



칠레이리응애의 살충제에 대한 감수성

김무성 · 김상수*

순천대학교 식물외과

Susceptibility of the Predatory Mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to Several Insecticides

Moo Sung Kim and Sang Soo Kim*

Dept. of Plant Medicine, Sunchon National University, Sunchon 57922, Korea

(Received on February 21, 2016. Revised on March 9, 2016. Accepted on March 10, 2016)

Abstract Susceptibility of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* to 8 insecticides was evaluated. In treatments with insecticides tested, 78-92% of adult female predators survived after 168 hrs after treatment. Adult female predators treated with insecticides tested produced 62.6-93.4% as many eggs as did control females and eclosion of eggs deposited by treated predators was not affected. Moreover, hatch percentage of *P. persimilis* eggs and survival of nymphs were not seriously affected by exposure to the insecticides tested. Immatures of *P. persimilis* survived on the leaf disc treated with insecticides tested and 98-100% of immature predators reached adulthood. Based on the results, insecticides tested are expected to be promising candidates for use in integrated pest management program with *P. persimilis*.

Key words *Phytoseiulus persimilis*, insecticides, susceptibility, integrated pest management

서 론

칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)는 다양한 작물에 발생하여 가해하는 점박이응애(*Tetranychus urticae*)에 대한 효과적인 포식성 천적으로 여러 나라에서 보고되어 왔으며, 특히 온실 재배작물에서는 광범위하게 실용화되고 있는 종이다(Jarosik and Pliva, 1990; Drukker et al., 1997; Yoo and Kim, 2000; Cote et al., 2004; Seo et al., 2004). 이와 같은 칠레이리응애는 우리나라에도 도입되어 장미, 딸기, 가지와 신선초 등에서 이 천적을 이용한 점박이응애나 차응애(*T. kanzawai*)의 밀도억제 효과와 활용방안에 대해 보고된 바 있다(Kim et al., 1999; Lee et al., 2002; Ahn et al., 2004; Kim et al., 2006b; Moon et al., 2006). 그러나 이와 같은 유력한 천적이 도입되어 활용되어도 일반적으로 재배작물에 발생하는 다른 해충류의 방제를 위해 살충제를 사용하는 경우가 있을 뿐만 아니라 식식성응애류의 발생밀도가

높아 천적에 의한 방제효과가 저조할 경우에 살응애제의 불가피한 사용이 있을 수 있으며(Ahn et al., 2004; Choi et al., 2007), 여러 재배작물에서 약제사용을 완전히 배제한 상태에서 이리응애 만으로는 식식성응애류의 개체군 밀도를 경제적 피해수준 이하로 유지하기 어렵다고 보고된 바 있다(Lee, 1990; Yoo and Kim, 2000; Sato et al., 2007). 더구나 생물적 방제인자로서 이용되고 있는 포식성 및 기생성 천적들은 일반적으로 약제에 매우 민감하다는 문제점이 있다(Kim et al., 2006a; Choi et al., 2007). 이러한 배경에서 국내외에서 점박이응애나 차응애의 방제체계에 칠레이리응애를 투입하고, 천적에 저독성인 살응애제, 살충제 및 살균제를 탐색 이용하여 천적과 해충의 밀도를 적정 수준으로 조정함으로써 보다 장기적인 방제효과를 유지하려는 연구가 이루어져 왔다(Lee et al., 2002; Cote et al., 2004; Ahn et al., 2004; Seo et al., 2004; Bostanian and Akalach, 2006). 또한 Trumble and Morse (1993)는 딸기에서 점박이응애의 방제를 위한 약제 사용, 천적의 이용 및 약제와 천적의 동시 이용의 경제성을 비교한 결과, 칠레이리응애와 abamectin의 조합이용에서 최대의 이윤을 얻었다고 보고한 바 있다.

*Corresponding author
E-mail: kimss@sunchon.ac.kr

이에 본 실험은 여러 작물에 발생하는 나방류, 진딧물류, 총채벌레류 또는 가루이류 등에 대한 방제약제로 등록된 몇 가지 살충제들을 대상으로 칠레이리응애의 발육단계별 생존율과 산란수 및 부화율 등에 미치는 영향을 실험하여, 해충 종합관리체계에서 이들 살충제와 칠레이리응애의 동시 활용 가능성을 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

칠레이리응애의 사육

본 실험에 사용한 칠레이리응애는 Biobest (Belgium)에서 분양받아 25 ± 2°C의 사육실에서 강낭콩(*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld) 잎에 점박이응애를 먹이로 공급하면서 누대사육하였다. 점박이응애는 순천의 배 재배지에서 채집하고 강낭콩에 사육·증식하여 확보하였다. 실험도구로 물을 채운 플라스틱 밀폐용기(14×5 cm)의 덮개 중앙에 1 cm의 구멍을 뚫은 다음, 하부 중앙에 같은 크기로 구멍을 뚫어 탈지면을 깐 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm)를 그 위에 놓고 탈지면으로 서로 연결해 계속하여 수분이 공급될 수 있도록 하였다. 이 페트리디쉬에 칠레이리응애를 접종할 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)의 뒷면이 위를 향하도록 놓은 다음 잎 절편 주위에는 물에 적신 탈지면을 배치해 칠레이리응애의 이탈을 방지하였다. 약제처리 후에는 25 ± 1°C (16L:8D, RH 50-60%)의 조건에 보관하면서 수행하였다.

약제처리

실험에 사용한 살충제는 chlorantraniliprole 5% 입상수화제, flonicamid 10% 입상수화제, flubendiamide 20% 액상수화제, indoxacarb 5% 액상수화제, metaflumizone 20% 액상수화제, pymetrozine 25% 수화제, spinetoram 5% 입상수화제와 thiacloprid 10% 액상수화제 등이었으며, 시판제품을 사용하였다. 실험약제를 추천농도로 희석하고 진술한 페트리디쉬 내에 배치한 칠레이리응애의 성충, 약충 또는 난이 접종되어 있는 잎 절편을 대상으로 25 cm 정도의 거리에서 hand sprayer (Komax co., Korea)를 이용하여 잎 절편이 충분히 적실 정도로 살포하는 엽면살포 방법(Hoy et al., 1988)으로 실시한 후 1시간 동안 음건하였다. 사망여부의 판단으로 난은 부화여부를, 약충과 성충의 경우는 가는 붓으로 총체를 접촉하여 반응이 없거나 몸길이 정도를 이동하지 못하는 개체를 죽은 것으로 간주하였다.

칠레이리응애의 각 발육단계에 대한 약제들의 영향

칠레이리응애 암컷성충의 생존율과 산란수에 미치는 약제들의 영향을 실험하기 위해 각 약제별 50개체(반복당 10개체)로 수행하였다. 진술한 페트리디쉬 내의 물에 적서진 탈지면 위에 뒷면이 위를 향하도록 놓은 강낭콩 잎 절편(직경

3 cm)에 유사한 연령의 암컷성충을 미세한 붓으로 잎 절편으로 옮긴 후, 각 약제를 살포한 후 음건하였다. 칠레이리응애의 먹이로는 점박이응애를 제공하였고 매일 보충하여 충분한 먹이조건을 유지하였다. 암컷성충들의 생존율과 잎 절편의 전체 산란수는 약제처리 1, 3, 5, 7일 후에 현미경하에서 조사하였으며, 산란된 난들은 별개의 무처리 잎 절편에 옮기고 부화율을 조사하였다. 암컷성충에 대한 실험결과는 국제 생물적 방제기구(IOBC)에서 설정한 약제의 유용생물에 대한 부작용 등급의 기준(Hassan, 1994)에 따라 치사율이 <30%는 영향이 없음, 30-79%는 약간 영향이 있음, 80-99%는 상당한 영향이 있음, >99%는 악영향이 있음으로 분류하였다.

칠레이리응애의 난에 대한 약제들의 영향을 실험하기 위하여 각각의 강낭콩 잎 절편(직경 4 cm)에 칠레이리응애 암컷성충 7-8개체를 접종하여 1일 동안 산란시킨 후 성충을 제거하고 필요한 난수로 조정하였다. 각 약제별 50개체(반복당 10개체)로 실험하였으며, 약제의 희석액을 살포한 후 음건하였다. 이후 난의 부화여부를 매일 조사하였다.

칠레이리응애의 약충에 대한 약제들의 영향을 실험하기 위하여 각각의 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 칠레이리응애 약충 10개체를 미세한 붓으로 옮긴 후, 각 약제의 희석액을 살포한 후 음건하였다. 이후 점박이응애를 제공하면서 약충의 생존여부를 무처리의 개체들이 성충태에 도달할 때까지 매일 조사하였으며, 각 약제별 50개체(반복당 10개체)로 실험하였다.

실험약제를 처리한 강낭콩 잎 절편에서 칠레이리응애의 발육태별 생존에 대한 영향을 각 약제별 50개체(반복당 10개체)로 실시하였다. 페트리디쉬 내의 잎 절편(직경 3 cm)에 각 약제의 희석액을 살포하여 음건하고, 산란 1일 이내의 난을 옮긴 후 부화와 유·약충의 생존여부를 매일 조사하였으며, 모든 유·약충이 성충이 되면 시험을 종료하였다. 먹이로는 칠레이리응애의 난이 부화하기 시작할 때부터 점박이응애를 계속하여 충분히 공급하였다.

자료분석

각 경우의 실험에서 생존율, 부화율과 산란수에 대한 결과는 분산분석(ANOVA)과 Tukey test (SAS Institute, 2002)로 비교하였으며, 생존율과 부화율에 대한 성적은 arcsine 값으로 변환한 후 분석에 이용하였다.

결과 및 고찰

칠레이리응애의 암컷성충에 대한 약제들의 영향을 실험한 결과는 Table 1과 같다. 칠레이리응애의 생존율은 실험약제들의 처리 24시간 후에 96-100%로 매우 높았으나, 모든 약제처리에서 일수경과에 따라 생존율이 감소하는 경향이였다.

Table 1. Survival of *P. persimilis* female adults on bean leaf discs treated with insecticides

Insecticides treated	Treatment rate	% Survival (Mean ± SE) after ^a			
		24 h	72 h	120 h	168 h
Chlorantraniliprole	0.5 g/L	100.0 ± 0 a	100.0 ± 0 a	92.0 ± 2.0 a	88.0 ± 2.0 ab
Flonicamid	0.5 g/L	100.0 ± 0 a	94.0 ± 4.0 a	90.0 ± 4.5 a	90.0 ± 4.5 ab
Flubendiamide	0.5 ml/L	100.0 ± 0 a	94.0 ± 2.5 a	88.0 ± 2.0 a	88.0 ± 2.0 ab
Indoxacarb	1 ml/L	100.0 ± 0 a	96.0 ± 2.5 a	96.0 ± 2.5 a	92.0 ± 3.7 ab
Metaflumizone	0.67 ml/L	96.0 ± 2.5 a	92.0 ± 2.0 a	86.0 ± 4.0 a	84.0 ± 2.5 ab
Pymetrozine	0.33 g/L	96.0 ± 2.5 a	90.0 ± 3.2 a	88.0 ± 2.0 a	88.0 ± 2.0 ab
Spinetoram	0.5 g/L	100.0 ± 0 a	96.0 ± 2.5 a	92.0 ± 3.7 a	86.0 ± 2.5 ab
Thiacloprid	0.5 ml/L	98.0 ± 2.0 a	88.0 ± 4.9 a	86.0 ± 4.0 a	78.0 ± 3.7 b
Control	-	100.0 ± 0	100.0 ± 0 a	96.0 ± 2.5 a	94.0 ± 2.5 a

^aMeans in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$, Tukey test). Mortality was transformed to arcsine value before ANOVA. Means of untransformed data are reported.

Table 2. Reproduction of *P. persimilis* female adults on bean leaf discs treated with insecticides and eclosion of the eggs

Insecticides treated	Number of eggs per leaf disc (Mean ± SE) ^a	% Eclosion (Mean ± SEM) ^a
Chlorantraniliprole	152.6 ± 4.5 cd	99.9 ± 0.1 a
Flonicamid	158.8 ± 8.3 bcd	99.8 ± 0.2 a
Flubendiamide	191.0 ± 6.2 ab	99.8 ± 0.1 a
Indoxacarb	192.8 ± 7.2 ab	99.6 ± 0.2 a
Metaflumizone	129.2 ± 5.9 d	99.9 ± 0.1 a
Pymetrozine	134.2 ± 6.5 d	100.0 ± 0 a
Spinetoram	174.8 ± 7.0 abc	99.5 ± 0.3 a
Thiacloprid	150.2 ± 11.9 cd	99.7 ± 0.2 a
Control	206.4 ± 4.3 a	100.0 ± 0 a

^aMeans in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$, Tukey test).

처리 168시간 후의 칠레이리웅에 생존율은 78-90%로 thiacloprid를 제외한 다른 약제들의 처리는 무처리의 생존율과 통계적 유의차가 없었다. 이와 같은 결과를 국제 생물적 방제기구(IOBC)에서 설정한 기준(Hassan, 1994)에 따르면, 모든 약제처리에서 30% 이내의 치사율로 영향이 없음(1등급)으로 나타났다. 칠레이리웅에 암컷성충에 대해 실험약제들을 처리하였을 때 산란수와 부화율을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 칠레이리웅에의 산란수는 각 약제처리에서 모두 무처리와 통계적 유의차는 있으나, chlorantraniliprole, flonicamid, flubendiamide, indoxacarb, spinetoram과 thiacloprid 등의 처리는 무처리와 비교하여 72.8-93.4%의 산란수를 보였으며, metaflumizone과 pymetrozine의 경우는 다른 약제 처리에 비해 다소 적은 62.6과 65%의 산란수를 나타내었다. 또한 산란된 난들은 모든 약제처리에서 99.5-100% 부화하였다. 이와 같은 생존율, 산란수 및 그 부화율로 보아, 이들 실험약제의 사용 후 칠레이리웅에 암컷성충의 밀도유지에

Table 3. Effects of insecticides on eggs and nymphs of *P. persimilis*

Insecticides treated	% Hatchability (Mean ± SE) ^a	% Survival of nymphs (Mean ± SE) ^a
Chlorantraniliprole	100.0 ± 0 a	92.0 ± 2.0 ab
Flonicamid	100.0 ± 0 a	80.0 ± 6.1 b
Flubendiamide	100.0 ± 0 a	80.0 ± 4.5 b
Indoxacarb	100.0 ± 0 a	88.0 ± 3.7 b
Metaflumizone	100.0 ± 0 a	78.0 ± 3.7 b
Pymetrozine	100.0 ± 0 a	88.0 ± 5.8 ab
Spinetoram	100.0 ± 0 a	82.0 ± 3.7 b
Thiacloprid	100.0 ± 0 a	76.0 ± 6.8 b
Control	100.0 ± 0 a	100.0 ± 0 a

^aMeans in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$, Tukey test).

직접적인 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

칠레이리웅에의 난과 약충에 대해 실험약제들을 처리하여 부화율과 생존율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 칠레이리웅에의 난은 모든 처리에서 100% 부화하여, 실험약제들은 칠레이리웅에 난에 대한 살란효과는 없는 것으로 나타났다. 칠레이리웅에의 약충은 모든 약제 처리에서 76-92%의 생존율로 암컷성충에 대한 실험결과와 같이 30% 이내의 낮은 치사율을 보였다. 이와 같은 결과로 보아 실험 약제들은 칠레이리웅에의 약충의 생존율에 큰 영향이 없는 것으로 생각된다.

실험약제들을 처리한 잎 절편에서 칠레이리웅에 각 발육태의 생존율을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 칠레이리웅에는 flonicamid, flubendiamide와 thiacloprid 처리에서 약충기에 각 2%의 치사율로, 모든 처리에서 98-100%의 성충 우화율을 나타내었다. 따라서 각 발육태에 대해 잔류되어 있는 실험약제들의 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.

Table 4. Effects of insecticides on immature stages of *P. persimilis* on treated bean leaf discs

Insecticides treated	% Mortality (Mean ± SE) at ^a			% Survival to adulthood ^a
	Egg stage	Larval stage	Nymphal stage	
Chlorantraniliprole	0.0 ± 0	0.0 ± 0	0.0 ± 0	100.0 ± 0 a
Fonicamid	0.0 ± 0	0.0 ± 0	2.0 ± 2.0	98.0 ± 2.0 a
Flubendiamide	0.0 ± 0	0.0 ± 0	2.0 ± 2.0	98.0 ± 2.0 a
Indoxacarb	0.0 ± 0	0.0 ± 0	0.0 ± 0	100.0 ± 0 a
Metaflumizone	0.0 ± 0	0.0 ± 0	0.0 ± 0	100.0 ± 0 a
Pymetrozine	0.0 ± 0	0.0 ± 0	0.0 ± 0	100.0 ± 0 a
Spinetoram	0.0 ± 0	0.0 ± 0	0.0 ± 0	100.0 ± 0 a
Thiacloprid	0.0 ± 0	0.0 ± 0	2.0 ± 2.0	98.0 ± 2.0 a
Control	0.0 ± 0	0.0 ± 0	0.0 ± 0	100.0 ± 0 a

^aMeans in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$, Tukey test).

실험약제들의 포식성응애류에 대한 영향을 연구한 결과들을 살펴보면, chlorantraniliprole과 metaflumizone은 지중해 이리응애(*Amblyseius swirskii*)의 성충에 대한 저독성이 보고되었으며(Gradish et al., 2011), Lefebvre et al. (2012)도 diamide제인 chlorantraniliprole과 flubendiamide는 팔라시스이리응애(*Neoseiulus fallacis*)의 난, 유충, 성충에 저독성을 나타냈다고 하였다. Indoxacarb는 Bostanian and Akalach (2006)에 의해 칠레이리응애와 팔라시스이리응애의 성충과 난에 안전한 약제라고 보고된 바 있다. Pymetrozine은 칠레이리응애의 성충과 난에 대한 저독성이 보고되었으며(Duso et al., 2008), 유사한 약효발현 양식(feeding blocker)을 나타내는 fonicamid는 지중해이리응애에 영향을 없는 것으로 보고되었다(Colomer et al., 2011). 한편 Cuthbertson et al. (2012)은 지중해이리응애, 오이이리응애(*N. cucumeris*)와 *Typhlodromips montdorensis*, *Iphiseius degenerans* 등의 포식성응애류에 대해 thiacloprid의 영향을 실험한 결과 앞서의 3종 포식성응애류를 제외한 *I. degenerans*에만 높은 치사율을 보여 동일한 약제가 이리응애의 종에 따라 상반된 영향을 나타냈다고 보고하였다. 또한 Bostanian et al. (2009, 2010)은 thiacloprid가 서양이리응애의 성충 및 팔라시스이리응애의 성충과 난에 대한 치사율이 매우 낮으나, 동일한 neonicotinoid제인 imidacloprid는 이들 이리응애류의 성충에 100%에 달하는 치사율을 나타냈다고 하여, 국내에서 여러 종의 neonicotinoid제가 사용되고 있어 약종의 범위를 확대하여 실험할 필요가 있는 것으로 생각된다. 이와 같이 chlorantraniliprole, fonicamid, flubendiamide, indoxacarb, metaflumizone, pymetrozine과 thiacloprid에 대해 보고된 내용들은 본 실험의 결과와 같은 경향이였다. Spinetoram의 경우는 본 실험에서 칠레이리응애에 저독성인 것으로 나타났다. 그러나 Lefebvre et al. (2012)은 이 약제가 팔라시스이리응애의 난에는 저독성이지만 유충과 성충에는 90% 이상의 치사율을 나타낸다고 보고하여, 본 실험에서의 결과와

차이가 있었다. 이는 실험대상 포식성응애 종의 차이에 기인한 결과로 생각되며, Ahn et al. (2004)도 천적응애의 종류에 따라 살비제 독성에 차이가 있을 수 있으므로 약제와 함께 처리할 때에는 충분한 검토 후에 사용해야 한다고 언급한 바 있다.

위와 같은 실험 결과들을 종합해 보면 실험약제들은 모두 칠레이리응애의 암컷성충과 난 및 약충에 대한 직접처리에서 저독성을 나타내었으며 약제들이 처리된 잎 절편에서 칠레이리응애의 발육태 생존율에 큰 영향이 없어, 해충종합관리체계에서 칠레이리응애와 함께 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 재배작물에 따라 점박이응애나 차응애 이외에 이들 약제의 적용해충으로 등록되어 있는 진딧물류, 총채벌레류, 가루이류 또는 나방류와 같은 해충들이 동시에 발생될 경우에는, 본 실험의 칠레이리응애에 저독성을 보인 약제들이 이들 해충류의 방제약제이므로 칠레이리응애와 약제를 같이 사용하여 식식성응애류와 해충들을 동시에 방제할 수 있을 것으로 기대된다.

Literature Cited

Ahn, K. S., S. Y. Lee, K. Y. Lee, Y. S. Lee and G. H. Kim (2004) 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. Korean J. Appl. Entomol. 43:71-79.

Bostanian, N. J. and M. Akalach (2006) The effect of indoxacarb and five other insecticides on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and nymphs of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). Pest Manag. Sci. 62:334-339.

Bostanian, N. J., J. M. Hardman, H. A. Thistlewood M. C. Laurin and G. Racette (2009) Effects of seven new orchard pesticides on *Galendromus occidentalis* in laboratory studies. Pest Manag. Sci. 65:635-639.

- Bostanian, N. J., J. M. Hardman, H. A. Thistlewood and G. Racette (2010) Effects of six selected orchard insecticides on *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. *Pest Manag. Sci.* 66:1263-1267.
- Choi, B. R., H. M. Park, J. H. Kim and S. W. Lee (2007) Evaluation of low toxic and residual toxicity of pesticides registered on sweet pepper greenhouse to *Orius strigicollis*. *Korean J. Appl. Entomol.* 46:415-423.
- Colomer, I., P. Aguado, P. Medina, R. M. Heredia, A. Fereres, J. E. Belda and E. Vinuela (2011) Field trial measuring the compatibility of methoxyfenozide and flonicamid with *Orius laevigatus* Fieber (Hemiptera: Anthocoridae) and *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) in a commercial pepper. *Pest Manag. Sci.* 67:1237-1244.
- Cote, K. W., P. B. Schultz and E. E. Lewis (2004) Using acaricides in combination with *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot to suppress *Tetranychus urticae* Koch populations. *J. Entomol. Sci.* 39:267-274.
- Cuthbertson, A. G. S., J. J. Mathers, P. Croft, N. Nattriss, L. F. Blackburn, W. Luo, P. Northing, T. Murai, R. J. Jacobson and K. F. A. Walters (2012) Prey consumption rates and compatibility with pesticides of four predatory mites from the family Phytoseiidae attacking *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). *Pest Manag. Sci.* 68:1289-1295.
- Drukker, B., A. Janssen, W. Ravensberg and M. W. Sabelis (1997) Improved control capacity of the mite predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on tomato. *Exp. Appl. Acarol.* 21:507-518.
- Duso, C., V. Malagnini, A. Pozzebon, M. Castagnoli, M. Liguori and S. Simini (2008) Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Biol. Control* 47:16-21.
- Gradish, A. E., C. D. Scott-Dupree, L. Shipp, C. Ron Harris and G. Ferguson (2011) Effect of reduced risk pesticides on greenhouse vegetable arthropod biological control agents. *Pest Manag. Sci.* 67:82-86.
- Hassan, S. A. (1994) Activities of the IOBC/WPRS working group "Pesticides and Beneficial Organisms". In: *Pesticides and Beneficial Organisms.* (ed., Vogt H.). IOBC/WPRS Bulletin 17:1-5.
- Hoy, M. A., J. Conley and W. Robinson (1988) Cyhexatin and fenbutatin-oxide resistance in pacific spider mite (Acari: Tetranychidae): stability and mode of inheritance. *J. Econ. Entomol.* 81:57-64.
- Jarosik, V. and J. Pliva (1990) Efficient control of twospotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) by *Phytoseiulus persimilis* A.-H. on glasshouse peppers. *J. Appl. Ent.* 110: 270-274.
- Kim, D. H., S. S. Kim, K. S. Kim and J. W. Hyun (2006a) Comparative toxicity of some pesticides to the predatory mite, *Neoseiulus fallacis* Garman (Acari: Phytoseiidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 45:179-188.
- Kim, D. I., S. G. Kim, G. H. Shin, J. B. Seo, K. J. Choi, K. H. Lim and S. S. Kim (2006b) Biological control of twospotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by the predatory mite (*Phytoseiulus persimilis*) in sustainable strawberry fields. *Korean J. Org. Agric.* 14:315-323.
- 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* Athias-Henriot (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 38:151-155.
- 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 Nat'l Univ. 87pp.
- Lefebvre, M., N. J. Bostanian, Y. Mauffette, G. Racette, H. A. Thistlewood and J. A. Hardman (2012) Laboratory-based toxicological assessments of new insecticides on mortality and fecundity of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 105:866-871.
- Moon, H. C., J. R. Lim, J. Kim, J. Ryu, B. R. Ko, D. H. Kim and C. Y. Hwang (2006) Biological control of *Tetranychus urticae* by *Phytoseiulus persimilis* in eggplant greenhouse houses. *Korean J. Appl. Entomol.* 45:173-177.
- SAS Institute (2002) User's guide, version 9.1.3. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sato, M. E., M. Z. da Silva, M. F. de Souza Filho, A. L. Matioli, and A. Raga (2007) Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Exp. Appl. Acarol.* 42:107-120.
- Seo, S. G., S. S. Kim, J. D. Park, S. G. Kim and D. I. Kim (2004) Selective toxicity of spirodiclofen and fluacrypyrim + tetradifon to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) and the tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). *Korean J. Pestic.Sci.* 8:54-62.
- Trumble, J. T. and J. P. Morse (1993) Economics of integrating the predacious mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) with pesticides in strawberries. *J. Econ. Entomol.* 86:879-885.
- 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). *Korean J. Entomol.* 30:235-241.

칠레이리응애의 살충제에 대한 감수성

김무성 · 김상수*

순천대학교 식물외학과

요 약 포식성 천적 칠레이리응애에 대하여 8종 살충제들의 감수성을 검정하였다. 칠레이리응애 암컷성충은 실험 약제들의 처리 168시간 후에 78-92%의 개체들이 생존하였으며, 무처리 암컷성충에 비해 62.6-93.4%의 산란수를 보였으며, 산란된 난들의 부화에 영향이 없었다. 실험약제들은 칠레이리응애 난의 부화와 약충의 생존율에 큰 영향이 없었다. 칠레이리응애의 발육태들은 실험약제들이 처리된 잎 절편에서 생존율에 큰 영향을 받지 않아, 98-100%의 개체들이 성충태에 도달하였다. 이상의 결과로 보아, 실험약제들은 해충종합관리 체계에서 칠레이리응애와 함께 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

색인어 칠레이리응애, 살충제, 감수성, 해충종합관리