

갈색날개매미충 성충에 대한 해바라기의 유인력과 침투이행성 약제 선발

최용석* · 서화영 · 조신혁 · 황인수 · 박덕기¹

충남농업기술원, ¹참필드

Selection of Systemic Chemicals and Attractiveness of Sunflower to *Ricania* spp. (Hemiptera: Ricaniidae) Adults

Yong-Seok Choi*, Hwa-Young Seo, Shin-Hyuk Jo, In-Su Whang and Deog-Kee Park¹

Chungnam Agricultural Research & Extension Services, Yesan 32418, Korea

¹Contracted Research Organization, Charmfield Co., Ltd., Hanam 12983, Korea

ABSTRACT: Sunflower, selected as a trap plant that can be controlled by attracting *Ricania* spp. adults via attraction has the highest attractiveness during the preoviposition period. Considering the ecological characteristics of *Ricania* spp., adults are distinguished by the preoviposition and oviposition periods and the attractiveness of sunflower to *Ricania* spp. adults was 91.4~95.2% higher than that of blueberry during the preoviposition period. On August 20, when *Ricania* spp. adults entered the oviposition season, sunflower attractiveness was low at 9.8~11.6% owing to preference for tree species. Based on the result of the selection of systemic chemicals that could be used concomitantly with sunflower, all chemicals, except etofenprox, showed a high controlling effect of over 90%, and among them, dinotefuran showed the highest insecticidal rate of 95.8%. The systemic chemicals acetamiprid, dinotefuran, thiamethoxam, and imidacloprid persisted for 13 days (survey period). Therefore, the concomitant use of sunflower and systemic chemicals can reduce the density of *Ricania* spp. entering farmlands and their populations in surrounding habitats, which are expected to help in stabilizing the ecosystem.

Key words: *Ricania* spp., Sunflower, Attractiveness, Control

조 록: 갈색날개매미충 성충을 유인하여 방제할 수 있는 트랩식물로서 선발한 해바라기는 갈색날개매미충의 산란전기간에 대하여 가장 높은 유인력을 보였다. 갈색날개매미충의 생태학적 특성을 고려할 때 성충단계에서 산란전기간과 산란기간으로 구별되며 갈색날개매미충이 선호하는 블루베리와 비교하였을 때 산란전기간에 91.4~95.2%의 높은 유인력을 보였다. 갈색날개매미충이 산란에 접어드는 8월 20일에는 산란기주를 선호하는 특성 때문에 해바라기로의 유인률이 9.8~11.6%로 낮았다. 해바라기와 동시에 사용할 수 있는 침투이행성 약제를 선발한 결과, Etofenprox를 제외한 모든 약제가 90% 이상의 우수한 방제효과를 보였고, 방제효과가 우수한 살충제 중 Dinotefuran 은 95.8%로 가장 높은 살충률을 보였다. 방제효과가 우수한 살충제인 Acetamiprid, Dinotefuran, Thiametoxam, Imidacloprid의 약효지속기간은 조사기간인 13일 동안 지속되었다. 따라서, 해바라기와 방제효과가 우수한 침투이행성 약제를 동시에 활용할 경우 농경지내로 유인되는 밀도와 주변 생태계내 개체를 감소시킬 수 있을 것으로 생각되며 장기적으로 생태계 안정화에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

검색어: 갈색날개매미충, 해바라기, 유인률, 방제

갈색날개매미충(*Ricania* spp.)은 매미목(Homoptera) 큰날개매미충과(Ricaniidae)에 속하는 매미충의 일종으로 세계적으로 40속 400종이 보고 되어져 있고 주로 열대와 아열대 동반구에 분포하는 종으로 알려져 있으며 중국의 저지장 지역에서

는 *Ricania* 속의 날개매미충이 사과, 복숭아, 감, 블루베리 등을 포함하여 다수의 과수에 큰 손실을 야기하는 새로운 해충으로 보고되어 있다(Xu et al., 2006; Shen et al., 2007; Rahman et al., 2012). 또한 중국 산동성과 저장성 등 서해와 인접한 동부지역이 원산지로 추정되고 있고 중국 지린성에서 다양한 과수와 가로수의 주요 경제적 해충으로 기록되어 있다(Chou and Lu, 1977; Chou et al., 1985; Rahman et al., 2012; Shen et al., 2007)

*Corresponding author: yschoi92@korea.kr

Received August 7 2017; Revised October 9 2017

Accepted October 23 2017

갈색날개매미충(*Ricania* spp.)은 2010년 충남 공주와 예산의 사과와 블루베리에서 처음 발생이 확인되었고 2011년 전남 구례 산수유 재배지역에서 발생하기 시작하여 충청도, 전라도, 경상도, 강원도 순으로 급속히 확산되고 있고 2016년에는 11,275.9 ha로 확산되었다(Choi et al., 2011, Choi et al., 2012a, Choi et al., 2016).

Kang et al. (2013)은 갈색날개매미충의 암컷 성충을 유인하여 산란피해를 줄이거나 산란된 난괴의 물리적 제거 등과 같은 방법뿐만 아니라 부화시기 예측을 통한 최적 방제시기 결정 모델 등 다양한 관리방법들이 개발되어야 할 것이라고 지적한 바 있다. 현재까지 국내에서 갈색날개매미충에 대한 연구는 생태학적 특성을 밝히는데 주력해 왔는데 갈색날개매미충의 기주 범위 및 산란특성(Choi et al., 2011), 온도발육실험(Choi et al., 2012b), 월동 알의 부화생태(Kang et al., 2013), 기주식물의 종류 및 발생분포지(Kim et al., 2015) 등이 진행되어져 왔다. 갈색날개매미충의 방제와 관련된 국내 연구는 친환경방제제 약효시험(Choi et al., 2012a), 갈색날개매미충의 생태 및 방제(Jo, 2014), 7종 식물성 오일성분의 살충효과(Jeon et al., 2016) 등이 진행되어져 왔고, 특히 백리향(*Thymus vulgaris* Lin.)에서 얻어진 carvacrol과 thymol의 살충독성에 관한 연구가 보고된 바 있으며(Park et al., 2017), 갈색날개매미충의 산란특성 및 황색끈끈이트랩의 산란 억제효과에 관한 보고가 있다(Kim et al., 2016).

이러한 방제관련 연구들은 갈색날개매미충의 성충과 약충에 대한 살충효과만을 다루고 있고 외부로부터 계속해서 유입되어 들어오는 갈색날개매미충의 방제에는 한계가 있어 보인다. 산란기주의 범위가 넓고 섭식할 수 있는 기주가 광범위한 갈색날개매미충의 방제와 교란되어져 있는 생태계 내의 안정화를 위해서는 천적에 의해 자연 치유가 될 수 있는 수준으로의 밀도 억제가 요구되며 계속 확산되고 있는 갈색날개매미충이 농경지 내로의 유입을 차단하여 농업인의 경제적 손실을 최소화 할 수 있는 방제노력이 필요하다. 따라서, 우리는 이전 연구에서 갈색날개매미충의 발육단계별 선호하는 기주를 탐색하였고 성충의 산란전기간에 해바라기를 선호하는 것을 알았으며 이러한 해바라기가 실제 야외포장에서 얼마나 갈색날개매미충 성충을 유인할 수 있는지를 확인하고 나아가 해바라기로 유인된 해충을 살충할 수 있는 침투이행성 약제를 선발하고자 하였다.

재료 및 방법

해바라기의 갈색날개매미충 유인효과

갈색날개매미충(*Ricania* spp.)은 약충기가 지나고 성충으로

출현하면 약 1개월간 산란을 하지 않는 산란전기간을 거쳐서 산란기에 접어들기 때문에 산란전기간인 7월 20일과 산란기간인 8월 20일 2회에 걸쳐 해바라기의 갈색날개매미충 성충 유인력을 조사하였다.

갈색날개매미충 성충은 야외에서 채집하여 실내로 옮겨오면 쉽게 사망하기 때문에 실내검정을 수행할 수 없었고, 이전 연구(Choi et al., 2011)에서 대표적으로 피해가 심했던 과수인 블루베리와 해바라기를 대상으로 성충의 유인력을 비교하기 위하여 충남지역에서 갈색날개매미충이 최초로 발생한 공주시 신평면 선학리 산림 속에서 실외검정을 수행하였다. 블루베리는 2년생 어린 묘목을 윗면 지름 29 cm, 아랫면 지름 18.5 cm, 높이 21.5 cm의 12각 8호분의 화분에 블루베리 전용상토[®](삼화그린텍)를 사용하여 이식 후 실험에 사용하였고 해바라기는 블루베리와 동일한 화분에 바로커 원예상토[®](서울바이오)를 사용하여 이식 후 실험에 사용하였다. 수분관리는 주 2회 관주 처리 하였다.

갈색날개매미충의 산란전기간인 7월 20일 공주시 신평면 선학리 지계마을 인근의 편평한 묘지 공터를 선택하여 블루베리를 위치시키고 산림쪽을 향하여 블루베리로부터 1 m 떨어진 위치에 해바라기 포트 3개를 부채꼴 모양으로 위치시켰다. 해바라기와 해바라기 간의 간격도 동일하게 1 m 간격으로 하였다. 블루베리에 해바라기 3개를 1반복으로 하여 3반복 실시하였다. 해바라기와 블루베리로 유인된 갈색날개매미충 성충의 밀도조사는 전수조사를 하였고 조사주기는 설치 후 1일, 3일, 5일, 7일 동안 총 4회 조사하였다. 갈색날개매미충의 산란기간인 8월 20일 조사는 산란전기간인 7월 20일 조사와 동일한 곳에서 동일한 방법으로 조사하였다.

침투이행성 약제선발

해바라기로 유인된 갈색날개매미충 성충을 방제할 수 있는 침투이행성 약제 선발을 위하여 Acetamiprid, Dinotefuran, Etofenprox, Imidacloprid, Thiamethoxam 를 해바라기에 관주 처리 하였으며 약제의 제형과 희석배수는 Table 1과 같다.

해바라기에 침투이행된 살충제에 의한 약효는 갈색날개매미충 성충의 산란전기간인 7월 20일에 실시하였다. 해바라기는 공주시 신평면 해월리 인근 산기슭에 설치하였고, 약제당 3 개씩 설치하여 3반복 실시하였다. 침투이행성 살충제의 약효 지속기간 조사는 갈색날개매미충 성충을 대상으로 해야하기 때문에 산란시기에 실험을 수행하였고 산란시기에는 해바라기에 유인이 잘 되지 않기 때문에 블루베리를 사용하여 약효지속기간을 8월 30일에 실시하였고 블루베리 묘목에 붙어 있는 성충

Table 1. Systemic chemicals used together with sunflower

Classification	Common name	Formulation	Active gradient, %	Recommended dilution
Neonicotinoid	Acetamiprid	SL	20	1,000
	Dinotefuran	SG	50	4,000
	Thiametoxam	WG	10	2,000
Imidazolidin	Imidacloprid	WP	10	2,000
Nonester pirethroid	Etofenprox	EW	10	1,000

총마리수와 산란수 조사를 함께 조사하였다. 처리구별 약제를 주당 1 L 관주처리 하였고 이후부터는 증류수를 500 ml씩 2일 간격으로 공급하면서 3일, 7일, 9일, 11일, 13일 동안 총 5회에 걸쳐 해바라기에 붙어 있는 갈색날개매미충 성충의 밀도와 난괴수를 전수조사 하였다. 모든 데이터의 유의성검정은 IBM SPSS (2009)를 이용하여 LSD-test를 수행하였다.

결과 및 고찰

해바라기의 갈색날개매미충 유인효과

갈색날개매미충은 블루베리 묘목에 비하여 해바라기를 월

등히 선호하는 특성을 보였던 시기는 성충의 산란전기인 이었으며 산란기간에 접어들면 산란기주를 더 선호하는 양상을 보였다.

갈색날개매미충이 약충기에서 성충기로 넘어가는 7월 20일은 산란하기 전단계인 산란전기이므로 이 시기에 갈색날개매미충은 분명히 해바라기를 선호하는 특성을 보였다(Table 2). 갈색날개매미충의 성충은 모든 조사기간을 평균하여 적게는 91.4% 많게는 95.2%의 높은 유인률을 보였으며($P < 0.01$, $df = 47$, $F = 1906.048$). 조사기간 동안 최대 유인력을 보였던 유인률은 97.8% 였다. 그러나 8월 20일은 산란하기 시작하는 산란시기로 이 시기에 갈색날개매미충 성충은 산란기주인 블루베리를 선호하는 특성을 보였다(Table 3).

Table 2. Effect of attraction of *Ricania* spp. adults on number of elapsed days for sunflower and blueberry in pre-oviposition period

Plant	Attraction rate (%) according to elapsed days (Mean \pm SE)				Ave.
	1 day	3 days	5 days	7 days	
Blueberry	6.4 \pm 1.9c	4.4 \pm 2.0c	5.7 \pm 0.9b	9.4 \pm 1.6b	6.5 \pm 0.9c ²⁾
Sunflower R ¹⁾	89.1 \pm 1.8b	97.1 \pm 0.4a	92.4 \pm 2.5a	87.1 \pm 1.3a	91.4 \pm 1.3b
Sunflower M	95.0 \pm 1.6a	97.8 \pm 0.3a	95.9 \pm 0.3a	91.9 \pm 1.6a	95.2 \pm 0.8a
Sunflower L	94.4 \pm 1.3ab	90.9 \pm 1.7b	93.5 \pm 1.2a	90.2 \pm 2.5a	92.3 \pm 0.9b
Oneway-ANOVA	$P < 0.01$, $df = 11$, $F = 675.841$	$P < 0.01$, $df = 11$, $F = 1181.191$	$P < 0.01$, $df = 11$, $F = 1789.823$	$P < 0.01$, $df = 11$, $F = 490.690$	$P < 0.01$, $df = 47$, $F = 1906.048$

¹⁾Location of cultivated sunflower with respect to blueberry.

²⁾Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P = 0.05$, LSD-test) (IBM SPSS 2009).

Table 3. Effect of attraction *Ricania* spp. adults on number of elapsed days for sunflower and blueberry in oviposition period

Plant	Attraction rate (%) according to elapsed days (Mean \pm SE)				Ave.
	1 day	3 days	5 days	7 days	
Blueberry	80.5 \pm 0.7a	88.1 \pm 4.4a	92.0 \pm 0.3a	90.6 \pm 1.0a	87.8 \pm 1.7a ²⁾
Sunflower R ¹⁾	19.8 \pm 3.1b	4.4 \pm 2.5b	7.3 \pm 4.1b	7.8 \pm 3.9b	9.8 \pm 2.3b
Sunflower M	17.7 \pm 4.3b	18.6 \pm 6.6b	7.7 \pm 1.4b	11.2 \pm 3.8b	13.8 \pm 2.3b
Sunflower L	20.0 \pm 4.2b	10.9 \pm 6.3b	8.1 \pm 5.1b	7.9 \pm 5.8b	11.6 \pm 2.7b
Oneway-ANOVA	$P < 0.001$, $df = 11$, $F = 80.784$	$P < 0.001$, $df = 11$, $F = 56.120$	$P < 0.001$, $df = 11$, $F = 155.430$	$P < 0.001$, $df = 11$, $F = 103.586$	$P < 0.001$, $df = 47$, $F = 275.101$

¹⁾Location of cultivated sunflower with respect to blueberry.

²⁾Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P = 0.05$, LSD-test) (IBM SPSS 2009).

이러한 결과는 갈색날개매미충 성충이 산란전기간에는 산란기주인 수목류 보다는 섭식하기 좋은 기주를 선호하는 행동 반응을 보이는 것으로 추정되며 갈색날개매미충의 발육특성에 따른 기주를 조사한 이전 조사(Choi et al., 2017 unpublished)에서도 성충이 출현하는 시기에 갈색날개매미충이 수목류보다는 두릅나무, 산딸기나무 등의 관목류와 달맞이꽃과 해바라기 같은 1년생 초종으로 몰리는 양상을 보였다. 따라서, 갈색날개매미충 성충은 산란기간과 산란전기간에 섭식기주와 산란기주를 달리하는 것으로 판단되었다. 해바라기가 산란전기간에 갈색날개매미충 성충을 90% 유인할 수 있다는 위의 결과는 이 시기에 해바라기를 이용하여 갈색날개매미충 성충을 유인 포살함으로서 가지속에 산란하여 가지를 말라죽게 하는 갈색날개매미충에 의한 산란피해를 줄일 수 있는 방법이 될 것이다.

침투이행성 약제선발

해바라기로 유인된 갈색날개매미충 성충을 방제하기 위하여 해바라기의 식물체 내로 흡수될 수 있는 침투이행성 살충제의 약제 효과와 지속기간을 조사하였다.

Acetamidrid는 과수와 채소의 진딧물, 나방, 총채벌레류에 적용되는 살충제로 곤충의 신경계에 작용하는 네오니코티노이드계 살충제로서 4,250 ppm의 높은 수용해도를 가지며, 접촉 및 소화중독을 일으키는 침투이행성 살충제이다(Tomlin, 2003). Dinotefuran은 1998년에 개발되어 광범위한 흡즙성 해충 방제에 이용되어온 살충제로 신경전달 저해를 통해 해충을 치사시킬 수 있는 네오니코티노이드계 침투이행성 살충제이다(Seo et al., 2009). Etofenprox는 nonester 피레스로이드계 살충제로 곤충의 신경계에 작용하는 신경전달 저해제로서 접촉독과 섭식

독을 나타내는 침투이행성 살충제다(Miller and Salgado, 1985; Chae et al., 2010). Imidacloprid는 imidazolidine계 농약으로 살충기작면에서 곤충의 신경전달물질인 acetylcholine 수용체에 작용하여 신경전달을 저해하는 nicotine과 유사한 살충기작 때문에 neonicotinoid로 불리기도 하는 침투이행성 약제로 흡즙성 해충에 살충력이 우수한 약제이다(Choi et al., 2005; Nauen and Elbert, 1994, 1997; Tomizawa, 1994). Thiametoxam은 네오니코티노이드계 살충제로서 곤충의 신경계에 작용하며 잔효성이 우수한 약제로 보고되어 있는 침투이행성 약제이다(Jang et al., 1998).

사용한 침투이행성 살충제 모두가 약효가 인정되었으나 평균 분석에서는 Etofenprox의 방제효과가 다소 떨어지는 양상을 보였을 뿐 4약제 모두 90% 이상의 방제효과를 보였으며 Dinotefuran과 Thiamethoxam은 무처리 대비 방제효과가 각각 95.8%와 93.7%으로 가장 우수한 방제효과를 보였다(Table 4).

5가지 침투이행성 약제의 약효지속기간은 갈색날개매미충이 해바라기로 유인되지 않고 모두 산란처로 이동하는 시기인 8월 30일에 실시하였다. 무처리구에서의 성충 밀도는 조사기간 동안 불규칙한 밀도 양상을 보였다(Fig. 1). 이는 주변 산림속에 산란기주가 다양하게 존재하고 있어 다른 산란기주에 의한 교란인 것으로 판단되었다. 그러나 난괴수는 조사기간 동안 지속적으로 증가하였다(Fig. 2). Etofenprox EW 10% 1,000배액의 경우 성충밀도와 난괴수가 지속적으로 증가하여 약효가 없는 것으로 판단되었다(Fig. 2). Table 4에서 90% 이상의 방제효과를 보인 4약제 모두 조사기간 내내 성충밀도와 난괴수가 낮게 유지되어 조사기간 동안 약효가 유지되었다(Fig. 2).

돌발성 해충인 갈색날개매미충은 충남을 비롯하여 전남, 전북, 경기에서 밀도가 증가하고 있고 경남, 경북, 강원으로 급속

Table 4. Controlling effect of systemic chemicals absorbed by sunflower on *Ricania* spp. adults

Systemic chemical	Control effect after treatment according to elapsed days (Mean ± SE, Survival No.)			AVE.	
	3 days	5 days	7 days	Survival No.	Control effect (%)
Acetamidrid	7.0 ± 1.0b	7.0 ± 1.0b	6.0 ± 1.2c	6.7 ± 0.6c ¹⁾	90.3
Dinotefuran	2.7 ± 0.3b	3.3 ± 0.7b	2.7 ± 1.2c	2.9 ± 0.4c	95.8
Etofenprox	12.0 ± 1.5b	11.3 ± 1.9b	13.0 ± 1.5b	12.1 ± 0.9b	82.4
Imidacloprid	7.0 ± 1.5b	7.3 ± 1.5b	6.3 ± 1.2c	6.9 ± 0.7c	90.0
Thiamethoxam	4.3 ± 0.3b	4.7 ± 1.2b	4.0 ± 1.0c	4.3 ± 0.5c	93.7
Control	67.0 ± 7.4a	69.3 ± 9.5a	70.7 ± 4.3a	69.0 ± 3.7a	-
Oneway ANOVA	P < 0.001, df = 17, F = 61.576	P < 0.001, df = 17, F = 39.947	P < 0.001, df = 17, F = 159.733	P < 0.001, df = 53, F = 284.820 CV = 19.9 ²⁾	

¹⁾Means within a column followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05, LSD-test) (IBM SPSS 2009).

²⁾C.V. represents coefficient of variation (standard deviation of survival number divided by average of survival number).

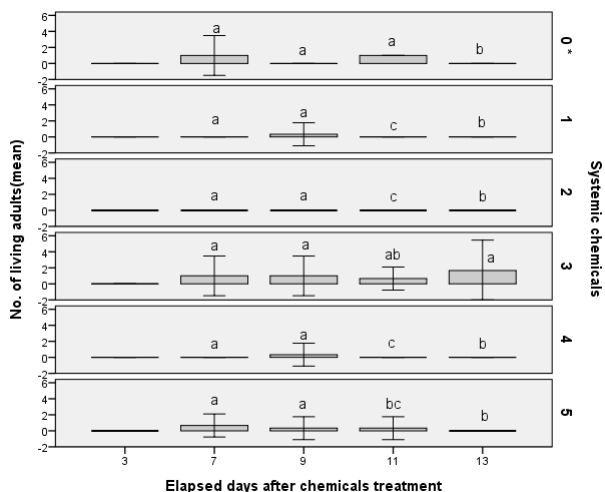


Fig. 1. Number of *Ricania* spp. adults attracted to blueberry plants according to elapsed days after application systemic chemicals to blueberries. * (0) control, (1) acetamiprid 20% SL, (2) dinotefuran 50% SG, (3) etofenprox 10% EW, (4) imidacloprid 10% WP and (5) thiamethoxam 10% WG. Different letters over standard deviation bars indicate significant difference among means at Type I error = 0.05 (LSD-test).

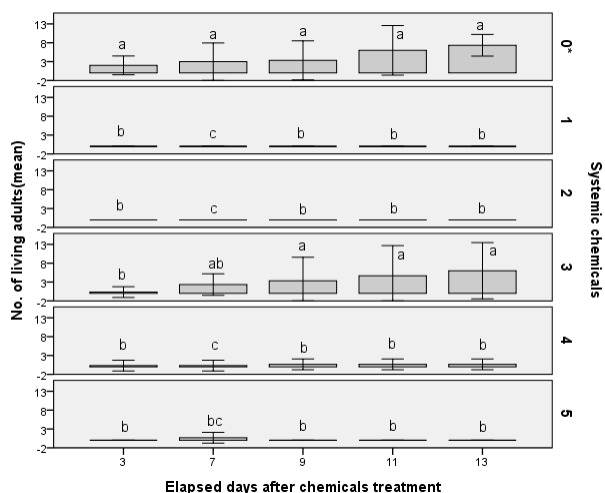


Fig. 2. Egg mass of *Ricania* spp. on blueberry according to elapsed days after application of systemic chemicals to blueberries. * (0) control, (1) acetamiprid 20% SL, (2) dinotefuran 50% SG, (3) etofenprox 10% EW, (4) imidacloprid 10% WP and (5) thiamethoxam 10% WG. Different letters over standard deviation bars indicate significant difference among means at Type I error = 0.05 (LSD test).

히 확산되어 가고 있다(Choi et al., 2012a). 이러한 이유는 첫째, 약충과 성충은 밀납을 형성하여 천적이 포식하거나 기생하기 꺼려하는 형태학적 특성을 가지고 있고, 둘째, 약충과 성충 모두 수목류 뿐만 아니라 벼를 포함하여 1년생 초종까지 섭식할 수 있는 넓은 섭식기주 범위를 가지고 있으며, 셋째, 성충은 침엽수인 주목에도 산란하는 등 다양한 수목류에 산란하는 넓은

산란기주 범위를 가지고 있다는 것이다. 마지막으로 알은 주로 1년생 가지속에 산란되며 톱밥과 밀납으로 덮혀서 다른 천적으로부터 보호되고 약조건의 외부 기상으로부터 보호될 수 있는 장점을 지녔기 때문인 것으로 풀이된다. 이러한 갈색날개매미충의 방제를 위해 Choi et al. (2012a)은 친환경방제제 선발을 추진하였고 Jeon et al. (2016)은 살충성 식물정유를 탐색한 바 있으나 이러한 친환경방제 노력 또한 살충제로 방제가 되지 않는 점을 고려했을 때 농경지로 유입되는 갈색날개매미충의 방제에 한계가 있어 보인다. Kim et al. (2016)은 황색끈끈이트랩이 갈색날개매미충 산란 억제에 효과가 있음을 보고한 바 있으나 이 또한 잦은 황색끈끈이트랩의 교체로 인하여 노동력이 너무 많이 들어가는 단점 때문에 실효성이 떨어지는 문제점을 안고 있다. 따라서, 갈색날개매미충의 방제방법으로 가장 효과적일 수 있는 방법으로 농경지내로 유입되는 갈색날개매미충을 차단하고 차단된 갈색날개매미충을 포획하거나 유살할 수 있는 트랩식물의 개발이 시급해 보이며 이를 트랩식물과 함께 사용할 수 있는 방제수단이 고안되어야 할 것으로 보인다. 과거 꽃매미 방제를 위하여 화학약제의 잦은 살포에도 불구하고 꽃매미 피해의 발생량은 해마다 증가하였으며 살충제의 과용으로 인한 인축에 대한 독성과 잔류 문제 및 생태계 파괴 등의 다양한 문제점을 야기해 왔고 특히 이러한 살충제는 도심 침투형 꽃매미를 퇴치하는데 그 사용에 한계가 있기 때문에 화학적 방제법의 대체방법으로 꽃매미를 유인하여 방제하는 것이 보다 효율적일 것으로 보고 가축나무로부터 유인물질을 탐색한 사례 (Lee and Park, 2013)는 갈색날개매미충을 유인하여 방제하기 위해 해바라기를 이용하려는 우리의 시도를 뒷받침 해준다.

해바라기를 이용한 갈색날개매미충 성충의 유인과 침투이행성 살충제의 동시활용은 단기간에 해충을 방제할 수 있는 기술은 될 수 없으나 지속적으로 활용시 농경지내로 유입되어 오는 갈색날개매미충의 밀도를 낮추어 줄 뿐만 아니라 주변 생태계내 안정화에 기여하여 농가피해를 최소화 할 수 있는 기술로써 여겨지며 나아가 해바라기 보다 더 효과적인 트랩식물의 탐색과 이와 동시에 활용할 수 있는 침투이행성 살충제 뿐만 아니라 다양한 방제수단 개발을 추진해야 할 것으로 보인다.

사사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원의 지원(과제번호: PJ010841062017)에 의해 수행한 “시설오이 해충의 천적중심 최적관리 모델개발” 과제로 수행되었다.

Literature Cited

- Chae, S.R., Hwang, C.E., Seo, M.J., Yu, Y.M., Youn, Y.N., 2010. Insecticidal effects of the control released etofenprox against cotton aphid. *J. Agric. Sci.* 37, 361-365.
- Choi, B.R., Lee, S.W., Song, Y.H., Yoo, J.K., 2005. Effect of sublethal doses of Imidacloprid on the green peach aphid, *Myzus persicae*. *Korean J. Pestic. Sci.* 9, 374-379.
- Choi, D.S., Kim, D.I., Ko, S.J., Kang, B.R., Lee, K.S., Park, J.D., Choi, K.J., 2012a. Occurrence ecology of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) and selection of environmental friendly agricultural materials for control. *Korean J. Appl. Entomol.* 51, 141-148.
- Choi, D.S., Kim, D.I., Ko, S.J., Kang, B.R., Park, J.D., 2012b. Prediction of early emergence of *Ricania* sp. Using temperature-dependent development model. *Proc. 2012 Korean Soc. Appl. Entomol.* 110 pp.
- Choi, D.S., Ko, S.J., Ma, K.C., Lee, J.H., Kim, D.I., 2016. Effect of temperature on hatchability of overwintering eggs and nymphal development of *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 55, 453-457.
- Choi, Y.S., Seo, H.Y., Whang, I.S., Lee, Y.S., Park, D.K., 2017. Host preference of *Ricania* spp. (Hemiptera: Ricaniidae) at different developmental stages. *Korean J. Appl. Entomol.* Unpublished.
- Choi, Y.S., Whang, I.S., Kang, T.J., Lim, J.R., Choe, K.R., 2011. Oviposition characteristics of *Ricania* sp. (Homoptera: Ricaniidae), a new fruit pest. *Korean J. Appl. Entomol.* 50, 367-372.
- Chou, I., Jingshen, L., Huang, J., Sizheng, W., 1985. Economic insect fauna of China. 36, Homoptera Fulgoroidea, Science Press, Beijing, China, pp 83.
- Chou, I., Lu, J.S., 1977. On the Chinese Ricaniidae with descriptions of eight new species. *Acta Entomol. Sin.* 20, 314-322.
- IBM Institute, 2009. IBM SPSS software, PASW Statistics 18, Version 18.0.0. Statistical Analysis System Institute, Armonk, New York. US.
- Jang, C., Hwang, I.C., Yu, Y.M., Choe, K.R., 1998. Action properties and insecticidal effects of thiametoxam to the melon aphid, *Aphis gossypii*, and diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Korean J. Pestic. Sci.* 2, 126-136.
- Jeon, Y.J., Choi, B.R., Lee, H.S., 2016. Insecticidal toxicities of essential oils extracted seven plants against *Ricania* sp. nymphs and adults. *J. Appl. Biol. Chem.* 29, 243-245.
- Jo, S.J., 2014. Study on the control and ecology of *Pochazia shantungensis*. *Journal of Tree Health* 19, 35-44.
- Kang, T.J., Kim, S.J., Kim, D.H., Yang, C.Y., Ahn, S.J., Lee, S.C., Kim, H.H., 2013. Hatchability and temperature-dependent development of overwintered eggs of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricanidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 52, 431-436.
- Kim, D.E., Lee, H.J., Kim, M.J., Lee, D.H., 2015. Predicting the potential habitat, host plants, and geographical distribution of *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 54, 179-189.
- Kim, D.H., Kim H.H., Yang, C.Y., Kang, T.J., Yoon, J.B., Seo, M.H., 2016. Characteristic of oviposition and effect of density suppression by yellow-colored sticky trap on *Ricania shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) in blueberry. *Korean J. Pestic. Sci.* 20, 281-285.
- Lee, S.J., Park, S.C., 2013. Attraction effect against *Lycorma delicatula*, antioxidant activity and local irritation test of *Ailanthus altissima* extract. *Korean J. Vet. Res.* 53, 231-237.
- Miller, T.A., Salgado, V.L., 1985. The mode of action of pyrethroids on insects, in: Leahey, J.P. (Ed.), *The pyrethroid insecticides*. Taylor and Francis, Philadelphia, PA, pp. 43-98.
- Nauen, R., Elbert, A., 1994. Effect of imidacloprid on aphids after seed treatment of cotton in laboratory and greenhouse experiments, *Pflanzenschutz-Nachr. Bayer* 47, 177-210.
- Nauen, R., Elbert, A., 1997. Apparent tolerance of a field-collected strain of *Myzus nicotianae* to imidacloprid due to strong antifeeding responses. *Pestic. Sci.* 49, 252-258.
- Park, J.H., Jeon, J.Y., Lee, C.H., Chung N., Lee, H.S., 2017. Insecticidal toxicities of carvacrol and thymol derived from *Thymus vulgaris* Lin. Against *Pochazia shantungensis* Chou & Lu., newly recorded pest. *Scientific Report.* 7, Article number: 40902.
- Rahman, M.A., Kwon, Y.J., Suh, S.J., Youn, Y.N., Jo, S.H., 2012. The genus *Pochazia amyot* and *serville* (Hemiptera: Ricaniidae) from Korea, with a newly recorded species. *J. Entomol.* 9, 239-247.
- Seo, M.J., Kang, M.K., Seok, H.B., Jo, C.W., Choi, J.S., Jang, C., Hwang, I.C., Yu, Y.M., Youn, Y.N., 2009. Characteristics of feeding behaviors of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) depending on inflow concentrations of dinotefuran. *Korean J. Appl. Entomol.* 48, 171-178.
- Shen, Q., Wang, J.Y., Liu, J.D., Chen, Y.F., Fan, X.H., Zhu, Y.Q., 2007. Bionomics and control of *Ricania shantungensis*. *Chin. Bull. Entomol.* 44, 116-119.
- Tomizawa, M., 1994. Structure-activity relationships of nicotinoids and the related compounds, *J. Pestic. Sci.* 19, 335-336.
- Tomlin, C.D.S., 2003. *The pesticide manual* (13th ed.), British Crop Protection Council, Survey, UK, pp. 7-8.
- Xu, C.Q., Liang, A.P., Jiang, G.M., 2006. The genus *Euricania melichar* (Hemiptera: Ricaniidae) from China. *Raffl. Bull. Zool.* 54, 1-10.