새로운 방제력으로도 미국측의 검역기준에 적합한 단감 재배가 가능하였지만 노린재류의 피해를 경감시킬 수 있는 방법의 보완이 추후 검토되어야 할 것으로 보인다. (2005년 4월 2일 접수, 2005년 6월 24일 수리)

색인어 : 검역, 농약잔류, 농약잔류허용기준, 병해충 방제.

서론

단감은 2002년 현재 23,724ha의 재배면적에 5만 가구 이상의 농가에서 재배하고 있는 우리나라의 주요 과수 중 하나이다 (김, 2002). 단감은 년 평균기온이 13.5℃ 이상인 지역에서만 재배가 가능한 과수로 (김 등, 1988) 경남과 전남이 주 생산지이다 (농림부, 2003). 1980년대 후반부터는 고소득 작물로 인식되면서 재배면적이 급격히 증가하였지만 1990년대 중반 이후에는 오히려 공급량의 초과로 가격이 매년 감소하고 있다 (Anonymous, 2001). 따라서 단감 가격의 안정을 위하여 수출을 적극적으로 추진하고 있으나 수출국이 동남아시아의 일부국가에만 편중되어 있으며, 미국과 같이 소비량을 확대시킬 수 있는 수출 가능국의 경우는 감꼭지나방 (*Stathmopoda masinisa*)과 복숭아명나방 (*Conogethes punctiferalis*), 온실가루자벌레 (*Planococcus kraunhiae*), 감나무주름응애 (*Tenuipalpus zhizhilashiriliae*) 등 미국 측이 검역 상 규제하는 해충 발생의 우려로 통관이 불허되고 있다 (Stewart, 1997) 우리나라 수확 단감에서 이들 해충이 문제되지 않는다는 이 등 (2002)의 연구 등으로 인해 해충 문제로 인한 수입 거부 문제는 부분적으로 해결되었다 (국립식물검역소, 2002).

식물검역 상 병해충 문제와 함께 중요한 검토 대상은 병해충 방제를 위해 사용한 농약의 잔류 문제이다. 수출용으로 재배하는 단감의 경우 상대국에서 허용하는 농약이나 농약 잔류 허용 기준 등을 고려하여 관리하여야 한다. 그러나 미국에서 감에 농약잔류허용기준 (Maximum Residue Limits, MRL)이 설정된 농약은 2002년 8월 현재 6종에 불과하여 우리나라의 65종이나 일본의 80종과는 큰 차이가 있다 (이 등, 2002). 한편 이 등 (2002)은 이러한 실정을 해결하기 위한 방법으로서 우리나라에서 단감이나 감에 고시되어 있는 약제 중심의 방제력과 농가 관행 방제력 및 미국에서 감에 농약잔류허용기준이 설정되어 있는 약제가 6종에 불과하기 때문에 (www.epa.gov) 이과류 (poem)에 농약잔류허용기준이 설정되어 있는 농약 중심의 방제력을 적용하여 미국 측 검역대상 해충인 복숭아명나방이 단감 생육기에는 발생하지만 수확과에는 발생하지 않는다는 것을 입증한 바 있다. 이것은 우리나라에서 단감에 등록되어 있는 약제를 이용하여 단감의 병해충 방제를 하여도 미국 측에서 우려하는 검역대상 해충이 발생하지 않고, 비록 우리나라에 등록되어 있지 않는 약제들이지만 미국에서 이과류에 농약잔류허용기준이 설정되어 있는 농약만으로도 현재 미국의 검역대상 우려 해충을 제거할 수 있다는 결과이다. 그러나 검역 상 중요한 문제의 하나인 미

* 연락처

Table 1. List of application pesticides

Korean item name	Amount of active ingredient (%)	Common name	Target pest	Dilution fold	Trade name
Azoyterobin SC	20	Azoxystrobin	Persimmon spotted leaf casting etc.	1,000	Ortima
Nac WP	50	Carbaryl	Leaf roller etc. ※Unregistered	875	Donbu nac
Cyhexatin WP	25	Cyhexatin	Two-spotted mite etc. ※Unregistered	1,700	Plictran
Fenari WP	12	Fenarimol	Powdery mildew	3,000	Dongbu fenari
Methoxyfenozide SC	21	Methoxyfenozide	Persimmon fruit moth	1,000	Runner
Trifloxystrobin WG	50	Trifloxystrom	Persimmon spotted leaf casting, anthracnose, powdery mildew	4,000	A-pul
Mancozi WP	75	Manozeb	Persimmon spotted leaf casting, anthracnose	500	Dithane M-45
Spinosad WG	10	Spinosad	American serpentine leaf miner etc. ※Unregistered	2,000	Olgami

국에서 농약잔류허용기준이 설정되어 있는 농약을 살포하였을 때 각 농약들의 잔류 문제에 대해서는 간과할 우려가 있다.

따라서 본 연구는 이 등 (2002)의 기존 연구의 추가적인 연구로서 미국에서 감과 사과류에 농약잔류허용기준이 설정되어 있는 농약들을 이용한 방제체계를 단감원에 적용하여, 수확한 단감에서 농약의 잔류량과 미국의 농약잔류허용기준에 적합한지를 알아보기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 시험 포장

경남 진주시 미천면과 금산면의 두 곳 과원에서 병해충 방제시험을 하였는데 미천면의 과원은 산지의 중턱에 남향으로 위치한 과원으로 주변에는 밤나무림과 소나무림이 둘러 싸여 있어서 타 과원으로부터 독립된 단감원인데 수령은 8년생으로 단감이 주 소득이 아닌 농가에서 경작을 하고 있어서 관리가 잘 이루어지는 과원으로 볼 수는 없었다.

한편 금산면의 과원은 논과 인접한 낮은 야산에 위치한 과원으로 산에는 해송이 우점하고 있었으며, 수령은 20년 정도로 단감을 전문으로 경작하는 농가로서 관리를 잘 하고 있는 과원이었다.

2. 농약 살포 시기 및 종류

시험에 이용한 농약의 종류는 미국에서 감이나 사과류에 농약잔류허용기준이 설정되어 있는 농약성분 (www.epa.gov) 중에서 각 약제들의 작용특성이나 자료들을 토대로 선정하였으며 (Table 1), 방제 시기는 농가 관행 방제시기와 단감원 병해충 발생 조사 결과 등을 고려하여 설정하였다 (이 등, 2003b). 금산의 과원에서는 석회유황합제 사용을 포함하여 8회 방제를 수행하였으며 미천의 과원에서는 석회유황합제를 사용하지 않고, 7회 방제를 실시하였다 (Table 2).

3. 시료 채취

단감 시료채취는 2002년 10월 10일에 하였는데 각 약제별 처리 후 경과일수는 Table 3과 같았다. 시료채취량은 처리구별로 나무 한 그루 당 한 개의 과실을 채취하여 2 kg이 되도록 하여 3반복으로 채취하였다. 과원관리가 미흡한 미천 수확 단감의 평균무게는 120 ± 10 g ($n = 10$)이었으며 과원 관리가 잘 이루어진 금산 수확 단감의 평균무게는 150 ± 15 g ($n = 10$)이었다.

4. 농약 잔류량 분석

Azoxystrobin은 신젠타코리아 (주) 연구소 농약분석실에서 mancozeb, methoxyfenozide, trifloxystrobin,

Table 2. Spray schedule for the control of pests conducted at the sweet persimmon orchards

Locality	Times of application	Date of application	Used pesticides ^{a)}	Amount of application
Micheon Jinju	1	5/11	Azoxystrobin SC ^{b)} +Methoxyfenozide SC	1,000 ℓ /180 trees
	2	6/2	Trifloxystrobin WG ^{b)} +Spinosad WG	
	3	6/18	Fenarimol WP ^{b)} +Carbaryl WP	
	4	7/9	Trifloxystrobin WG+Methoxyfenozide SC	
	5	7/29	Fenarimol WP+Carbaryl WP	
	6	8/17	Mancozeb WP+Methoxyfenozide SC	
	7	9/26	Fenarimol WP+Cyhexatin WP+Carbaryl WP	
Geumsan Jinju	1	4/1	Lime sulfur	1,000 ℓ /200 trees
	2	5/20	Mancozeb WP+Methoxyfenozide SC	
	3	6/4	Trifloxystrobin WG+Spinosad WG	
	4	6/19	Fenarimol WP+Carbaryl WP	
	5	7/18	Azoxystrobin SC+Methoxyfenozide SC	
	6	7/31	Trifloxystrobin WG+Carbaryl WP	
	7	8/23	Fenarimol WP	
	8	9/25	Azoxystrobin SC	

^{a)}Sprayed with chemicals which were possibly adaptable to the pome trees in USA (www.epa.gov).

^{b)}SC: suspension concentration, WG: water dispersible granule, WP: wettable powder.

spinosad, fenarimol, carbaryl, fenarimol, cyhexatin는 동부한농 (주) 농업기술연구소 농약분석실에서 분석을 수행하였다. 시료는 꼭지와 속을 제거한 후, 수직 4등분하여 한 쪽씩을 취하여 세절하였다. 이들은 PE film bag에 넣어 영하 20℃ 이하에서 분석하기 전까지 냉동보관 하였다. 각 농약성분은 다음과 같이 분석하였다.

Azoxystrobin : 시료 25 g을 acetone:methanol (1:1, v/v)으로 진탕 추출 후, 감압 여과하여 일정량으로 맞추었다. 이 중 일부를 취하여 n-hexane을 가하여 액액분배하여 hexane 층을 버리고, 다시 dichloromethane으로 분배 후, 감압 농축하여 florisil sep pak cartridge로 정제한 다음 methanol로 정용한 것을 HPLC로 분석하였다.

Carbaryl : 시료 40 g을 acetone 100 ml로 마쇄추출하고, 감압여과한 후, 용매를 감압하여 날려 보내 30 ml로 하고, 이중 15 ml를 EXtrelut NT 10 g에 loading하였다. 한 시간 후 dichloromethane 200 ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 n-hexane : acetone (95 : 5, v/v) 10 ml에 용해하여 column chromatography (florisil 10g)를 이용, n-hexane : acetone (95 : 5, v/v) 90 ml로 세정하여 버리고, n-hexane : acetone (90 : 10, v/v) 100 ml로 용출한 뒤, 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 acetonitrile 5 ml에 용해하여 HPLC형광검출기 (Ex : 290 nm, Em : 330 nm)로 분석하였다.

Cyhexatin : 시료 50 g에 진한 HBr 5 ml를 가해서

acetone 100 ml로 마쇄추출하여 감압여과하고, 용매를 감압하여 날려 보내 30 ml로 하고, 이중 15 ml를 EXtrelut NT 10 g에 loading하였다. 한 시간 후 n-hexane 200 ml로 용출시켜 분배한 후 감압농축하고, acetonitrile 10 ml에 용해하였다. 이를 column chromatography (silica gel 5g)를 이용, acetonitrile 20 ml로 세정하여 버리고, acetonitrile : acetic acid (100 : 0.2, v/v) 30 ml로 용출시킨 후 감압농축하고, 건고물을 acetonitrile 0.001M : HCl containing 0.005M NaCl (93 : 7, v/v) 4 ml에 용해하여 HPLC/UV (214 nm)로 분석하였다.

Fenarimol : 시료 50 g에 acetone 100 ml로 마쇄추출하여 감압여과하고, 용매를 감압하여 날려 보내 30 ml로 하고, 이중 15 ml를 EXtrelut NT 10 g에 loading하였다. 한 시간 후 n-hexane 200 ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 n-hexane 10 ml에 용해하여 column chromatography (florisil, 10g)를 이용, n-hexane : ethyl acetate (85 : 15, v/v) 100 ml로 세정하여 버리고 n-hexane : ethyl acetate (80 : 20, v/v) 100 ml로 용출한 뒤, 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 acetone 2 ml에 용해하여 GLC/NPD로 분석하였다.

Mancozeb : 분해 flask에 시료 60 g과 SnCl₂ · 2H₂O 4 g, 3N-HCl 200 ml를 넣고, 제 1흡수관에 6.5% NaOH 용액 15 ml와 포화 KMnO₄ 용액 5 ml, 제 2흡수관에 발색시약 [0.5% Cu(CH₃COO)₂/ethanol 0.1 ml와 diethanol amine 10 g을 ethanol 100 ml에 용해하여 조

Table 3. Exposure periods of pesticides in each tested sweet persimmon

Pesticide	Days after treatment		Date of spray (Month/day)	
	Geumsan	Micheon	Geumsan	Micheon
Azoxystrobin SC	84-15	152	7/18, 9/25	5/11
Cabaryl WP	113-71	114-73-14	6/19, 7/31	6/18, 7/29, 9/26
Cyhexatin WP	-	14	-	9/26
Fenarimol WP	113-46	114-73-14	6/19, 8/23	6/18, 7/29, 9/26
Mancozeb WP	143	54	5/20	8/17
Methoxyfenozide SC	143-84	152-93-54	5/20, 7/18	5/11, 7/9, 8/11
Spinosad WG	128	-	6/4	-
Trifloxystrobin WG	128-71	130-93	6/4, 7/31	6/2, 7/9

제] 3 ml와 ethanol 2 ml를 넣고, 천천히 흡입하면서 45분간 계속 끓였다. 제 2흡수관의 발색시약을 UV/Vis spectrophotometer로 파장 600-300 nm의 흡수 spectrum을 측정, 파장 400 nm와 490 nm를 연결시켜 base line을 긋고, 435 nm에서 peak 높이를 측정하고, 표준검량선에 의해 CS₂의 함유농도를 산출하여 mancozeb의 함유농도로 환산하였다.

Methoxyfenozide : 시료 50 g을 acetone 100 ml로 마쇄추출하고, 감압여과한 후 용매를 감압하여 날려 보내 15 ml로 하고, 이를 EXtrelut NT 10 g에 loading하였다. 한 시간 후 dichloromethane 200 ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 n-hexane : ethyl acetate (90 : 10, v/v) 10 ml에 용해하여 column chromatography (florisil 5 g)를 이용, n-hexane : ethyl acetate (90 : 10, v/v) 70 ml로 세정하여 버리고, n-hexane : ethyl acetate (70 : 30, v/v) 100 ml로 용출한 뒤, 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 acetonitrile 5 ml에 용해하여 HPLC/UV (220 nm)로 분석하였다.

Spinosad : 시료 80 g에 1N NaOH 10 ml와 acetone 100 ml로 마쇄추출하고, 감압여과한 후 용매를 감압하여 날려 보내 30 ml로 하고, 이중 15 ml를 EXtrelut NT 10 g에 loading하였다. 한 시간 후 dichloromethane 200 ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 n-hexane : dichloromethane (50 : 50, v/v) 10 ml에 용해하여 column chromatography (silica gel 5 g)를 이용, n-hexane : dichloromethane (50 : 50, v/v) 50 ml로 세정하여 버리고, dichloromethane : acetonitrile (75 : 25, v/v) 100 ml로 용출한 뒤, 이 용출액을 감압 농축하고, 건고물을 acetonitrile 2 ml에 용해하여 HPLC/UV로 245 nm에서 분석하였다.

Trifloxystrobin : 시료 50 g에 acetonitrile 100 ml로 마쇄추출하여 감압여과하고, 용매를 감압하여 날려

보내 15 ml로 하고, 이를 EXtrelut NT 10 g에 loading하였다. 한 시간 후 dichloromethane 200 ml로 용출시킨 후, 이 용출액을 감압농축하여 n-hexane : ethyl acetate (90:10, v/v) 10 ml에 용해하였다. 이를 column chromatography (silica gel 5 g)를 이용, n-hexane : ethyl acetate (90:10, v/v) 80 ml로 세정하여 버리고, n-hexane : ethyl acetate (80:20, v/v) 100 ml로 용출시킨 후 감압 농축하고, 건고물을 acetonitrile 3 ml에 용해하여 HPLC/UV (245 nm)로 분석하였다.

결과 및 고찰

단감에 대한 각 농약 성분의 회수율은 Table 3과 같았다. Azoxystrobin 등 7개의 농약에 대한 회수율은 82.0~106.9%이었고, 검출한계는 0.005~0.04 ppm 범위로서 농약잔류허용기준을 확인하기에는 충분한 수준을 보였다. Azoxystrobin의 평균 회수율은 평균 82.0%이며 분석법의 검출한계는 0.04 ppm이었다. 단감 중 azoxystrobin의 잔류량은 미천 시료의 경우 (수확 152일전 살포) 모두 검출 한계 미만(<0.04 ppm) 이었고, 금산 시료의 경우 (수확 84일전 + 수확 15일전) 평균 0.04 ppm의 잔류량이 검출되어 미국의 농약잔류허용기준인 3 ppm보다 훨씬 낮은 수준이었다 (Table 4). Mancozeb, trifloxystrobin, spinosad, carbaryl 및 cyhexatin의 잔류량은 금산과 미천 시료 모두 검출되지 않았다. Fenarimol은 금산 시료에서 0.016 ppm, 미천 시료에서 0.020 ppm 이었으나 미국의 사과, 배에 대한 농약잔류허용기준인 0.1 ppm보다는 훨씬 낮은 수준으로 검출되었으며, Methoxyfenozide의 잔류량은 금산 시료에서 0.022 ppm, 미천 시료에서 0.029 ppm으로 미국의 사과에서 농약잔류허용기준 7.0 ppm에 비하여 매우 낮은 수준으로 검출되었다. 따라서 미국

Table 4. Recovery ratio and detection limit of pesticides

Pesticide	Recovery (%) ± SD	Detection limit (ppm)
Azoxystrobin	82.0 ± 2.9	0.04
Carbaryl	98.5 ± 0.3	0.005
Cyhexatin	87.0 ± 1.5	0.008
Fenarimol	92.6 ± 3.9	0.008
Mancozeb	85.1 ± 2.7	0.02
Methoxyfenozide	82.5 ± 0.7	0.008
Spinosad	106.9 ± 1.7	0.005
Trifloxystrobin	91.4 ± 1.8	0.006

수출을 위한 단감의 방제 체계 개발을 위해 단감원에 사용한 azoxystrobin, carbaryl, cyhexatin, fenarimol, mancozeb, methoxyfenozide, spinosad, trifloxystrobin의 잔류량은 상대국 검역기준에 적합한 수준이었다.

이 등 (2003a)은 농가관행 방제방법과 국내 등록 약제 위주의 방제력 및 미국측에 MRL이 설정되어 있는 약제 중심의 방제 체계에 따른 단감원에서의 해충 발생을 2년 간 조사한 결과에 따르면 미국 측의 우려 해충인 감꼭지나방, 온실가루자비벌레 및 감나무주름응애는 재배기간과 수확한 단감 (수확과)에서 모두 발견 되지 않았으며, 복숭아명나방은 재배기간 중에만 발생하며 수확과에서는 발생하지 않는다고 하였다. 반면 검역대상해충은 아니지만 단감의 상품성과 보존

기간에 문제를 유발할 수 있는 노린재류는 재배기간 중이나 수확과에서 모두 발견되었다 (이 등, 2003a). 단감 경작자들이 가장 문제가 되는 해충으로 인식하고 있는 노린재류 (이 등, 2001)는 방제를 철저히 하는 과원에서도 수확기에 11% 정도의 피해과가 발생하고, 방제를 소홀히 하는 과원에서는 34%의 피해과가 발생한다고 보고 (정 등, 1995) 하였다. 본 연구 수행지역에서 수확과의 노린재 피해과율은 금산의 경우 수상과 (수확직전에 나무에 있는 과실)와 1차 선과과 (내수용)의 피해과율이 각각 11.3%와 6.7%였으며 미천의 경우 수상과에서 9%, 1차선과과에서 6.7%, 2차 선과과 (수출용)에서 3.7%였다 (이 등, 2003a).

반면 우리나라의 농약등록사항에 맞추어 방제를 수행한 금산의 과원에서는 수상과와 수확과에서 0.3%의 피해과만이 발생하였고, 미천의 경우 수상과에서 0.3%, 1차 선과과에서 4.3%로 미국 수출형 방제 적용 지에 비하여 현저히 낮은 피해를 보였다(이 등, 2003a). 이는 미국 수출형 방제 체계의 경우 노린재류에 적용할 수 있는 약제가 없기 때문에 추후 단감 수출단지에서는 적정 약제의 선발이나 선정이 필요할 것으로 생각된다.

특히 단감의 재배가 이루어지지 않거나 보편화되지 않는 국가로의 단감 수출 시, 검역대상 병해충 발생 여부뿐만 아니라 그 병해충을 방제할 수 있는 약제가 상대국에 MRL이 설정되지 않음으로 인한 재배상의

Table 5. Residue of pesticides in the fruits harvested from the experimental orchards

Pesticide	Residue (mg/kg) in the fruits harvested from								MRL (mg/kg) in USA
	Gumsan USA export-type ^{a)} orchard				Micheon USA export-type orchard				
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Mean	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Mean	
Azoxystrobin	0.04	0.05	0.04	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	2.0 (Persimmon)
Carbaryl	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	5.0 (Apple and pear)
Cyhexatin	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	2.0 (Pear)
Fenarimol	0.011	0.020	0.017	0.016	0.016	0.020	0.023	0.020	0.1 (Apple and pear)
Mancozeb	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	7.0 (Apple and pear)
Methoxyfenozide	0.022	0.021	0.022	0.022	0.033	0.028	0.025	0.029	7.0 (Apple)
Spinosad	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.5 (Apple)
Trifloxystrobin	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	5.0 (Apple)

^{a)}Sprayed with pesticides which were possibly adaptable to the pome trees in USA (www.epa.gov).

문제가 발생 할 수 있기 때문에 이러한 부분도 고려되어야 할 것으로 생각된다. 단감의 경우 재배기간 중에 평균 8회 농약을 살포하고 있는데 6월에 집중되어 있고, 이후에 서서히 감소한다. 그리고 농약의 최종 살포시기는 농가에 따라 상이하지만 9월 중순이 주로 많고, 9월 하순까지는 대부분의 농가가 농약 살포를 완료한다 (이 등, 2003b). 따라서 단감의 주 수확기인 10월 하순과는 한 달의 기간이 있기 때문에 수확과에서 농약잔류 수준은 본 실험의 결과에서 나타난 바와 같이 사용농약의 적절한 선택에 의한 병해충 방제 시에는 문제가 없을 것으로 판단되었다.

감사의 글

잔류농약 분석을 위해 협조해 주신 동부한농 (주) 농업기술연구소 농약분석실과 신젠타코리아 (주) 연구소 농약분석실 분들에게 사의를 표한다. 아울러 연구 수행에 협조를 아끼지 않은 단감 경작자분들과 약제 살포와 시료 채취 등에 수고를 아끼지 않은 경상대학교 응용생물환경학과 선충실험실원들에 감사를 표한다.

인용문헌

Anonymous (2001) Research outlines on deciduous fruit trees in 2000. pp.124~161. Fruit Tree Research Insti-

tute, Agricultural Technology Research Organization, Japan.

Stewart R.D. (1997) Importation of fresh persimmon fruit, *Diospyros kaki* from South Korea into the United States: Qualitative, path-way initiated pest risk assessment. APHIS, USDA. pp.1~19.

국립식물검역소 (2003) 식물검역정보. 국립식물검역소. p.4.

농림부 (2003) 농림수산통계. 농림부. p.90.

김용수, 정상복, 손동수, 이경국, 박종성, 이운직 (1988) 단감 안전재배 한계지 규명에 관한 연구. 농시논문집. 30(3):56~76.

이규철, 강창현, 이동운, 이상명, 박정규, 추호렬 (2002) 수은유아등과 집합페로몬 트랩에 의한 단감원 노린재류의 발생소장. 한응곤지. 41(4):233~238.

이동운, 이규철, 이승욱, 박정규, 추호렬, 신창훈 (2001) 단감원의 병해충 관리 실태와 소득 증대 방안에 대한 농가 의식 조사. 농약과학회지 5(4):45~49.

이동운, 박재완, 김영섭, 박정규, 추호렬 (2003a) 단감원의 방제 체계에 따른 검역대상 해충 발생 양상. 농약과학회지 7(3):228~237.

이동운, 이상명, 최병렬, 박정규 (2003b) 단감원의 최근 농약 사용 실태. 한응곤지. 42(1):85~89.

Analysis of pesticide residues on sweet persimmon harvested from systemized orchards for exporting to USA
Young Sub Kim, Ho Yul Choo¹, Chung-Gyoo Park¹, and DongWoon Lee* (*Department of Applied Biology, Sangju National University, Sangju, 742-711, Republic of Korea, ¹Institute of Agriculture and Life Sciences, Department of Applied Biology and Environment, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Republic of Korea*)

Abstract : Temporary control schedules were tested at sweet persimmon orchards to development new control programs to meet the quarantine requirements of USA in 2002. The 'USA export-type control orchards' were sprayed with pesticides (azoxystrobin, carbaryl, cyhexatin, fenarimol, mancozeb, methoxyfenozide, spinosad and trifloxystrobin) which were possibly adaptable to the poem trees in USA. Pesticide residues in the sweet persimmon fruits harvested from USA export-type control orchards were analyzed. Azoxystrobin, mancozeb, trifloxystrobin, spinosad, carbaryl, and cyhexatin were not detected by the experimental methods. The residues of fenarimol and methoxyfenozide in sweet persimmon of USA export-type control orchards were 0.016-0.020 ppm and 0.022-0.029 ppm, respectively. These levels are quite below the maximum residue limit level of USA (below 0.1 ppm in fenarimol and 7 ppm in methoxyfenozide). These results suggest that new control programs could be developed by modifying the USA export-type control schedule tested in this study to meet the quarantine requirements of USA, if we could suppress the damage of plant bugs.

Key Words : MRL, pest control, pesticide residue, quarantine.

*Corresponding author (Fax : 054-530-5218, E-mail : dwlee@sangju.ac.kr)