

## 점박이응애와 포식성 천적인 칠레이리응애의 식물추출물 단독 및 혼합 처리에 대한 감수성 비교

이찬주\* · 국용인\*\* · 김상수\*\*\*

Differential Susceptibility of *Tetranychus urticae* and its Predator, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) against Individual and Combined Treatments of Plant Extracts

Lee, Chan-Joo · Kuk, Yong-In · Kim, Sang-Soo

The differential susceptibility of the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* and its predator, *Phytoseiulus persimilis* against extracts of *Gleditsia japonica* var. *koraiensis*, *Camellia sinensis*, *Cinnamomum cassia*, *Lantana camara* and their mixtures was evaluated. The plant extracts tested were much less toxic to *P. persimilis* than to *T. urticae*. The plant extracts tested had little effect on the survival of *P. persimilis* adult females. Moreover, reproduction of *P. persimilis* adult females and eclosion of eggs deposited by treated predators were not seriously affected. The treatments of the plant extracts tested showed no serious toxic effect on *P. persimilis* eggs and exhibited 84~100% hatchability. The treatments with mixtures 3 and 1 were effective against the adult females of *T. urticae* and yielded 76.0% and 72.7% adulticidal activity at 7 days after treatment, respectively. The treatment of mixture 2 revealed 63.3% adulticidal activity. Generally, the acaricidal activity of the individual treatment of each plant extract was lower than the mixtures. The adult females of *T. urticae* treated with mixtures 3 and 1 produced only 29.5~31.3% as many eggs as the control females did. All the plant extracts tested exhibited no noticeable toxic effect to the eggs of *T. urticae*. These results suggest that mixtures 3 and 1 might be used for the control of *T. urticae*, and expected to be promising candidates for use in integrated mite management program with *P. persimilis*.

Key words : differential susceptibility, *Phytoseiulus persimilis*, *Tetranychus urticae*, plant extracts

\* 순천대학교 식물외과

\*\* 순천대학교 한약자원개발학과

\*\*\* Corresponding author, 순천대학교 식물외과(kimss@sunchon.ac.kr)

## I. 서 론

거미강(arachnida)에 속하는 식식성 응애류(phytophagous mites)인 점박이응애(*Tetranychus urticae*)는 생태적 특성인 짧은 발육 기간으로 인해 연간 발생 세대수가 아주 많을 뿐만 아니라 번식력이 강해 예찰과 방제를 소홀히 하면 개체군 밀도가 급격히 증가하는 종이다(Ahn et al., 2004; Lee et al., 2004). 또한 점박이응애는 기주식물이 매우 다양하여 대부분의 과수류에 고질적으로 심각한 피해를 주는 중요한 해충이며, 여러 가지 시설재배 작물에서도 상당한 경제적 손실을 나타내고 있다. 이 종에 대한 여러 가지 유기합성 살비제의 사용에 치중하는 방제 방법은 점박이응애의 사용 살비제들에 대한 저항성 유발은 물론이고 약제의 오남용으로 인한 생태계 파괴 및 환경오염 등의 부작용을 일으켰다(Kim and Yoo, 2002; Yu et al., 2005; Hwang et al., 2009).

이러한 문제점들을 해소하기 위한 대안으로 점박이응애의 생물적 방제를 위한 천적류 이용의 중요성이 부각되었다. 이에 점박이응애와 같은 *Tetranychus* 속의 식식성 응애류에 대해 가장 효과적인 천적으로 보고된 포식성 이리응애류(phytoseiid mites)에 속하는 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)의 국내 도입과 여러 작물에서 활용하기 위한 연구가 이루어지고, 대량생산되어 상업적으로 판매되고 있다(Kim et al., 2003; Seo et al., 2004; Kim et al., 2006; Moon et al., 2006). 그러나 칠레이리응애와 같은 생물적 방제인자 만으로 점박이응애의 밀도 억제가 적기에 이루어지지 않을 경우에는 천적에 상대적으로 안전한 선택적 방제제와 병행 사용이 효과적이며, 보다 장기적인 방제효과를 유지할 수 있다는 보고들이 있다(Yoo and Kim, 2000; Ahn et al., 2004; Kim et al., 2009).

한편 최근에는 세계적으로 환경 보호에 대한 관심이 높아짐에 따라 우리나라에서도 유기합성 약제들을 대체하려는 목적으로 식물체에 존재하는 유용물질을 이용한 친환경 해충 방제제 개발에 대한 다양한 연구들이 수행되었다(Hwang et al., 2009; Kim et al., 2010; Cho et al., 2016; Choi et al., 2018). 식물추출물을 이용한 해충 방제제는 인축 및 생태계에 대한 부작용이 적은 장점들이 보고되면서, 재배 작물의 발생 해충 방제제로 사용하는 재배가들이 증가하고 있는 추세이다.(Song et al., 2013; Kim et al., 2015; Huh et al., 2018).

그러나 일부 친환경 자재들은 발생 해충의 생물적 방제인자인 천적류에 대해 직간접적인 영향이 있어 천적류에 대한 안전성 검증이 필요하다는 점이 지적된 바 있다(You et al., 2006; Lee et al., 2008; Park et al., 2012).

이 실험은 주엽, 차나무, 계피, 란타나 등의 추출물과 이들의 혼합 비율을 다르게 한 혼합액을 이용하는 친환경 해충 방제제를 개발하기 위해, 이들 식물추출물의 점박이응애에 대한 살비 효과와 포식성 천적인 칠레이리응애에 대한 감수성을 검증하여, 점박이응애에 대한 방제제로서의 이용 가능성과 점박이응애의 종합관리체계에서 이들 식물추출물과 칠레이리응애를 같이 이용할 가능성을 검토할 목적으로 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 칠레이리응애와 점박이응애의 사육

칠레이리응애는 Biobest에서 2012년에 분양받아 25±2℃의 사육실에서 강낭콩 잎(*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld)에 점박이응애를 먹이로 제공하면서 사육하였다. 점박이응애는 전남 순천의 배나무 재배지에서 2017년에 채집하고 강낭콩에 증식하였다.

### 2. 식물추출물

칠레이리응애에 대한 감수성과 점박이응애에 대한 살비 효과를 검정하기 위한 식물추출물은 전남농업기술원에서 해충 방제제로 개발 중인 추출물들을 분양받아 실험하였다. 주엽나무(*Gleditsia japonica* var. *koraiensis*) 열매, 차나무(*Camellia sinensis*) 열매, 계피(*Cinnamomum cassia*)와 란타나(*Lantana camara*) 잎 등의 추출물과 이들의 혼합 비율을 다르게 한 혼합액 1(주엽 4+차나무 2+계피 3+란타나 1), 혼합액 2(주엽 3+차나무 2+계피 4+란타나 1), 혼합액 3(주엽 5+차나무 2+계피 2+란타나 1), 혼합액 4(주엽 3+차나무 1+계피 5+란타나 1), 혼합액 5(주엽 2+차나무 3+계피 1+란타나 4) 및 혼합액 6(주엽 2+차나무 4+계피 1+란타나 3) 등을 대상으로 실시하였다.

### 3. 식물추출물들의 단독 처리와 혼합 처리에 대한 칠레이리응애와 점박이응애의 암컷 성충 및 난의 감수성 검정

실험은 물을 넣은 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm)와 중앙에 구멍(직경 1 cm)을 뚫고 바닥에 탈지면을 깐 덮개를 거꾸로 페트리디쉬 위에 놓고 서로 탈지면 조각으로 연결해 지속적인 수분 공급이 되게 하였다. 이 페트리디쉬 덮개 내부의 탈지면 중앙에 칠레이리응애 또는 점박이응애를 접종할 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)을 뒷면이 위쪽을 향하도록 배치하고 잎 절편 주위에는 물에 적신 탈지면을 놓아 접종 개체들의 이탈을 방지하였다. 실험 식물추출물들의 처리가 칠레이리응애 암컷 성충의 생존율과 산란수에 미치는 영향을 검정하기 위해 전술한 페트리디쉬 내부의 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 사육 개체군에서 유사한 연령의 암컷 성충을 미세한 붓으로 옮긴 후, 각각의 식물추출물을 처리한 후 음건하였다. 칠레이리응애의 먹이로는 점박이응애를 매일 충분히 공급하였다. 암컷 성충들의 생존율은 처리 1, 3, 5, 7일 후에 현미경하에서 가는 붓으로 접촉하여 몸길이 정도를 이동하지 못하거나 잎 절편에서 이탈한 개체들을 사망한 것으로 간주하였다. 아울러 생존 개체들의 산란수를 세었으며, 산란된 난들은 무처리 잎 절편에 옮긴 후 부화율을 조사하였다. 암컷 성충에 대한

실험결과는 국제 생물적 방제기구(International Organization for Biological Control)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 있는 것으로 판정하였다. 실험 식물추출물들의 처리가 칠레이리응애의 난의 부화에 주는 영향을 검정하기 위하여 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 칠레이리응애 암컷 성충 10개체를 접종하여 1일 동안 산란시켰다. 1일 후 암컷 성충을 제거하고 필요한 난수로 조정하여 각 식물추출물들의 희석액을 처리한 다음 음건하였으며, 난의 부화 여부와 부화 후 24시간 이내의 유충 생존율을 조사하였다. 칠레이리응애의 암컷 성충과 난에 대한 실험은 각 식물추출물별 50개체(반복당 10개체)로 실시하였다. 점박이응애의 암컷 성충과 난에 대한 실험 식물추출물들의 살비 효과 검정은 칠레이리응애의 경우와 동일한 방법으로 실시하였고 난에 대해서는 부화 여부만 매일 조사하였으며, 각 식물추출물별 5반복(반복당 30개체)으로 실시하였다.

식물추출물들의 처리는 전술한 페트리디쉬의 칠레이리응애 또는 점박이응애가 접종된 잎 절편을 hand sprayer (Komax co., Korea)로 잎이 충분히 적시게 분무하는 엽면살포 방법(Hoy et al., 1988)으로 실시하였다. 처리한 잎 절편들은  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  (16L:8D, RH 50~60%)의 조건에 보관하면서 실험하였다.

#### 4. 결과 분석

칠레이리응애와 점박이응애의 살비율, 부화율과 산란수에 대한 결과는 분산분석(ANOVA)과 Tukey test (SAS Institute, 1996)로 비교했으며, 살비율과 부화율은 arcsine 값으로 바꾼 후 분석에 이용했다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

실험 식물추출물들이 칠레이리응애 암컷 성충의 생존율에 미치는 영향을 실험한 결과는 Table 1과 같다. 칠레이리응애의 생존율은 처리 후 1일에 조사했을 때 모든 처리에서 80~96%의 생존율을 보였으나, 처리 3일과 5일 후에는 식물추출물들의 단독 처리와 혼합 처리에서 모두 생존율이 다소 감소하였다. 처리 7일 후의 칠레이리응애 생존율은 실험 식물추출물들의 단독 처리에서 86~90%, 혼합 처리에서는 72~84%의 생존율을 나타내었는데, 이와 같은 실험결과들은 국제 생물적 방제기구(IOBC)에서 설정한 기준(Hassan, 1994)에 따르면 30% 이내의 치사율로 포식성 천적에 영향이 없음(1등급)에 해당되었다. 칠레이리응애의 산란수는 실험 식물추출물의 단독 처리와 혼합 처리에서 모두 무처리와 통계적 유의차는

있으나, 무처리와 비교하여 단독 처리에서 80.9~89.5%, 혼합 처리에서는 70.1~76.9%의 산란수를 나타내었으며, 암컷 성충이 산란한 난들은 모든 처리에서 100%의 부화율을 보였다 (Table 2).

Table 1. Survival rates of *P. persimilis* adult females on bean leaf discs treated with individual and combined plant extracts

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	% Survival (Mean±SE)			
		1 DAT	3 DAT	5 DAT	7 DAT
<i>Gleditsia japonica</i>	2.0	94.0±2.4 <sup>ab</sup>	88.0±3.7 <sup>ab</sup>	86.0±2.4 <sup>ab</sup>	86.0±2.4 <sup>ab</sup>
<i>Camellia sinensis</i>	2.0	94.0±2.4 <sup>ab</sup>	90.0±0 <sup>ab</sup>	88.0±2.0 <sup>ab</sup>	88.0±2.0 <sup>ab</sup>
<i>Cinnamomum cassia</i>	2.0	96.0±2.4 <sup>ab</sup>	92.0±3.7 <sup>ab</sup>	88.0±3.7 <sup>ab</sup>	88.0±3.7 <sup>ab</sup>
<i>Lantana camara</i>	2.0	96.0±2.4 <sup>ab</sup>	92.0±2.0 <sup>ab</sup>	90.0±3.2 <sup>ab</sup>	90.0±3.2 <sup>ab</sup>
Mixture 1 (G.j.4+C.s.2+C.c.3+L.c.1)	2.0	88.0±3.7 <sup>ab</sup>	82.0±3.7 <sup>b</sup>	78.0±3.7 <sup>b</sup>	74.0±4.0 <sup>b</sup>
Mixture 2 (G.j.3+C.s.2+C.c.4+L.c.1)	2.0	90.0±3.2 <sup>ab</sup>	86.0±2.4 <sup>ab</sup>	84.0±2.4 <sup>b</sup>	78.0±2.0 <sup>b</sup>
Mixture 3 (G.j.5+C.s.2+C.c.2+L.c.1)	2.0	80.0±5.5 <sup>b</sup>	76.0±5.1 <sup>b</sup>	74.0±6.0 <sup>b</sup>	72.0±4.9 <sup>b</sup>
Mixture 4 (G.j.3+C.s.1+C.c.5+L.c.1)	2.0	92.0±2.0 <sup>ab</sup>	90.0±3.2 <sup>ab</sup>	86.0±2.4 <sup>ab</sup>	80.0±3.2 <sup>ab</sup>
Mixture 5 (G.j.2+C.s.3+C.c.1+L.c.4)	2.0	92.0±3.7 <sup>ab</sup>	88.0±2.0 <sup>ab</sup>	86.0±2.4 <sup>ab</sup>	84.0±4.0 <sup>ab</sup>
Mixture 6 (G.j.2+C.s.4+C.c.1+L.c.3)	2.0	92.0±2.0 <sup>ab</sup>	86.0±4.0 <sup>ab</sup>	84.0±2.4 <sup>ab</sup>	82.0±3.7 <sup>ab</sup>
Control	0.0	100.0±0 <sup>a</sup>	98.0±2.0 <sup>a</sup>	96.0±2.4 <sup>a</sup>	94.0±2.4 <sup>a</sup>

G.j.: *Gleditsia japonica*, C.s.: *Camellia sinensis*, C.c.: *Cinnamomum cassia*, L.c.: *Lantana camara*

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

Survival rate was transformed to arcsine value before ANOVA. Means of untransformed data are reported.

Table 2. Reproduction of *P. persimilis* adult females treated with individual and combined plant extracts and percentages of eclosion

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	Number of eggs per leaf disc (Mean±SE)	% Eclosion (Mean±SE)
<i>Gleditsia japonica</i>	2.0	180.8±6.5 <sup>bcde</sup>	100.0±0
<i>Camellia sinensis</i>	2.0	191.2±3.7 <sup>bcd</sup>	100.0±0

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	Number of eggs per leaf disc (Mean±SE)	% Eclosion (Mean±SE)
<i>Cinnamomum cassia</i>	2.0	193.6±3.9 <sup>bc</sup>	100.0±0
<i>Lantana camara</i>	2.0	200.2±5.1 <sup>ab</sup>	100.0±0
Mixture 1 (G.j.4+C.s.2+C.c.3+L.c.1)	2.0	156.8±5.3 <sup>e</sup>	100.0±0
Mixture 2 (G.j.3+C.s.2+C.c.4+L.c.1)	2.0	164.4±5.6 <sup>e</sup>	100.0±0
Mixture 3 (G.j.5+C.s.2+C.c.2+L.c.1)	2.0	158.4±4.3 <sup>e</sup>	100.0±0
Mixture 4 (G.j.3+C.s.1+C.c.5+L.c.1)	2.0	163.4±4.2 <sup>e</sup>	100.0±0
Mixture 5 (G.j.2+C.s.3+C.c.1+L.c.4)	2.0	172.0±5.0 <sup>ced</sup>	100.0±0
Mixture 6 (G.j.2+C.s.4+C.c.1+L.c.3)	2.0	167.2±5.8 <sup>de</sup>	100.0±0
Control	0.0	223.6±5.9 <sup>a</sup>	100.0±0

G.j.: *Gleditsia japonica*, C.s.: *Camellia sinensis*, C.c.: *Cinnamomum cassia*, L.c.: *Lantana camara*

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

한편 칠레이리응애의 난에 실험 식물추출물들을 처리한 결과(Table 3), 계피가 높은 비율로 혼합된 혼합액 2와 4 처리에서 각각 14%와 16%의 난이 부화하지 않았으나, 다른 처리에서는 94~100% 부화하여 전반적으로 이들 식물추출물이 칠레이리응애의 난의 부화에 대한 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 또한 부화한 유충들은 모든 처리에서 24시간 이내에 사망한 개체가 없어 실험 식물추출물들의 부화 후 유충에 대한 영향이 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 생존율, 산란수 및 부화율 등에 대한 결과들로 보아, 이들 식물추출물들의 처리는 칠레이리응애 암컷성충의 생존과 번식에 큰 영향이 없을 것으로 판단된다.

Table 3. Effect of individual and combined plant extracts on eggs and larvae of *P. persimilis*

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	% Hatchability (Mean±SE)	% Mortality (Mean±SE) of larvae within 24 h after hatch
<i>Gleditsia japonica</i>	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>	0.0±0
<i>Camellia sinensis</i>	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>	0.0±0
<i>Cinnamomum cassia</i>	2.0	94.0±4.0 <sup>ab</sup>	0.0±0

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	% Hatchability (Mean±SE)	% Mortality (Mean±SE) of larvae within 24 h after hatch
<i>Lantana camara</i>	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>	0.0±0
Mixture 1 (G.j.4+C.s.2+C.c.3+L.c.1)	2.0	96.0±2.4 <sup>a</sup>	0.0±0
Mixture 2 (G.j.3+C.s.2+C.c.4+L.c.1)	2.0	86.0±2.4 <sup>bc</sup>	0.0±0
Mixture 3 (G.j.5+C.s.2+C.c.2+L.c.1)	2.0	96.0±2.4 <sup>a</sup>	0.0±0
Mixture 4 (G.j.3+C.s.1+C.c.5+L.c.1)	2.0	84.0±2.4 <sup>c</sup>	0.0±0
Mixture 5 (G.j.2+C.s.3+C.c.1+L.c.4)	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>	0.0±0
Mixture 6 (G.j.2+C.s.4+C.c.1+L.c.3)	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>	0.0±0
Control	0.0	100.0±0 <sup>a</sup>	0.0±0

G.j.: *Gleditsia japonica*, C.s.: *Camellia sinensis*, C.c.: *Cinnamomum cassia*, L.c.: *Lantana camara*  
 Means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p=0.05, Tukey test).  
 Hatchability and mortality were transformed to arcsine value before ANOVA.  
 Means of untransformed data are reported.

점박이응애의 암컷 성충에 대한 실험 식물추출물들의 살성충 효과를 검정한 결과는 Table 4와 같다. 처리 1일 후에 주엽, 차, 계피, 란타나 등의 단독 처리에서 13.3~23.3%, 혼합액들의 처리에서는 23.4~44.7%의 살성충 효과를 나타내었다. 처리 3일과 5일 후에는 모든 처리에서 살비율이 증가하여, 처리 7일 후에 혼합액 3과 1의 처리에서 각각 76.0%와 72.7%의 높은 치사율을 나타내어 두 처리 간에 통계적 유의차가 없었다. 혼합액 2와 4의 처리에서는 각각 63.3%와 60.7%의 사망율을 나타내었으나, 혼합액 5와 6의 처리에서는 각각 49.3%와 52.7%의 다소 저조한 치사율을 보였다. 실험 식물추출물들의 단독 처리에서는 처리 7일 후에 25.3~46.7%의 살성충 효과를 보였다. 따라서 전반적으로 주엽, 차, 계피, 란타나 등의 단독 처리보다는 혼합액들의 처리에서 살성충 효과가 높았다.

한편 실험 식물추출물들을 처리한 후 점박이응애 암컷 성충들이 사망하기 전에 산란한 난수를 조사한 결과(Table 5), 혼합액 1, 2, 3, 4 등의 처리에서 무처리 대비 29.5~36.0%의 산란수를 보였으며, 혼합액 5와 6의 처리에서는 각각 49.3%와 46.9%의 산란수를 나타내었다. 그러나 주엽, 차, 계피, 란타나 등의 단독 처리에서는 무처리 대비 52.9~78.0%의 산란수로 혼합 처리의 경우보다 많은 산란수를 나타내었는데, 이는 실험 식물추출물들의 혼합 처리보다 암컷 성충의 생존 개체들이 많았던 것에 기인한 것으로 생각된다. 점박이응애의

난에 식물추출물들을 처리한 결과(Table 6), 계피 처리와 계피가 높은 비율로 혼합된 혼합액 2와 4처리에서 11.3~25.3%의 난이 부화하지 않았으나, 다른 처리에서는 96~100% 부화하여 전반적으로 이들 식물추출물의 살란 효과는 처리에 따라 없거나 미미한 것으로 나타났다.

Table 4. Acaricidal efficacy of individual and combined plant extracts to *T. urticae* adult females

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	% Mortality (Mean±SE)			
		1 DAT	3 DAT	5 DAT	7 DAT
<i>Gleditsia japonica</i>	2.0	23.3±2.8 <sup>bc</sup>	32.7±2.9 <sup>bc</sup>	39.3±3.7 <sup>cd</sup>	46.7±3.2 <sup>de</sup>
<i>Camellia sinensis</i>	2.0	17.3±2.4 <sup>cd</sup>	30.0±4.8 <sup>bc</sup>	35.3±3.1 <sup>cde</sup>	38.7±2.5 <sup>ef</sup>
<i>Cinnamomum cassia</i>	2.0	16.7±1.1 <sup>cd</sup>	22.7±1.3 <sup>c</sup>	27.3±2.7 <sup>de</sup>	30.0±2.4 <sup>f</sup>
<i>Lantana camara</i>	2.0	13.3±1.5 <sup>d</sup>	20.0±1.5 <sup>c</sup>	22.7±2.4 <sup>e</sup>	25.3±2.9 <sup>f</sup>
Mixture 1 (G.j.4+C.s.2+C.c.3+L.c.1)	2.0	26.7±4.6 <sup>ab</sup>	51.3±4.3 <sup>a</sup>	66.7±2.8 <sup>a</sup>	72.7±2.9 <sup>ab</sup>
Mixture 2 (G.j.3+C.s.2+C.c.4+L.c.1)	2.0	32.0±2.9 <sup>b</sup>	42.0±3.9 <sup>ab</sup>	56.0±2.7 <sup>ab</sup>	63.3±2.1 <sup>abc</sup>
Mixture 3 (G.j.5+C.s.2+C.c.2+L.c.1)	2.0	44.7±1.7 <sup>a</sup>	57.3±3.2 <sup>a</sup>	64.7±3.3 <sup>a</sup>	76.0±3.2 <sup>a</sup>
Mixture 4 (G.j.3+C.s.1+C.c.5+L.c.1)	2.0	32.7±2.4 <sup>ab</sup>	51.3±5.1 <sup>a</sup>	56.7±4.1 <sup>ab</sup>	60.7±4.3 <sup>bcd</sup>
Mixture 5 (G.j.2+C.s.3+C.c.1+L.c.4)	2.0	24.7±2.3 <sup>bc</sup>	32.7±3.2 <sup>bc</sup>	44.0±3.2 <sup>bc</sup>	49.3±3.6 <sup>cde</sup>
Mixture 6 (G.j.2+C.s.4+C.c.1+L.c.3)	2.0	23.4±2.8 <sup>bc</sup>	34.0±4.6 <sup>bc</sup>	43.3±2.8 <sup>bc</sup>	52.7±2.7 <sup>cde</sup>
Control	0.0	0.0±0 <sup>e</sup>	0.0±0 <sup>d</sup>	2.6±0.7 <sup>f</sup>	3.2±1.1 <sup>g</sup>

G.j.: *Gleditsia japonica*, C.s.: *Camellia sinensis*, C.c.: *Cinnamomum cassia*, L.c.: *Lantana camara*

Means 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 5. Reproduction of *T. urticae* adult females treated with individual and combined plant extracts

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	Number of eggs per leaf disc (Mean±SE)
<i>Gleditsia japonica</i>	2.0	1221.4±42.2 <sup>cd</sup>
<i>Camellia sinensis</i>	2.0	1405.8±77.2 <sup>c</sup>
<i>Cinnamomum cassia</i>	2.0	1730.4±71.1 <sup>b</sup>
<i>Lantana camara</i>	2.0	1800.6±57.9 <sup>b</sup>
Mixture 1 (G.j.4+C.s.2+C.c.3+L.c.1)	2.0	722.0±51.2 <sup>f</sup>
Mixture 2 (G.j.3+C.s.2+C.c.4+L.c.1)	2.0	822.4±55.1 <sup>ef</sup>
Mixture 3 (G.j.5+C.s.2+C.c.2+L.c.1)	2.0	681.4±41.1 <sup>f</sup>
Mixture 4 (G.j.3+C.s.1+C.c.5+L.c.1)	2.0	830.8±76.7 <sup>ef</sup>
Mixture 5 (G.j.2+C.s.3+C.c.1+L.c.4)	2.0	1137.8±54.2 <sup>cd</sup>
Mixture 6 (G.j.2+C.s.4+C.c.1+L.c.3)	2.0	1082.8±51.7 <sup>de</sup>
Control	0.0	2309.6±68.8 <sup>a</sup>

G.j.: *Gleditsia japonica*, C.s.: *Camellia sinensis*, C.c.: *Cinnamomum cassia*, L.c.: *Lantana camara*  
 Means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p=0.05, Tukey test).

Table 6. Effect of individual and combined plant extracts on the hatchability of *T. urticae* eggs

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	% Hatchability (Mean±SE)
<i>Gleditsia japonica</i>	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>
<i>Camellia sinensis</i>	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>
<i>Cinnamomum cassia</i>	2.0	88.7±1.7 <sup>b</sup>
<i>Lantana camara</i>	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>
Mixture 1 (G.j.4+C.s.2+C.c.3+L.c.1)	2.0	96.0±2.4 <sup>a</sup>
Mixture 2 (G.j.3+C.s.2+C.c.4+L.c.1)	2.0	83.3±1.5 <sup>bc</sup>

Plant species extracted	Concentrations treated (ml/L)	% Hatchability (Mean±SE)
Mixture 3 (G.j.5+C.s.2+C.c.2+L.c.1)	2.0	98.7±0.8 <sup>a</sup>
Mixture 4 (G.j.3+C.s.1+C.c.5+L.c.1)	2.0	74.7±1.3 <sup>c</sup>
Mixture 5 (G.j.2+C.s.3+C.c.1+L.c.4)	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>
Mixture 6 (G.j.2+C.s.4+C.c.1+L.c.3)	2.0	100.0±0 <sup>a</sup>
Control	0.0	100.0±0 <sup>a</sup>

G.j.: *Gleditsia japonica*, C.s.: *Camellia sinensis*, C.c.: *Cinnamomum cassia*, L.c.: *Lantana camara*

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ( $p=0.05$ , Tukey test). Hatchability was transformed to arcsine value before ANOVA.

Means of untransformed data are reported.

이상의 결과들을 종합하면 실험 식물추출물들 처리는 전반적으로 칠레이리움에보다 점박이응애에 대한 감수성이 높아 칠레이리움에 암컷 성충은 실험 식물추출물들의 처리에서 모두 70% 이상의 생존율을 나타내었다. 또한 식물추출물들을 처리한 암컷 성충이 산란한 난의 부화율과 난에 대한 직접처리에서도 부화에 큰 영향이 없어, 이들 식물추출물들은 사용 후 재배 작물에 존재하는 칠레이리움에 개체군의 밀도 유지에 별 지장이 없을 것으로 생각된다. 한편 점박이응애에 대한 실험 식물추출물들 처리는 난에 대한 살란 효과는 미미하였으나, 암컷 성충에 대해 단독 처리보다 혼합 처리에서 살성충 효과가 높은 것으로 나타났다며 혼합액 3, 1 등은 70% 이상의 살성충 효과를 나타내어 점박이응애에 대한 방제제로 사용 가능성이 있는 것으로 생각된다. 그러나 이 실험에서 사용한 식물추출물들이 일반 유기합성 약제들보다 점박이응애에 대한 살성충 효과가 다소 낮고 난에 대한 살란 효과가 미미했는데, 이러한 점은 점박이응애의 난을 포함한 모든 발육태를 포식하는 칠레이리움에와 이 포식성 천적에 안전성을 나타낸 실험 식물추출물을 같이 활용하면 보완될 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 혼합액 3, 1 등은 점박이응애의 종합관리체계에 칠레이리움에와 동시에 투입할 수 있을 것으로 기대되며, 이들 혼합액의 처리 또는 칠레이리움에와 같이 사용하는 포장실험을 통해 칠레이리움에의 개체군 밀도변동과 점박이응애에 대한 방제 효과를 보다 자세히 검정할 수 있을 것이다.

## IV. 적 요

점박이용애와 포식성 천적인 칠레이리용애의 주엽, 차나무, 계피, 란타나 등의 추출물과 이들의 혼합액들에 대한 감수성의 차이를 검정하였다. 실험 식물추출물들은 모두 점박이용애보다 칠레이리용애에 대해 저독성을 나타냈으며, 칠레이리용애 암컷 성충의 산란수와 산란된 난들의 부화에 큰 영향이 없었다. 실험 식물추출물들의 처리에서 칠레이리용애 난들은 84~100%의 높은 부화율을 보였다. 반면에 점박이용애에 대한 혼합액 3, 1 등의 처리는 7일 후에 각각 76.0%와 72.7%의 살성충 효과를 나타내었으며, 혼합액 2의 처리에서는 63.3%의 살성충 효과를 보였으나 단독 처리에서는 혼합 처리보다 낮은 살성충 효과를 보였다. 혼합액 3, 1 등의 처리에서 점박이용애 암컷 성충의 산란수는 무처리 대비 29.5~31.3%에 그쳤다. 실험 식물추출물들은 점박이용애 난에 대한 주목할 만한 살란 효과가 없었다. 이와 같은 실험결과들로 보아 혼합액 3, 1 등은 점박이용애의 방제제로 사용 가능성이 있으며, 점박이용애의 종합관리체계에서 칠레이리용애와 함께 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

[Submitted, March. 21, 2019 ; Revised, May. 15, 2019 ; Accepted, May. 20, 2019]

## References

1. 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.
2. Cho, Y. S., J. H. Song, J. H. Choi, J. J. Choi, and M. S. Kim. 2016. Eco-friendly materials selection and control timing to *Eurytoma maslovskii* in Japanese apricot. Korean J. Org. Agric. 24: 123-130.
3. Choi, D. S., K. C. Ma, H. J. Kim, J. H. Lee, S. A. Oh, and S. G. Kim. 2018. Survey the occurrences and establishment of environment-friendly control system of *Ricania shanthungensis* in Jeonnam province. Korean J. Org. Agric. 26: 439-452.
4. 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.
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.
6. Huh, Y. S., Y. I. Kuk, K. H. Hyun, and S. S. Kim. 2018. Susceptibility of *Neoseiulus womersleyi*, a natural enemy of *Tetranychus kanzawai* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) to plant extracts. J. Kor. Tea Soc. 24: 66-71.
  7. Hwang, I. C., J. Kim, H. J. Kim, D. I. Kim, S. G. Kim, S. S. Kim, and C. Jang. 2009. Evaluation of toxicity of plant extract made by neem and matrine against main pests and natural enemies. Korean J. Appl. Entomol. 48: 87-94.
  8. Kim, D. I., S. G. Kim, B. Y. Kang, S. J. Ko, J. S. Kim, and S. S. Kim. 2009. Management of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on organic strawberry field in Jeonnam area and toxicity of natural enemies against crude extract of *Chrysanthemum cinerariaefolium* and *Melia azedarach*. Korean J. Org. Agric. 17: 211-226.
  9. Kim, D. I., S. G. Kim, S. J. Ko, B. Y. Kang, D. S. Choi, S. S. Kim, and I. C. Hwang. 2010. Toxicology study of plant extract made by *Chrysanthemum cinerariaefolium* and *Melia azedarach* against natural enemies and *Plutella xylostella* on chinese cabbage. Korean J. Org. Agric. 18: 559-571.
  10. Kim, D. I., S. G. Kim, G. H. Shin, J. B. Seo, K. J. Choi, K. H. Lim, and S. S. Kim. 2006. 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.
  11. Kim, D. I., K. C. Ma, D. S. Choi, K. H. Hyun, Y. I. Kuk, and S. S. Kim. 2015. Evaluation of susceptibility of tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae) to plant extracts. J. Kor. Tea Soc. 21: 41-45
  12. Kim, D. S., C. Jung, S. Y. Kim, H. Y. Jeon, and J. H. Lee. 2003. Regulation of spider mite populations by predacious mite complex in an unsprayed apple orchard. Korean J. Appl. Entomol. 42(3): 257-262.
  13. Kim, S. S., and S. S. Yoo. 2002. Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. BioControl 47: 563-573.
  14. Lee, D. H., E. J. Kang, M. K. Kang, H. J. Lee, H. B. Seok, M. J. Seo, Y. M. Yu, and Y. N. Yoon. 2008. Effects of environment friendly agricultural materials to insect natural enemies at small green houses. Korean J. Appl. Entomol. 47: 75-86.
  15. Lee, S. Y., K. S. Ahn, C. S. Kim, S. C. Shin, and G. H. Kim. 2004. Inheritance and stability of etoxazole resistance in twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, and its cross resistance. Korean J. Appl. Entomol. 43: 43-48.

16. 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 egg plant greengouse. Korean J. Appl. Entomo. 45: 173-177.
17. Park, S. H., D. I. Kim, and S. S. Kim. 2012. Susceptibility of tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida to environmentally friendly agricultural materials. J. Kor. Tea Soc. 18: 37-43.
18. SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, release 6.12 ed. SAS Institute, Cary, NC, USA.
19. 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.
20. Song, J. S., C. M. Lee, S. M. Lee, D. S. Lee, Y. H. Choi, and D. W. Lee. 2013. Insecticidal activity of 7 herbal extracts against black pine bast scale, *Matsucoccus thunbergiana*. Korean J. Pestic. Sci. 17: 411-418.
21. 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.
22. You, Y. M., E. J. Kang, M. J. Seo, M. G. Kang, H. J. Lee, D. A. Kim, M. L. Gil, and Y. N. Youn. 2006. Effects of environment friendly agricultural materials to insect parasitoids on the laboratory. Korean J. Appl. Entomol. 45: 227-234.
23. Yu, J. S., D. K. Seo, E. H. Kim, J. B. Han, K. S. Ahn, and G. H. Kim. 2005. Inheritance and cross resistance of bifenazate resistance in *Tetranychus urticae*. Korean J. Appl. Entomol. 44: 151-156.