

갈색날개매미충(*Ricania* sp.)에 대한 양강근 유래 Methylcinnamate의 살충 및 기피 효과*

박부용** · 정인홍** · 박세근** · 전성욱** · 이상범** · 이상구*** · 이성은****

Insecticidal Activity and Repellent Effects of Methylcinnamate Separated from *Alpinia galangal* on *Ricania* sp.

Park, Bueyong · Jeong, In-Hong · Park, Se-Keun · Jeon, Sung-Wook ·
Lee, Sang-Bum · Lee, Sang-Ku · Lee, Sung-Eun

Ricania sp. is a pest to many crops in Korea. This pest prefers fruit crops especially, blueberry and apple trees. We tested the possibility of *Ricania* sp. control using of methylcinnamate. In the laboratory bioassay, the mortality of methylcinnamate against *Ricania* sp. adult with 100 and 250 time diluted solution was 36.6% and 13.3% respectively. While repellent that the use of methylcinnamate resulted rate of 43.3% with 100 time diluted solution and 40.0% in 250 time diluted solution. Insecticidal and repellent effect in semifield bioassay were higher than those in laboratory bioassay. From this result, methylcinnamate might have synergic effect for *Ricania* sp. management. The result of this study showed a possibility of *Ricania*. sp. control using methylcinnamate.

Key words : *insecticidal, methylcinnamate, repellent, Ricania sp.*

I. 서 론

기후변화 및 국제교역의 증가로 인하여 농업생태계에 각종 병해충의 발생이 늘어나고 있는 추세이며, 새로운 외래·유입 해충으로 인한 농작물의 피해 면적이 점차 늘어나고 있

* 이 연구의 수행은 농촌진흥청 공동연구사업(PJ011983)의 지원으로 이루어졌다.

** 농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과 농업연구사

*** Corresponding author, 국립농업과학원 작물보호과(sklee3316@korea.kr)

**** Co-Corresponding author, 경북대학교 응용생명과학부(selpest@knu.ac.kr)

는 상황이다. 특히 꽃매미, 미국선녀벌레와 더불어 3대 외래해충으로 꼽히는 갈색날개매미충은 국내에 광범위한 피해를 주고 있다(RDA research report, 2016).

갈색날개매미충(*Ricania* sp.)은 큰날개매미충과(Ricaniidae)에 속하는 해충으로, 중국 산둥성, 절강성이 원산지라고 추정되고 있다(Chou and Lu, 1977; Shen et al., 2007). 우리나라에서 2010년 최초로 발견되었으며, 블루베리, 산수유, 밤나무, 사과나무 등 62과 138종에 피해를 주고 있다(Choi et al., 2011; Kim et al., 2015). 우리나라에서 갈색날개매미충은 년 1세대 발생하며, 기주식물에 9월 에 산란 하고, 산란한 알들은 흰 밀랍에 덮여 월동 후 이듬해 5월 경에 부화하여 5령 약충을 거친 후 성충이 된다(Choi et al., 2011).

갈색날개매미충 약충과 성충은 작물을 흡즙하여 성장을 저해하는 1차적 피해와 감로 배출을 통해 식물에 그을음 증상을 유발하여 식물의 광합성 및 호흡현상을 막아 생리적 고사를 시키는 2차적 피해를 끼치고 있다. 또한 가을철 산란기에 1년생 신초에 산란하는 특성으로 어린가지가 월동을 하지 못하고 약해져 다음 해 난이 부화한 가지는 부러지는 피해를 야기한다. 따라서 1년생 가지에서 과실을 수확하는 블루베리 등의 작물에서는 피해가 심하다(Kang et al., 2013).

우리나라의 해충방제는 화학약제를 사용하는 관행적 농업이 주를 이루었으나 최근 들어 안전한 농산물에 대한 대국민 인식으로 인해 화학농약을 대체할 수 있는 대안에 대한 다양한 방제방법 개발 및 보급이 요구되고 있다(Park et al., 2016). 화학농약을 대체할 방법으로는 천연물, 미생물, 천적, 곤충병원성균 등이 있으며, 이중 식물에서 유래한 천연물질은 다양한 살충 활성을 지니고 있으며, 화학 약제의 내성이 생긴 해충에서도 우수한 살충효과를 보여 친환경 유기농업자재로 활용 될 가능성이 언급되고 있다(Schmutter, 1980). 또한 우리나라에서는 '19년부터 농약허용물질목록관리제도(PLS, Positive List System)의 시행으로 작물에 등록되지 않은 약제는 사용이 금지되어 PLS가 정착되기 전까지는 해충방제에 어려움을 겪을 것으로 보여진다(Park et al., 2018). 이러한 이유로 천연물을 이용한 방법의 가능성이 대두되고 있으며, 세계적으로도 다양한 식물추출물을 활용한 해충 방제 연구가 꾸준히 수행되어왔다(Isman, 2000).

본 연구에서 사용한 천연물질은 양강(*Alpinia galangal*) 유래의 메틸시나메이트로 송이 향이 있어 향을 이용한 식재료이며, 양강 외에 해충에 살충활성 효과를 나타내는 정향(*Syzygium aromaticum*), 유칼립투스(*Eucalyptus globulus*), 계피(*Cinnamomum zeylanicum*) 등도 많이 함유되어 있는 물질이다(Wikipedia). 본 연구는 우리나라에서 문제가 되고 있는 갈색날개매미충에 대하여 Methylcinnamate를 이용한 기피효과 및 살충효과를 검토하여 친환경 유기농자재로의 가능성을 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험 곤충의 사육

시험해충인 갈색날개매미충은 약충은 2018년 5월~7월, 성충은 7~8월에 익산 여산면, 구례 산동면 일원의 산수유, 감나무 등에서 채집하여 시험에 사용하였다. 시험 해충은 국립농업과학원 작물보호과 해충사육실(24±1℃, 60±5% RH, 14L:10D)에서 감나무, 블루베리를 넣은 아크릴 사육 상자 (40.0×45.0×40.0 cm)를 이용하여 3일간 정착과정을 거친 후 시험에 사용하였다.

2. 물질의 제조

제형화 제제는 경북대 환경생물화학과의 협조를 받아 제조하였다. 제형화는 유화제(tergitol), 에탄올(ethanol) 등을 혼합하여 유제로 제조하였고 제형비는 Methylcinnamate:tergitol:ethanol (3:1:6)의 비로 조합하였다.

3. 생물검정

생물검정은 실내시험(laboratory test)과 야외시험(semifield test)으로 나누어 수행하였으며, 갈색날개매미충의 식물 줄기를 흡즙하는 특성을 고려하여 분무(Spray)법으로 생물활성을 검정하였다. 실내시험에서는 아크릴케이지(5.0×5.0×10.0 cm)의 양쪽에 오아시스가 들어있는 용기를 넣고 잎이 있는 블루베리 가지를 오아시스에 꽂은 후 갈색날개매미충 약충, 성충을 각각 10개체씩 접종하였다. 24시간 동안 정착기간을 거친 후 제조된 방제제를 각각 250배, 100배로 희석하여 분무기(hand-held sprayer)에 넣어 분무하였다. 분무 후 24, 48시간 뒤 살충 효과를 검정하였다. 기피 시험으로는 2개의 블루베리 가지 중 한 가지에는 제조된 방제제에 10초간 침지한 후 10분간 음건하여 오아시스에 꽂았고 나머지 한 가지는 처리 없이 오아시스에 꽂아 동일한 케이지 속에 넣은 후 갈색날개매미충 약충, 성충을 각각 10개체씩을 페트리디시에 넣어 중앙에 배치하였다.

야외시험에서는 블루베리가 식재되어 있는 시설하우스에 채집한 시험해충을 방사하여 3일정도 안정화기간을 거친 후 실내시험과 동일한 방법으로 방제제를 분무하여 살충 및 기피 활성을 검정하였다. 실내시험과의 차이점은 살충 및 기피 활성을 각각 별도로 실험한 것에 비하여 야외에서는 실제 농가 현장의 상황을 가정하여 블루베리에 백색 견참(땅)을 섞워 살충 및 기피 활성을 동시에 살펴보았다.

생물검정에 대한 대조군으로는 증류수(DW)를 넣은 분무기로 동일한 방법으로 분무하였

다. 생물검정은 3반복으로 수행하였고, 갈색날개매미충 약충 및 성충을 붓으로 건드렸을 때 반응을 보이지 않은 개체는 죽은 것으로 간주하였다. 기피효과는 처리가지와 무처리가 지로 각각 이동한 개체의 수를 조사하여 판단하였다. 실험의 결과 값은 통계프로그램(SAS Institute)을 이용하여 평균 및 표준편차를 도출하였고, 실험결과의 유의성을 비교하기 위해 0.05의 유의수준에서 독립표본 T-Test를 실시하였다. 또한 처리 농도별, 시간별로 Tukey 다중검정을 통해 유의성을 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

Methylcinnamate를 제형화한 시료를 100배, 250배로 희석하여 갈색날개매미충에 대한 살충 및 기피 효과를 실내 검정한 결과는 Table 1~2와 같다.

Table 1. Insecticidal activities of methylcinnamate against *Ricania* sp.

Emulsifiable Concentrates (EC)	Dilution rate	Mortality (mean±SE, %)			
		Nymph		Adult	
		24 Hrs.	48 Hrs.	24 Hrs.	48 Hrs.
Methylcinnamate	100	43.3±0.6a*(A)	43.3±0.6a(A**)	36.6±0.6a(A)	36.6±0.6a(A)
	250	16.7±0.6b(A)	23.3±0.6b(B)	13.3±0.6b(A)	20.0±0.0b(A)
Control	-	0.0±0.0c	0.0±0.0c	0.0±0.0c	3.3±0.6c

There is no statistically significant difference between nymph and adult ($p < 0.05$).

* This is a statistical analysis on each process times (T-Test)

** This is a statistical analysis on each doses (T-Test)

Table 2. Repellent effects of methylcinnamate against *Ricania* sp.

Emulsifiable Concentrates (EC)	Dilution rate	Repellency (mean±SE, %)			
		Nymph		Adult	
		24 Hrs.	48 Hrs.	24 Hrs.	48 Hrs.
Methylcinnamate	100	73.3±0.6a*(A)	76.6±0.6a(A**)	43.3±0.6a(A)	36.6±0.6a(B)
	250	66.6±0.6b(A)	70.0±0.0b(A)	40.0±0.0b(A)	36.6±0.6a(B)
Control	-	0.0±0.0c	0.0±0.0c	0.0±0.0c	3.3±0.6b

There is no statistically significant difference between nymph and adult ($p < 0.05$).

* This is a statistical analysis on each process times (T-Test)

** This is a statistical analysis on each doses (T-Test)

갈색날개매미충 약충에 대한 제형화 유제의 실내 살충 및 기피 효과는 살포 후 24시간 뒤 100배에서 43.3%, 250배에서 16.7%의 살충 효과를 나타내었고, 각각 73.3% 및 66.6%의 기피 효과를 보였다. 성충 대해서는 살포 24시간 뒤 100배에서 36.6%, 250배에선 13.3%의 살충 효과를 보였고, 100배와 250배에서 각각 43.3%, 40.0%의 기피 효과를 나타내었다.

실내시험에서 살포 후 조건으로 설정한 24시간 및 48시간에서 시간에 따른 차이는 거의 없었다. 이는 화학농약의 경우 일부 지효성 계통의 경우 120시간 까지 효과를 보는 경우가 있지만, 천연물의 경우 대부분 비선택성, 비이행성, 속효성의 특징을 지니기 때문에 효과의 지속 기간이 길지 않는 것에 기인되었다고 판단된다(Bainard and Isman, 2006). 따라서 약효의 지속성을 높일 수 있는 보조 첨가제의 발굴도 향후 연구의 중요한 요인이라고 여겨진다.

야외에서 제형화 시료를 이용한 갈색날개매미충에 대한 살충 및 기피 효과를 검정한 결과는 Table 3~4와 같다. 시설하우스에 식재한 블루베리에 대하여 갈색날개매미충 약충의 살충 및 기피는 방제제 살포 후 24시간 뒤 100배에서 40.0%, 250배에서 26.6%의 살충력을 나타냈고, 100배, 250배 모두 41.6%의 기피 효과를 보였다. 성충의 경우 100배에서 35.0%,

Table 3. Insecticidal activities of methylcinnamate against *Ricania* sp. in semi-field bioassay

Emulsifiable Concentrates (EC)	Dilution rate	Mortality (mean±SE, %)			
		Nymph		Adult	
		24 Hrs.	48 Hrs.	24 Hrs.	48 Hrs.
Methylcinnamate	100	40.0±1.0a*(A)	43.3±0.6a(A**)	35.0±1.0a(A)	40.0±1.7a(A)
	250	26.6±0.6b(A)	26.6±0.6b(A)	16.6±0.6b(A)	20.0±1.0b(A)
Control	-	0.0±0.0c	0.0±0.0c	0.0±0.0c	0.0±0.0c

There is no statistically significant difference between nymph and adult ($p < 0.05$).

* This is a statistical analysis on each process times (T-Test)

** This is a statistical analysis on each doses (T-Test)

Table 4. Repellent effects of methylcinnamate against *Ricania* sp.s in semi-field bioassay

Emulsifiable Concentrates (EC)	Dilution rate	Repellency (mean±SE, %)			
		Nymph		Adult	
		24 Hrs.	48 Hrs.	24 Hrs.	48 Hrs.
Methylcinnamate	100	41.6±1.5a*(A)	36.6±1.5a(A**)	53.3±1.5a(A)	46.6±1.5a(A)
	250	41.6±0.6a(A)	31.6±0.6a(B)	50.0±1.0a(A)	43.3±2.1a(A)
Control	-	0.0±0.0b	0.0±0.0b	0.0±0.0b	3.3±0.6b

There is no statistically significant difference between nymph and adult ($p < 0.05$).

* This is a statistical analysis on each process times (T-Test)

** This is a statistical analysis on each doses (T-Test)

250배에서 16.6%의 살충 효과를 보였고, 각각 53.3%, 50.0%의 기피 효과를 나타냈다. 야외 실험의 경우에도 24시간과 48시간 간 효과의 차이는 크지 않았다.

제형화 유제의 살충력은 40~50%의 수준으로써 화학농약을 대체할 만한 강력한 살충 효과를 나타내지 않았지만, 기피 효과는 40~50%의 수준으로 살충력을 보완할 수 있을 정도의 유효성을 지녔다고 판단된다. 특히 야외 시험의 경우 직접적인 살충 효과가 높지 않았지만 살아남은 개체들이 해당 식물체에서 이동하는 기피 효과를 나타내 실질적으로 블루베리에 붙어있는 갈색날개매미충의 개체 수는 현저하게 적었다. 이러한 시너지 효과를 유효력(살충효과+기피효과)으로 정의하였을 때(Table 5.) 그 유효력은 80% 수준에 이르기 때문에 갈색날개매미충으로 인해 식물체가 받는 피해는 현저히 감소할 것이라 판단된다. 다만 살충력과 기피간 상승효과는 항상 성립되지 않으며 그 패턴이 불규칙하고, 상관관계가 성립되지 않는 경우가 있다고 보고되었다(Kim et al., 2008).

Table 5. Synergy effects of methylcinnamate against *Ricania* sp. in semi-field bioassay

Emulsifiable Concentrates (EC)	Dilution rate	Mortality & Repellency (mean±SE, %)			
		Nymph		Adult	
		24 Hrs.	48 Hrs.	24 Hrs.	48 Hrs.
Methylcinnamate	100	81.6±2.5a*(A)	80.0±2.1a(A**)	88.3±2.5a(A)	86.6±2.1a(A)
	250	68.3±1.2a(A)	58.3±1.2b(A)	66.6±1.6a(A)	63.3±3.1a(A)
Control	-	0.0±0.0b	0.0±0.0c	0.0±0.0b	3.3±0.6b

There is no statistically significant difference between nymph and adult ($p < .05$).

* This is a statistical analysis on each process times (T-Test)

** This is a statistical analysis on each doses (T-Test)

갈색날개매미충에 대하여 본 연구와 같이 길초근 등 다양한 식물추출물을 이용한 살충 효과를 검정한 사례가 있고(Lee et al., 2018), 이러한 천연물들은 향후 유기농업자재의 재료로 사용될 가능성이 있다고 여겨지지만, 그 전에 생태·환경독성 평가를 거쳐야 사용이 가능하기 때문에 어독성, 꿀벌독성 등 독성평가가 추가로 이루어져야 한다. 다만 앞으로 PLS 제도 시행과 친환경농업육성 5개년 계획 수립 등 농산물 안전성 확보에 대한 정부의 의지와 안전농산물에 대한 소비자 선호가 높아지기 때문에 천연물을 이용한 방제에 대한 연구는 점차 활발히 이루어질 것으로 예상되며, 국외에서도 천연물 연구는 활발히 이루어지고 있다(Isman, 2000). 따라서 다양한 천연물질을 다양한 해충에 적용하는 시도는 계속될 것이며 친환경 방제제 개발 활성화와 친환경 방제제의 시장규모도 점차 늘어날 것으로 판단된다.

References

1. Bainard, L. D. and M. B. Isman. 2006. Phytotoxicity of clove oil and its primary constituent eugenol and role of leaf epicuticular wax in the susceptibility to these essential oils. *Weed Sci.* 54(5): 833-837.
2. Choi, Y. S., I. S. Hwang, T. J. Kang, J. R. Lim, and K. R. Choe. 2011. Oviposition characteristics of *Ricania* sp. (Homoptera: Ricaniidae), a new fruit pest. *Kor. J. Appl. Entomol.* 50: 367-372.
3. Chou, I. and C. Lu. 1977. On the chinese Ricaniidae with descriptions of eight new species. *Acta Entomol. Sin.* 20: 314-322.
4. Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management *Crop Prot.* 19: 603-608.
5. Kang, T. J., S. J. Kim, D. H. Kim, C. Y. Yang, S. J. Ahn, S. C. Lee, and H. H. Kim. 2013. Hatchability and temperature-dependent development of overwintered eggs of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 52(4): 431-436.
6. Kim, D. E., H. J. Lee, M. J. Kim, and D. H. Lee. 2015. Predicting the potential habitat, host plants, and geographical distribution of *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 54: 179-189.
7. Kim, Y. K., J. J. Lee, and M. Y. Choi. 2008. Insecticidal Activities and Repellent Effects of Plant Extracts against the Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal). *Korean J. Appl. Entomol.* 47(1): 65-74.
8. Lee, S. K., S. W. Jeon, I. H. Jeong, S. K. Park, S. B. Lee, H. S. Lee, and B. Park. 2018. Insecticidal activity of *Valeriana fauriei* oils extracted by three different methods against *Ricania shantungensis*. *J Appl Biol Chem* 61(1): 47-50.
9. Park, B., S. B. Lee, S. G. Lee, S. K. Park, I. H. Jeong, and I. S. Jun. 2016. A case study on improvement of Pest control research in Rural Development Institutions and its implications. *Korean J. Organic. Agric.* 24(4): 609-625.
10. Park, B., S. K. Lee, I. H. Jeong, S. K. Park, and S. B. Lee. 2018. Insecticidal activities and repellent effects of methylcinnamate and essential oils from *Alpinia galangal* against *Metcalfa pruinosa* nymphs and adults. *J Appl Biol Chem* 61(3) :291-295.
11. RDA. 2016. Pests Report. Internal Resources. Schmutter, H. 1980. Natural pesticides from the neem tree. *Proc. 1st Int'l Neem Conference.* pp. 33-259.
12. Shen, Q. J. Y., Wang, J. D. Liu, Y. F. Chen, X. H. Fan, and Y. Q. Zhu. 2007. Bionomics and control of *Ricania shantungensis*. *Chinese Bull Entomol* 44: 116-119.