

첼레이리응애에 대한 농약의 선택독성과 장미에서 천적과 농약의 혼용에 의한 점박이응애의 방제효과

안기수*, 이소영, 이기열, 이영수¹, 김길하²

충북농업기술원 농업환경과, ¹경기도농업기술원 북부농업시험장, ²충북대학교 농과대학 식물의학과

Selective Toxicity of Pesticides to the Predatory Mite, *Phytoseiulus persimilis* and Control Effects of the Two-spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* by Predatory Mite and Pesticide Mixture on Rose

Ki-Su Ahn*, So-Young Lee, Ki-Yeol Lee, Young-Su Lee¹ and Gil-Hah Kim²

Chungbuk Agricultural Research & Extension Service, Cheongwon, Chungbuk, 363-880, Republic of Korea

¹Gyeonggi Agricultural Research and Extension Service Northern Agricultural Research Station, Yeoncheon, Gyeonggi, 486-800, Republic of Korea

²Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, San 48, Gaesin-dong, Cheong-ju, Chungbuk, 361-763, Republic of Korea

ABSTRACT : Toxicities of 42 pesticides (13 acaricides, 13 insecticides, 13 fungicides and 3 adjuvants) commonly used to control rose insect, mite, and disease pests were evaluated to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* egg and adult, and its predator *Phytoseiulus persimilis* egg, nymph and adult at the recommended concentration. The effect of density suppression of *T. urticae* by predatory mite and pesticide mixture on the rose in the greenhouses was also investigated. Among 13 acaricides tested, acequinocyl, bifenazate, fenbutatin oxide and spiroadiclofen showed much less toxicity to *P. persimilis* than to *T. urticae*. Among insecticides, acetamiprid, imidacloprid, spinosad, thiamethoxam and acetamiprid+etofenprox showed low toxicity to *P. persimilis* and *T. urticae*. Among 13 fungicides, azoxystrobin, kresoxim-methyl, myclobutanil, nuarimol, triadimefon, triflumizole and oxadixyl+mancozeb had a negligible effect on *P. persimilis* and *T. urticae*. Among three adjuvants, cover and siloxane expressed high toxicity, while spreader showed very low toxicity to *P. persimilis*. In the greenhouses experiments, the density of *T. urticae* before treatment was 65.3 mites per leaf. However, their density after release about 30 predatory mites per rose abruptly decreased from 3.8 mites at 11th day to zero mite at 20th day. During survey periods, four treatments of fungicides (kresoxim-methyl, myclobutanil, nuarimol, triflumizole) for the control of *Sphaerotheca pannosa* and one treatment of insecticide (spinosad) the control of *Frankliniella occidentalis* were applied, and these treatments had no the pesticides had no effect on the predatory mite density. It may be suggested from these results that four acaricides, five insecticides, seven fungicides, and one adjuvant could be incorporated into the integrated *T. urticae* management system with *P. persimilis* on rose cultivation.

KEY WORDS : *Phytoseiulus persimilis*, *Tetranychus urticae*, Comparative toxicity, Miticide, Insecticide, Fungicide, Pesticide, Rose

초 록 : 장미의 병해충 방제에 등록되어 있는 34종, 등록되어 있지 않은 5종, 그리고 보조제 3종, 총 42종의 농약에 대한 첼레이리응애(알, 약충, 성충)와 점박이응애(알, 성충)의 선택독성과 첼레이리

*Corresponding author. E-mail: hyenmo01@cbares.net

응애에 의한 점박이응애 밀도억제효과를 조사하였다. 살비제 중 acequinocyl, bifenazate, fenbutatin oxide, spiroadiclofen은 칠레이리응애에 대해서 독성이 낮았으나, 점박이응애에 대해서는 독성이 높았다. 살충제는 acetamiprid, imidacloprid, spinosad, thiamethoxam, acetamiprid+etofenprox가 칠레이리응애와 점박이응애에 대해서 독성이 없거나 적었다. 살균제 중에는 azoxystrobin, kresoxim-methyl, myclobutanil, nuarimol, triadimefon, triflumizole, oxadixyl+mancozeb이 칠레이리응애와 점박이응애에 대해서 영향이 없었다. 농약보조제인 cover와 siloxane은 칠레이리응애에 대해서 독성이 컸으나, spreader는 영향이 없었고, 점박이응애에 대해서는 독성이 없거나 낮았다. 장미시설하우스에서 칠레이리응애에 의한 점박이응애 밀도억제효과를 조사하기 위하여, 점박이응애의 밀도가 잎당 65.3마리였을때, 칠레이리응애를 주당 30마리 방사하였다. 방사 후 11일에 점박이응애 밀도가 잎당 3.8마리로 크게 감소하였고, 방사 후 20일에는 잎당 0마리로 밀도억제효과가 높게 나타났다. 조사기간 동안 흰가루병 방제로 살균제 4회(kresoxim-methyl, myclobutanil, nuarimol, triflumizole)와 총채벌레 방제약제를 1회(spinosad) 처리하였으나, 칠레이리응애 밀도에는 영향이 없었다. 이상의 결과로 보아 장미 병해충의 종합관리체계에서 칠레이리응애에 독성이 적은 약제와 칠레이리응애를 함께 이용할 수 있을 것이다.

검색어 : 칠레이리응애, 점박이응애, 선택독성, 살비제, 살충제, 살균제, 농약, 장미

점박이응애(*Tetranychus urticae*)는 장미의 시설재배에 경제적으로 큰 피해를 주고, 과수 및 채소류 등에도 가장 심각한 피해를 주고 있는 해충이다(Asada, 1978; Lee, 1990; Lee *et al.*, 2003). 응애류는 번식력이 왕성하며 세대기간이 짧기 때문에 단시일 내에 밀도가 증가하고, 연중 재배하는 장미의 특성상 약제에 대한 저항성 발달이 빠르다(Kim *et al.*, 1995; Park *et al.*, 1995; Yoon *et al.*, 2001). 또한 장미 재배지역별 점박이응애에 대한 방제력의 차이는 약제별 저항성 차이로 나타나고 있다(Lee *et al.*, 2003). 특히 응애류는 유전적으로 돌연변이율이 다른 곤충에 비해 높은 것으로 알려져 있다(Inoue, 1989). 따라서 점박이응애 방제 전략은 필연적으로 생물적방제와 약제저항성 관리를 두 축으로 하는 종합적 관리 체계에 관심이 모아지고 있다(Kim and Paik, 1996b; Paik and Kim, 1996; Park *et al.*, 1995). 실제로 장미시설하우스에서 많은 약제의 사용은 생물적 방제를 제한하는 가장 중요한 요인이 되고 있으며, 이를 해결하고자 점박이응애 종합관리의 방안으로 포식성 천적인 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)와 살비제를 동시에 장미시설하우스에 처리하여 상호보완이 되는 방법을 모색하게 되었다. 그러나 장미시설 재배지에서는 점박이응애, 꽃노랑총채벌레, 담배가루이의 방제를 위한 살충제 살포횟수가 연간 27.7회로 매우 많은 실정이며(Ahn, 미발표), 그 중 점박이응애 방제에 가장 큰 어려움을 겪고 있다.

최근에는 천적에 독성이 낮은 선택성 약제를 탐색·이용하여 천적과 해충의 밀도를 적정수준으로 조정

함으로써 보다 장기적인 방제효과를 유지하고자 많은 연구가 이루어지고 있다(Croft, 1990; Zhang and Sanderson, 1990; Park *et al.*, 1995; Kim and Lee, 1996; Kim and Paik, 1996a, b; Yoo and Kim, 2000; Choi *et al.*, 2003). 그러나 장미시설하우스에는 살비제 뿐만 아니라 살충제, 살균제 그리고 농약보조제 등이 사용되고 있기 때문에, 이에 대한 독성 평가를 거쳐 종합적으로 평가되어야, 진정한 의미의 장미시설하우스 종합관리 방안이 강구될수 있을 것이다. 그러므로 칠레이리응애에 대한 살비제의 선택독성과 살충제, 살균제, 농약보조제에 대한 독성을 평가하는 연구가 필요하다.

이에 본 연구는 장미에 등록되어 있는 약제를 중심(acequinocyl, etoxazole, spiroadiclofen, methidathion, DBEDC, cover, spreader, siloxane은 미등록약제)으로 점박이응애에 효과가 우수하고, 포식성 천적인 칠레이리응애에 저독성을 나타내는 약제를 선발하여 효과적인 장미시설하우스 해충 종합방제체계의 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험곤충

본 시험에 사용된 칠레이리응애는 (주)세실에서 판매하는 상품(우리천적)을 사육실에서 강낭콩(*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld)잎에 점박이응애를

Table 1. List of pesticides used to toxicity study of *P. persimilis* and *T. urticae*

Common name	Trade name	A.I. ^{a)} (%) & Formulation	Recommended conc. (ppm)
Miticides			
Abamectin	All Star	1.8 EC	6.03
Acequinocyl	Kanemite	15 SC	150
Bifenazate	Acramite	23.5 SC	110.8
Bifenthrin	Capture	8 WG	20
Etoxazole	Zoom	10 SC	25
Fenbutatin oxide	Torque	50 WP	325
Fenpyroximate	Salbiwang	5 SC	25
Flufenoxuron	Cascade	5 DC	50
Milbemectin	milbeknock	1 EC	10
Spirodiclofen	Envidor	22 SC	55
Tebufenpyrad	Pyranica	10 EC	50
Tebufenpyrad + tetradifon	Infighter	2.5+8 EC	25+80
Tetradifon + pirimiphos-methyl	Hamseong	8+25 EC	160+500
Insecticides			
Acetamiprid	Mospilan	8 WP	40
Alpha-cypermethrin	Fastac	2 EC	20
Clothianidin	Bigcard	8 SC	40
Emamectin-benzoate	Affirm	2.15 EC	10.8
Etofenprox	Sebero	20 EC	200
Imidacloprid	Cornido	8 SC	40
Methidathion	Supracide	40 EC	400
Pyriproxyfen	Shingiru	10 EC	100
Spinosad	Boomerang	10 SC	50
Thiamethoxam	Actara	1.5 WG	7.5
Acetamiprid + etofenprox	Manjangilchi	2.5+8 WP	25+80
Buprofezin + amitraz	Hero	12.5+12.5 EC	125+125
Esfenvalerate + fenitrothion	Shin Permethion	1.25+15 EC	12.5+150
Fungicides			
Azoxystrobin	Ortiva	20 SC	100
DBEDC	Sanyol	20 EC	400
Kresoxim-methyl	Haebichi	47 WG	235
Myclobutanil	Systhane	6 WP	39
Nuarimol	Paharam	9 EC	22.5
Prochloraz	Mangotan	25 WP	250
Triadimefon	Tidifon	5 WP	62.5
Triflumizole	Trifmine	30 WP	75
Triforine	Saprol	17 EC	85
Metalaxyl + mancozeb	Ridomil MG	7.5+56 WP	150+1120
Oxadixyl + mancozeb	Sandofan	8+56 WP	160+1120
Sulfur + ioarbendazim	Pungyoron	30+10 SC	600+200
Thiophanate-methyl + triflumizole	Goodtime	45+15 WP	225+75
Adjuvants			
Cover	Narake	60 SL	300
Siloxane	Silwet	30 SL	100.5
Spreader	Bargen	10+20 SL	50+100

^{a)} Active ingredient

먹이로 공급하면서 누대사육하였다. 점박이응애는 충북 진천군 이월면 장미재배농가의 유리온실에서 2003년 2월에 채집하여 강낭콩으로 누대사육하여 본 시험에 사용하였다. 실내 사육조건은 온도 25-27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 50-60%로 하였다.

시험약제

본 시험에 사용된 약제는 살비제 13종, 살충제 13

종, 살균제 13종 그리고 농약보조제 3종 등 모두 42종이며, 이들의 일반명, 제형, 유효성분량 및 추천농도는 Table 1과 같다.

칠레이리응애와 점박이응애에 대한 독성검정

칠레이리응애

칠레이리응애 알과 성충의 약제에 대한 감수성 시험을 위하여 직경 15cm의 페트리디쉬에 물을 충분히

적신 탈지면을 깔고, 그 위에 점박이응애가 접종된 직경 7cm 이상의 강낭콩 잎을 아랫면이 위를 향하도록 올려놓고, 붓으로 칠레이리응애의 성충을 30마리 이상 접종하였다. 그리고 점박이응애가 접종되어 있는 강낭콩 새순을 절단하여 탈지면 위의 강낭콩 잎에 올려놓았다. 새순이 건조되지 않게 절단 부위를 탈지면에 접촉하여 놓고, 칠레이리응애 성충이 충분히 이동하도록 하였으며, 칠레이리응애가 이동한 새순을 추천농도로 희석된 약액에 20초간 침지한 후, 키친타올로 침지된 강낭콩 새순의 수분을 제거하고, 점박이응애만 있는 새로운 디쉬(ϕ 15 cm)의 강낭콩 잎에 올려놓았다. 성충은 약제처리 24시간 후에 생충수를 조사하였고, 알은 약제 처리 3일 후에 부화되지 않은 알 수를 조사하였다.

칠레이리응애 약충에 대한 감수성 시험은 알과 성충에 대한 시험방법과 동일하게 수행하였다. 칠레이리응애 성충을 페트리디쉬의 강낭콩 잎에 붓으로 30마리씩 접종한 후 24시간 동안 알을 받고 성충을 제거하였다. 산란된 강낭콩 잎에서 4일간 사육한 후 점박이응애가 접종되어 있는 강낭콩 새순을 잘라 강낭콩 잎 위에 올려놓고, 칠레이리응애 약충이 강낭콩 새순으로 이동하도록 하였다. 칠레이리응애 약충이 옮겨간 강낭콩 새순을 추천농도에서 20초간 침지하였다. 약제처리 후 온도 25-27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 40-60% 조건에 보관하면서 처리 후 24시간의 생충수를 조사하였다. 붓으로 건드렸을 때 반응이 없는 개체나 자극했을 때 약간 움직이지만 정상적으로 보행할 수 없는 개체는 죽은 것으로 판정하였다(Kim and Paik, 1996a). 모든 실험은 3반복으로 수행하였다.

점박이응애

점박이응애 알과 성충의 약제에 대한 감수성 시험을 위하여, 직경 5.5 cm의 페트리디쉬 내에 물을 충분히 적신 탈지면을 깔고 그 위에 강낭콩 잎 디스크(ϕ 2.5 cm)를 올려놓고, 붓으로 점박이응애 성충을 10마리씩 접종하였다. 후드 내에서 소형 분무기로 응애와 함께 강낭콩 잎이 충분히 적시도록 처리약액을 살포한 후 음건시켰다. 약제 처리 후 온도 25-27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 40-60%로 유지되는 항온기에 보관하고 처리 24, 48시간 후에 살충율을 조사하였다. 실험은 3반복으로 수행하였다.

산란효과는 직경 5.5 cm의 강낭콩 잎 절편으로 암컷성충 40-50마리를 접종하여 5시간 동안 산란시킨

후 성충을 제거하였다. 알이 산란되어 있는 잎 절편을 약액에 10초 동안 침지하여 후드 내에서 음건시켰다. 처리 후 온도 25-27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 40-60% 조건에 보관하면서 7일 동안 부화율을 조사하였다.

장미시설하우스에서 칠레이리응애에 의한 점박이응애 방제효과

2003년 5월 6일부터 26일까지 충북농업기술원내 장미 시설하우스($6 \times 11 \text{ m} = 66 \text{ m}^2$)에서 칠레이리응애에 의한 점박이응애의 방제효과를 조사하였다. 칠레이리응애를 접종하기 전 점박이응애의 밀도는 잎당 65.3 마리였으며, 장미 1주당 칠레이리응애를 30마리씩 접종하였다. 접종 후 점박이응애와 칠레이리응애의 밀도를 7일 후부터 1-3일 간격으로 20일까지 해부현미경 하에서 1주에 1잎씩, 총 10잎을 조사하였다. 조사기간 동안 흰가루병을 방제하기 위하여 칠레이리응애에 영향이 적은 살균제 kresoxim-methyl (5월 10일), triflumizole (5월 15일), nuarimol (5월 17일), myclobutanil (5월 19일)를 각각 1회씩 살포하였고, 꽃노랑총채벌레를 방제하기 위하여 spinosad (5월 13일)를 1회 살포하였다.

결과 및 고찰

살비제에 대한 칠레이리응애와 점박이응애의 독성

점박이응애와 칠레이리응애의 13종 살비제에 대한 발육단계별 약제 감수성의 결과는 Table 2와 같다. 점박이응애의 알과 성충에 대해서 bifenthrin, fenbutatin oxide, fenpyroximate, flufenoxuron, tebufenpyrad + tetradifon은 살비효과가 낮았으나 그외 약제들은 알 또는 성충에 대해서 90% 이상의 살비효과를 나타내었다. 이 약제들이 점박이응애의 방제약제임에도 불구하고 살비효과가 낮은 것은, 이미 포장(충북 진천군 장미포장)에서 이들 약제들에 대한 약제 저항성이 발달된 것으로 추측된다. 한편 천적 칠레이리응애 알에 대해서는 etoxazole과 tebufenpyrad를 제외하고는 영향이 없었으나, abamectin, bifenthrin, fenpyroximate, milbemectin, tebufenpyrad, tetradifon + pirimiphos-methyl, tebufenpyrad + tetradifon은 약충과 성충 모두에 94.9-100%의 높은 독성을 나타내었다. 그러나 ace-

Table 2. Toxicity of miticides against *P. persimilis* and *T. urticae* in the laboratory condition

Miticide	% Mortality (mean \pm SD) ^{a)}				
	<i>T. urticae</i>		<i>P. persimilis</i>		
	Egg	Adult	Egg	Nymph	Adult
Abamectin	3.8 \pm 3.52 f	100 \pm 0.00 a	4.4 \pm 0.31 d	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a
Acequinocyl	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a	0 d	0 e	0 d
Bifenazate	19.0 \pm 8.41 e	100 \pm 0.00 a	0 d	2.9 \pm 2.56 e	0 d
Bifenthrin	30.5 \pm 5.91 d	66.7 \pm 4.73 b	0 d	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a
Etoxazole	100 \pm 0.00 a	—	97.1 \pm 1.46 a	0 e	0 d
Fenbutatin oxide	38.5 \pm 11.60 cd	46.0 \pm 3.79 c	6.9 \pm 1.07 d	15.4 \pm 3.59 d	19.2 \pm 6.29 c
Fenpyroximate	2.5 \pm 0.60 f	2.2 \pm 1.40 e	0 d	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a
Flufenoxuron	17.8 \pm 2.60 e	8.3 \pm 7.14 e	2.2 \pm 2.17 d	70.2 \pm 3.26 b	32.4 \pm 6.70 b
Milbemectin	37.5 \pm 2.52 cd	100 \pm 0.00 a	3.0 \pm 5.25 d	98.6 \pm 2.41 b	100 \pm 0.00 a
Spirodiclofen	100 \pm 0.00 a	35.6 \pm 6.81 d	2.6 \pm 4.44 d	46.6 \pm 0.45 c	14.9 \pm 4.35 c
Tebufenpyrad	100 \pm 0.00 a	70.0 \pm 0.0 b	83.1 \pm 13.79 b	100 \pm 0.00 a	94.9 \pm 8.88 a
Tebufenpyrad + tetradifon	49.2 \pm 5.24 c	62.7 \pm 11.76 b	14.8 \pm 5.02 c	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a
Tetradifon + pirimiphos-m.	90.2 \pm 5.33 b	69.0 \pm 7.27 b	2.5 \pm 0.47 d	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a
Control	3.4 \pm 0.98 f	3.3 \pm 2.89 e	1.5 \pm 2.62 d	1.4 \pm 2.51 e	0 d

^{a)} Means followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$) by Tukey studentized range test (SAS Institute, 1991)

quinocyl, bifenazate, fenbutatin oxide은 영향이 없었으며, spirodiclofen은 독성이 낮았다. 특히 acequinocyl, bifenazate은 점박이응애에 대해서 높은 살비효과를 나타내었다. Yoo and Kim (2000)에 따르면 bifenazate, acequinocyl, etoxazole, fenbutatin oxide, flufenoxuron 등이 약제처리 24시간 후에 생존율이 86-98%로 칠레이리응애의 성충에는 영향이 없는 것으로 보고하였으며, 본 실험에서는 bifenazate, acequinocyl, etoxazole의 약제처리 24시간 후 생존율이 100%를 보였고, fenbutatin oxide와 flufenoxuron은 생존율이 각각 80.8, 67.6%로 비슷한 경향을 보였다. 그러나 etoxazole은 점박이응애 알에는 우수한 약효를 보였으나, 성충에는 약효가 없었다. 칠레이리응애 알에 대한 etoxazole의 부화억제율은 97.1%로 매우 높기 때문에, 약충과 성충에 높은 생존율을 보였어도 칠레이리응애에 대한 선택독성은 없는 것으로 나타났다.

따라서 장미시설하우스에서 점박이응애의 밀도가 높을 때에 천적인 칠레이리응애와 bifenazate 또는 acequinocyl를 처리하면 상호보완적으로 점박이응애를 방제하여 방제효율을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 칠레이리응애 이외에도 살비제에 대한 독성평가는 점박이응애의 토착천적인 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi*)에 대해서 abamectin (Park et al., 1995), fenproximate (Kim and Paik, 1996a), tebufenpyrad (Kim and Paik, 1996b)는 독성이 거의 없는 것으로 보고되어 있으나, 본 실험의 결과에서는 칠레이리응애에 대해서 모두 높은 독성을 나타내어 종의 차이에 기인

한 결과로 생각된다. 따라서 천적응애의 종류에 따라 살비제 독성에 차이가 있을 수 있으므로 약제와 함께 처리할 때에는 충분한 검토 후에 사용하여야 할 것으로 생각된다.

살충제에 대한 칠레이리응애와 점박이응애의 독성

13종의 살충제에 대한 점박이응애와 칠레이리응애의 발육단계별 약제 감수성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 점박이응애의 알에 대해서는 buprofezin + amitraz와 etofenprox는 모두 100%의 살비율을 나타내었고, methidathion은 49.5%의 살비율을 나타내었다. 성충에 대해서는 emamectin-benzoate와 methidathion이 각각 100%, 98.3%의 살비율을 보였으나, 그 외 약제들은 살비율이 낮았다. 특히 살충제 중에서 점박이응애에 대해서 높은 살비효과를 나타낸 약제들에 대해서는 방제약제로 등록에 관한 검토가 필요할 것으로 생각된다. 칠레이리응애의 알, 약충, 성충에 대해서는 α -cypermethrin, clothianidin, emamectin-benzoate, etofenprox, methidathion, pyriproxyfen, buprofezin + amitraz, esfenvalerate + fenitrothion이 한 층태 이상에서 90% 이상의 독성을 나타내었으나, acetamidrid, imidacloprid, spinosad, thiamethoxam, acetamidrid + etofenprox는 독성이 없거나 낮았다. Lee et al. (2002)도 imidacloprid가 2종의 천적응애(칠레이리응애, *Amblyseius cucumeris*)에 대해서 안전하며 해충의 종합관리에 적용될 수 있을 것으로 제시하여 본 실험의 결과와 일치되는 경향이였다. 장미재배 시설하우스

Table 3. Toxicity of insecticides against *P. persimilis* and *T. urticae* in the laboratory condition

Insecticide	% Mortality (mean \pm SD) ^{a)}				
	<i>T. urticae</i>		<i>P. persimilis</i>		
	Egg	Adult	Egg	Nymph	Adult
Acetamiprid	5.0 \pm 3.12 d	38.3 \pm 10.41 cde	13.0 \pm 13.67 d	0 d	2.2 \pm 3.85 e
Alpha-cypermethrin	5.5 \pm 1.75 d	55.0 \pm 13.23 bc	59.4 \pm 11.10 c	77.2 \pm 13.65 b	97.4 \pm 4.44 a
Clothianidin	7.3 \pm 7.64 d	6.7 \pm 7.64 f	83.8 \pm 1.95 b	73.6 \pm 2.41 b	95.2 \pm 8.25 a
Emamectin-benzoate	12.2 \pm 8.51 d	100 \pm 0.00 a	9.4 \pm 1.61 def	91.7 \pm 14.43 a	100 \pm 0.00 a
Etofenprox	100 \pm 0.00 a	38.3 \pm 14.43 cde	0 f	96.3 \pm 6.42 a	95.8 \pm 7.22 a
Imidacloprid	3.9 \pm 1.74 d	33.3 \pm 15.28 de	1.4 \pm 2.51 f	5.6 \pm 9.62 d	20.6 \pm 4.19 d
Methidathion	49.5 \pm 17.59 b	98.3 \pm 2.89 a	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a
Pyriproxyfen	4.6 \pm 1.54 d	11.7 \pm 10.41 f	0 f	94.9 \pm 8.88 a	66.7 \pm 8.87 b
Spinosad	1.8 \pm 0.82 d	41.7 \pm 24.66 cd	11.7 \pm 2.08 de	47.4 \pm 10.71 c	47.2 \pm 19.88 c
Thiamethoxam	2.1 \pm 0.17 d	20.0 \pm 8.66 fe	0 f	9.5 \pm 3.77 d	0 e
Acetamiprid + etofenprox	3.5 \pm 2.92 d	6.7 \pm 2.89 f	0 f	52.9 \pm 7.65 c	33.1 \pm 4.47 cd
Buprofezin + amitraz	100 \pm 0.00 a	33.3 \pm 6.79 de	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a
Esfenvalerate + fenitrothion	34.3 \pm 5.53 c	63.3 \pm 2.89 b	3.0 \pm 2.72 ef	100 \pm 0.00 a	100 \pm 0.00 a

^{a)} Means followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$) by Tukey studentized range test (SAS Institute, 1991)

에서는 점박이응애 이외에 담배가루이, 꽃노랑총채벌레, 찔레수염진딧물의 발생이 높다. 따라서 이 해충들과 점박이응애가 동시 발생될 경우, 본 실험에서 찔레이리응애에 독성이 낮았던 acetamiprid, imidacloprid, spinosad, thiamethoxam, acetamiprid + etofenprox은 이들 해충류의 방제약제임을 고려할 때 찔레이리응애와 농약의 동시사용으로 점박이응애와 해충들을 동시에 방제할 수 있을 것으로 기대된다.

살충제에 대한 천적응애의 선택독성의 연구결과들을 살펴보면, Lee (1990)은 긴털이리응애에 대한 14종의 살충제중에서 pirimicarb와 dichlorvos는 독성이 없거나 낮았고, Yoo and Kim (2000)은 7종의 살충제 중에서 곤충생장조정제(IGR)인 tebufenozide만이 찔레이리응애 암컷성충들의 생존율과 산란수에 가장 영향이 적은 약제라 보고하였다. 또한 Park *et al.* (1995)도 곤충생장조정제인 diflubenzuron, teflubenzuron, triflumuron이 긴털이리응애의 생존율에 거의 영향이 없었고, Kwon (1996)은 diflubenzuron이 긴털이리응애, 서양이리응애, *A. fallacis*와 같은 이리응애류에 대한 영향이 적었다고 보고한 바 있다. 일반적으로 곤충생장조정제는 성충보다 약충에 대해서 독성을 나타내기 때문에 위의 연구자들 모두 천적응애 암컷성충에 대해서만 독성평가를 하여 약제의 영향이 없는 것으로 보고되고 있으나, 약충에 대한 독성평가가 있어야만 보다 정확한 판단을 내릴 수 있을 것으로 생각된다. 본 실험의 결과에서도 곤충생장조정제인 pyriproxyfen이 찔레이리응애의 알과 성충에 대한 살비율이 0과 66.7%로 독성이 낮았으나, 약충에 대해서는 94.9%의

높은 독성을 보였다.

살균제에 대한 찔레이리응애와 점박이응애의 독성

13종의 살균제에 대한 점박이응애와 찔레이리응애의 발육단계별 독성을 조사한 결과(Table 4), 실험약제 모두 점박이응애의 알과 성충에 대해서 독성이 거의 없거나 낮았다. 그러나 prochloraz, triforine, metalaxyl + mancozeb, sulfur + carbendazim은 찔레이리응애 약충에 대해서 70% 이상의 높은 독성을 보였고, DBEDC와 thiophanate-methyl + triflumizole은 각각 48.6, 47.8%로의 살비율을 보였다. 그 외 다른 7종의 살균제(azoxystrobin, kresoxim-methyl, myclobutanil, nuarimol, triadimefon, triflumizole, oxadixyl + mancozeb)는 알, 약충, 성충에 대해서 독성이 낮았다. 전반적으로 시험 살균제의 독성은 점박이응애보다 찔레이리응애에 대해 높은 경향이였다. 장미 시설하우스에서 흰가루병과 노균병의 발병은 매우 심하다. 따라서 azoxystrobin, kresoxim-methyl, myclobutanil, nuarimol, triadimefon, triflumizol, oxadixyl + mancozeb 중에서 선택하여 흰가루병과 노균병을 방제하면서 찔레이리응애에 의한 점박이응애의 생물적 방제도 가능할 것으로 생각된다.

지금까지 보고된 내용을 종합해보면, 천적응애에 대한 살균제의 독성은 살충제나 살비제에 비하여 현저히 낮았다(Sekita, 1986; Lee, 1990; Park *et al.*, 1995; Kwon, 1996; Yoo and Kim, 2000). Park *et al.* (1995)은 사과원에서 사용되고 있는 6종의 살균제 모두 긴털이

Table 4. Toxicity of fungicides against *P. persimilis* and *T. urticae* in the laboratory condition

Fungicide	% Mortality (mean ± SD) ^{a)}				
	<i>T. urticae</i>		<i>P. persimilis</i>		
	Egg	Adult	Egg	Nymph	Adult
Azoxystrobin	4.0 ± 3.30 b	5.0 ± 0.00 d	1.8 ± 3.04 c	9.2 ± 1.44 fg	0 f
DBEDC	3.3 ± 1.59 b	13.3 ± 2.89 abcd	1.1 ± 1.92 c	48.6 ± 4.16 d	23.2 ± 6.67 d
Kresoxim-methyl	4.2 ± 3.58 b	6.7 ± 2.89 cd	0 c	0 g	0 f
Myclobutanil	1.9 ± 0.18 b	18.3 ± 7.64 a	3.3 ± 5.77 c	7.8 ± 7.23 fg	0 f
Nuarimol	2.1 ± 0.76 b	13.3 ± 2.89 abcd	1.0 ± 1.75 c	27.8 ± 4.81 e	0 f
Prochloraz	3.0 ± 2.42 b	15.0 ± 5.00 abc	4.0 ± 3.78 c	70.5 ± 7.08 c	47.6 ± 4.12 c
Triadimefon	4.1 ± 1.81 b	6.7 ± 2.89 cd	2.1 ± 3.61 c	16.3 ± 2.87 f	6.4 ± 5.53 ef
Triflumizole	3.1 ± 0.90 b	6.7 ± 2.89 cd	0 c	11.0 ± 3.36 fg	6.3 ± 5.69 ef
Triforine	3.6 ± 0.37 b	18.3 ± 10.41 a	15.8 ± 3.41 b	85.4 ± 13.50 b	72.3 ± 13.13 b
Metalaxyl + Mancozeb	21.8 ± 12.46 a	11.7 ± 10.41 abcd	29.5 ± 10.03 a	100 ± 0.00 a	100 ± 0.00 a
Oxadixyl + Mancozeb	5.2 ± 2.41 b	5.0 ± 0.00 d	20.7 ± 16.27 ab	6.5 ± 2.61 fg	2.5 ± 4.28 f
Sulfur + carbendazim	3.5 ± 1.22 b	8.3 ± 2.89 bcd	0 c	96.4 ± 3.13 a	22.2 ± 25.46 d
Thiophanate-methyl + Triflumizole	6.6 ± 4.01 b	16.7 ± 2.89 ab	1.4 ± 2.46 c	47.8 ± 13.47 d	13.4 ± 5.80 e

^{a)} Means followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$) by Tukey studentized range test (SAS Institute, 1991)

Table 5. Toxicity of adjuvants against *P. persimilis* and *T. urticae* in the laboratory condition

Adjuvant	% Mortality (mean ± SD) ^{a)}				
	<i>T. urticae</i>		<i>P. persimilis</i>		
	Egg	Adult	Egg	Nymph	Adult
Cover	2.8 ± 1.43 a	43.3 ± 15.28 b	0 a	90.7 ± 8.49 a	37.6 ± 6.75 a
Siloxane	3.1 ± 0.97 a	6.7 ± 7.64 a	1.9 ± 3.30 a	87.9 ± 5.28 a	37.4 ± 12.50 a
Spreader	5.4 ± 3.09 a	8.3 ± 5.77 b	0 a	12.8 ± 3.79 b	9.4 ± 9.11 b

a) Means followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$) by Tukey studentized range test (SAS Institute, 1991)

리응애에 대해서, 그리고 Yoo and Kim (2000)은 5종의 살균제중에서 4종(polyoxin B, triflumizole, metalaxyl + mancozeb, oxadixyl + mancozeb)이 칠레이리응애에 대해서 독성이 낮았다고 보고하였으나, 본 실험의 결과에서는 metalaxyl + mancozeb이 약충과 성충에 대해서 100%의 높은 살비율로 상반된 결과를 나타내었는데, 이는 실험방법과 실험곤충의 활성 차이에 의한 것으로 생각된다.

농약보조제에 대한 칠레이리응애와 점박이응애의 독성

3종의 농약보조제에 대한 점박이응애와 칠레이리응애의 발육단계별 독성을 조사한 결과(Table 5), cover는 점박이응애 성충에 대해서 43.3%의 살비율을 나타냈으나, 알에 대해서는 영향이 없었고, siloxane과 spreader는 알과 성충에 대해서 독성이 낮았다. 반면 cover와 siloxane은 칠레이리응애의 약충과 성충에 대해서 높은 독성을 나타내었다. 그러나 spreader는 칠레이리응애의 알, 약충, 성충 모두에 독성이 낮았다. 장

미시설하우스에서는 병·해충 발생시 대부분의 농가에서 농약보조제를 첨가하여 농약을 살포한다. 일반적으로 농약보조제에 대한 천적의 독성을 무시하기 때문에 이에 관한 연구보고가 적다. 본 실험의 결과에서 보여주듯이 선택독성을 나타내는 약제를 천적과 함께 사용할 때에는 보조제에 대한 독성여부를 반드시 검토한 후에 사용해야 할 것으로 생각된다. 천적에 독성이 낮은 약제와 독성이 높은 농약보조제를 첨가하여 살포하면 천적에 독성이 높은 약제를 살포하는 것이나 다름이 없다. 즉 cover와 siloxane은 칠레이리응애의 약충에 대하여 독성이 높기 때문에 칠레이리응애를 이용할 때에는 이들 보조제의 사용을 금하여야 할 것이다. 그러나 spreader는 칠레이리응애에 대한 독성이 매우 낮기 때문에 농약보조제로 첨가시 매우 유용할 것으로 판단되나, 이 보조제는 장미에 적용약제로 등록되어 있지 않다. 장미 재배농가들 중 일부는 spreader를 사용하고 있다 하더라도 약해 발생에 대한 우려도 있으므로 등록에 관한 검토가 필요하다고 생각된다.

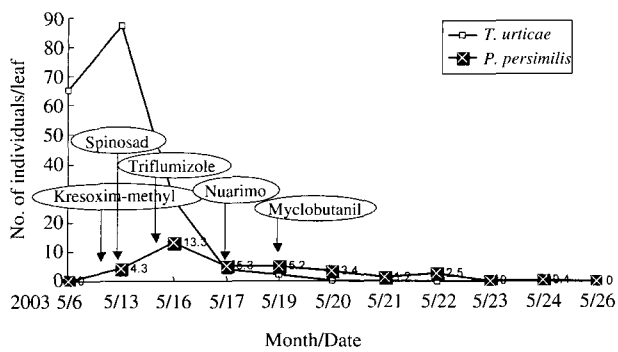


Fig. 1. Density changes of *T. urticae* on rose after predator introduction and chemical application in the greenhouses. During survey periods, four treatments of fungicides (kresoxim-methyl, myclobutanil, nuarimol, triflumizole) for controlling of *Sphaerotheca pannosa* and one treatment of insecticide (spinosad) for controlling *Frankliniella occidentalis* were applied.

칠레이리응애에 의한 점박이응애의 밀도 억제효과

장미시설하우스에서 칠레이리응애에 의한 점박이응애의 밀도억제효과를 조사하기 위하여(Fig. 1), 점박이응애의 밀도가 잎당 평균 65.3마리로 높은 상태에서 칠레이리응애를 주당 30마리를 접종하였다. 7일 후 조사에서는 점박이응애의 밀도가 잎당 평균 85.5마리로 증가하는 경향을 보였고, 칠레이리응애의 밀도(4.3마리/잎)도 높은 경향을 보였으며, 특히 알이 많이 관찰되었다. 접종 10일 후에는 칠레이리응애의 밀도는 13.3마리로 높은 반면에, 점박이응애의 밀도는 급격히 감소하였고, 접종 14일 후에는 점박이응애가 완전히 방제되었다. 조사기간 동안 천적 방사 후 흰가루병과 총채벌레가 발생되어 천적에 안전한 약제로 선정된 kresoxim-methyl, spinosad, triflumizole, nuarimol, myclobutanil을 살포하였으나(Fig. 1), 칠레이리응애에는 영향이 없었다. 장미시설하우스에서 흰가루병, 노균병, 꽃노랑총채벌레, 그리고 담배가루이의 발생은 많기 때문에 칠레이리응애로 점박이응애 방제 시, 이들 병해충이 동시에 발생할 경우가 많다. 이때 칠레이리응애에 안전한 살충제, 살균제를 처리하면 칠레이리응애에 대한 영향이 적어 점박이응애를 효율적으로 방제할 수 있을 것이다. 이러한 결과는 농약과 천적을 이용한 장미재배지의 병해충 종합관리에 상호 보완적인 방제의 가능성을 나타낸 것으로 생각된다. Kim *et al.* (1999)은 칠레이리응애의 방사에 의한 차응애의 방제효과를 비닐하우스재배 신선초(*Angelica utilis*)에서 조사하였는데, 방사 전 점박이응애의 밀도가 피해잎 0.4

cm² 당 25마리였으나, 7월 23일 칠레이리응애를 m² 당 25마리를 방사 후 8월 6일 4.1마리, 9월 6일에 0.4마리, 그리고 10월 1일에 1.3마리로 오랜 기간 동안 밀도억제효과를 보여 생물적 방제의 이용가능성을 보고하였다. 본 실험에서는 피식자와 포식자의 적정비율에 관한 조사는 하지 않았지만, 다른 연구자들의 포장적용 결과를 살펴보면, Kim *et al.* (2003)은 굴응애의 생물적 방제를 위한 *Amblyseius fallacis* (이리응애일종) 방사수준 결정을 위한 실험에서 16:1 (pray: predator)의 비율로 접종하였을 때 굴응애의 밀도가 효과적으로 억제되었고, Prokopy and Margaret (1992)는 *Amblyseius fallacis*를 이용한 사과원 점박이응애를 방제하고자 할 때는 밀도가 높을 때는 5:1 (pray: predator) 이상의 비율이 요구되고, 밀도가 낮을 때는 5:1 이하의 비율에서도 효과적인 방제가 가능하다고 보고하였다.

이상의 결과를 종합해보면, 천적인 칠레이리응애의 알, 약충, 성충에 대해 저독성을 나타낸 약제는 실험약제중에서 살비제 4종(acequinocyl, bifentazate, fenbutatin oxide, spiroticlofen), 살충제 5종(acetamiprid, imidacloprid, thiamethoxam, spinosad, acetamiprid+etofenprox), 살균제 7종(azoxystrobin, kresoxim-methyl, myclobutanil, nuarimol, triadimefon, triflumizole, oxadixyl+mancozeb), 그리고 보조제 1종(spreader)이었으며, 이들 약제들은 장미 시설재배지의 병해충 종합관리체계에 칠레이리응애와 함께 이용할 수 있을 것이다. 본 실험 결과를 기초로 소형의 장미포장에서 칠레이리응애와 농약을 이용한 장미병해충의 종합관리에 관한 시험에서 흰가루병과 총채벌레를 방제하면서 점박이응애의 밀도억제효과를 나타내었다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 지원으로 수행한 결과이다.

Literature Cited

- Asada, M. 1978. Genetics and biochemical mechanisms of acaricide resistance in phytophagous mites. *J. Pestic. Sci.* 3: 61-68.
- Croft, B.A. 1990. Developing a philosophy and program of pesticide resistance management. *In* Pesticide resistance in arthropods. Edited by R. Choi, B.R., S.A. Hilton, A.B. Broad-

- bent. 2003. Selection of low toxic insecticides for phytoseiid predatory mites, *Amblyseius cucumeris* and *Amblyseius fallacis*. Kor. J. Pest. Sci. 7: 296-301.
- Inoue, K. 1989. Genetics mechanisms of increase and decrease of resistance to acaricides in the spider mites. Plant Protect. 43: 367-371.
- Kim, D.H., K.S. Kim, J.W. Hyun and H.C. Lim. 2003. Release level of *Amblyseius fallacis* german (Acarina: Phytoseiidae) for biological control of *Panonychus citri* McGregori (Acarina: Tetranychidae) on citrus. Kor. J. Entomol. 42: 233-240.
- Kim, D.I. and S.C. Lee. 1996. Functional response and suppression of prey population of *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae) to *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). Kor. J. Appl. Entomol. 35: 126-131.
- Kim, G.H., C. Song, B.Y. Chung, N.J. Park and K.Y. Cho. 1995. Stability of dicofol resistance of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Kor. J. Appl. Entomol. 34: 61-64.
- Kim, S.S. and C.H. Paik. 1996a. Comparative toxicity of fenpyroximate to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha and the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Appl. Entomol. Zool. 31: 369-377.
- Kim, S.S. and C.H. Paik. 1996b. Relative toxicity of tebufenpyrad to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* (Acarina: Phytoseiidae) and the spider mites, *Tetranychus urticae* and *T. kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). Kor. J. Entomol. 26: 373-380.
- Kim, Y.H., J.H. Kim and M.W. Han. 1999. A preliminary study on the biological control of *Tetranychus kanzawai* Kishida in *Angelica utilis* Makino by *Phytoseiulus persimilis* Anthias Aenthias-Henriot (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). Kor. J. Appl. Entomol. 38: 151-155.
- Kwon, G.M. 1996. Ecological characteristics of three phytoseiid mite species and effect of some pesticides on them. M.S. Thesis, Andong Univ. 38pp.
- Lee, S.G., S.A. Hilton, A.B. Broadbent and J.H. Kim. 2002. Insecticide resistance in phytoseiid predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae). J. Asia-Pacific Entomol. 5: 123-129.
- Lee, S.W. 1990. Studies on the pest status and integrated mite management in apple orchards. Ph.D Thesis, Seoul National Univ. 87pp.
- Lee, Y.S., M.H. Song, K.S. Ahn, K.Y. Lee, J.W. Kim and G.H. Kim. 2003. Monitoring of acaricide resistance in two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) populations from rose greenhouses in Korea. J. Asia-Pacific Entomol. 6: 91-96.
- Park, C.G., M.H. Lee, J.K. Yoo, J.O. Lee and B.R. Choi. 1995. Relative toxicity of abamectin to the predatory mite *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae) and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Kor. J. Appl. Entomol. 34: 360-367.
- Paik, C.H. and S.S. Kim. 1996. Selective toxicity of flufenoxuron to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* (Acarina: Phytoseiidae) and the spider mites, *Tetranychus urticae* and *T. kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). Kor. J. Entomol. 26: 47-55.
- Prokopy, R.J. and C. Margaret. 1992. Studies on releases of mass-reared organophosphate resistant *Amblyseius fallacis* (Germ.) predatory mites in Massachusetts commercial apple orchards. J. Appl. Entomol. 114: 131-137.
- SAS Institute. 1991. SAS/STAT User's Guide: Statistics, version 6.04. SAS Institute, Cary, N. C., U.S.A.
- Sekita, N. 1986. Toxicity of pesticides commonly used in Japanese apple orchards to the predatory mite *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae) from New Zealand. Appl. Ent. Zool. 21: 173-175.
- Yoo, S.S. and S.S. Kim. 2000. Comparative toxicity of some pesticides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). Kor. J. Entomol. 30: 235-241.
- Yoon, T.J., M.I. Ryoo and K. Cho. 2001. Effect of Wolbachia infection on fitness of resistance to dicofol in *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). Kor. J. Appl. Entomol. 40: 321-326.
- Zhang, Z.Q. and J.P. Sanderson. 1990. Relative toxicity of abamectin to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) and two-spotted spider mite (Acarina: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 83: 1783-1790.

(Received for publication 27 February 2004;
accepted 18 March 2004)