

갈색날개매미충(*Ricania* sp.) 성충의 광 선호성과 성충포획장치의 유인효과*

최덕수** · 김효정*** · 오상아*** · 이진희*** · 마경철****

Responses of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) to light and Attraction to Capturing Device

Choi, Duck-Soo · Kim, Hyo-Jeong · Oh, Sang-A · Lee, Jin-Hee · Ma, Kyung-Cheol

In order to effectively control the *Ricania* sp., we investigated the light response to adults and developed an adult capturing device using light with superior attractiveness. The preference among six light sources such as daylight color, green, etc. for the *Ricania* sp. adult was favored with daylight color 97 > black 79 = red 79 = blue 79 > green 24 > yellow 13. We have developed an adult catching device using the most preferred daylight colors and behavioral habits of the *Ricania* sp.. The capture device consisted of two daylight compact lamps (30W, 20W), a yellow plate, and a catcher using water, and caught about 700 individuals a day. The capturing device has a large amount of capturing because adult is activity at high nighttime temperatures, but the capturing amount decreased significantly when the temperature dropped below 23°C. More than 85% of the *Ricania* sp. adults were trapped for 3 hours from 19:00 to 23:00. Therefore, it is considered that the adult capturing device for the control of *Ricania* sp. is used from mid July to late August when the night temperature is over 23°C, and lights up from 19:00 to 23:00.

Key words : capturing device, daylight, light response, *Ricania* sp.

* 본 연구는 농촌진흥청 농업기술개발 공동연구사업(과제번호: PJ0135382019)의 연구비 지원에 의해 수행된 과제임.

** Corresponding author, 전남농업기술원 친환경농업연구소 농업연구관(cds1218@korea.kr)

*** 전남농업기술원 친환경농업연구소 농업연구사

**** 전남농업기술원 원예연구소 농업연구관

I. 서 론

우리나라에서 갈색날개매미충(*Ricania* sp.)은 2010년 처음으로 충남(공주, 예산)과 전북(김제, 순창)지역에서 발견되었으며 2011년에는 전남 구례에 발생하는 등 충북, 전북, 강원, 경남 등으로 급속히 발생지역이 확대되어 2015년에는 6,958 ha에 이르렀다(Choi et al., 2011; Choi et al., 2012; Lim et al., 2016). 갈색날개매미충 기주식물은 목본류 32종, 초본류 19종을 포함한 51종으로 기주범위가 넓고 주로 산림 속에서 서식하기 때문에 방제가 어려울 뿐만 아니라, 성충은 멀리 날 수 있어 과수원을 비롯한 각종 농작물에 피해가 점차 심해지고 있는 실정이다(Choi et al., 2012). 최근에는 임업농가의 주요 소득원이 되고 있는 호두나무에서도 복숭아명나방, 호두나무잎벌레, 미국선녀벌레와 함께 갈색날개매미충이 잠재적인 중요해충이 될 것으로 보고 있다(Jung et al., 2017). 대표적으로 피해가 심한 과수는 사과, 블루베리, 복숭아, 단감, 산수유, 대추 등으로 효율적인 방제를 위하여 친환경 재재선발, 월동난괴의 생태적 특성 및 부화시기 예측모델 설정 등의 연구가 국내에서 수행된 바 있다(Choi et al., 2011; Choi et al., 2012; Cho et al., 2013; Kang et al., 2013). 갈색날개매미충 알에서 약충까지 발육영점온도는 9.3°C, 유효적산온도는 693.3일도라고 하였다(Choi et al., 2016).

갈색날개매미충의 효율적인 방제방법은 부화 전에 산란가지를 제거하는 방법이지만(Kim et al., 2017) 모든 산란가지를 제거하기는 어렵기 때문에 상대적으로 살충효과가 높은 부화약충과 성충을 주로 방제한다.

특히 성충은 날개가 있어 농경지와 산림을 활발하게 이동하기 때문에 주기적인 방제작업이 필요할 뿐 아니라 노동력, 농자재비 등 경제적 비용이 많이 들어갈 뿐 아니라 방제효율은 낮아지는 실정이다. 갈색날개매미충 방제를 위하여 살충효과 검증 및 다양한 유인 또는 기피물질 탐색이 활발하게 이루어지고 있다. 합성농약은 모두 약충과 성충에 대하여 살충효과가 우수하였으며, 식물추출물 중에는 고삼과 테리스추출물은 높은 살충률을 보였고, 23종의 식물유래 기피물질 중 페퍼민트오일만 76%의 기피효과를 보였다(Ryu, 2015). 썩, 자몽, 넬리, 만수국 등 7종의 정유성분 중 만수국의 정유가 유충 및 성충에 대하여 친환경 살충제로써 적용가능성을 보여주었고(Jeon et al., 2016), 황색끈끈이트랩을 설치하면 블루베리에서 산란량이 1/3으로 감소한다고 하였다(Kim et al., 2016). 갈색날개매미충 방제가 잘 되지 않는 가장 큰 이유는 산림에서 농경지로 수시로 날아들기 때문이라고 할 수 있는데, 이처럼 날아드는 성충을 유인 포획하기 위하여 트랩식물인 해바라기와 침투이행성 약제를 선발하여 방제하는 방법도 개발되었다(Choi et al., 2017). 이처럼 방제에 대한 활발한 연구가 이루어지고 있지만 빈번한 약제처리는 높은 방제비용 뿐만 아니라 노동력이 요구된다. 따라서 본 연구는 갈색날개매미충 성충이 좋아하는 광원을 찾고 행동특성을 이용한 포획장치를 개발하여 효율적인 방제방법을 개발하고자 수행한 결과를 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 실내에서 성충의 광에 대한 반응

갈색날개매미충 성충의 광원 색상에 따른 유인효과를 조사하기 위하여 외부 광원이 차단된 25℃ 곤충사육실 내에서 수행하였다. 가로 92 cm, 세로 47 cm, 높이 47 cm 크기의 망사케이지(Insect rearing cage) 한쪽 끝에 기주식물인 산수유와 성충 40마리를 접종하고 다른 한쪽 끝에 형광등을 밝혀 빛의 색상에 따라 유인되는 성충수를 조사하였다. 시험에 사용한 형광등은 (주)우리조명에서 생산된 장수램프 20 W이며, 색상 종류는 주광색, 초록색, 노랑색, 파랑색, 검정색, 빨강색 6종으로 시험하였다. 각각의 광원을 밝힌 20분 후 광원쪽으로 모여드는 성충수를 조사하였는데, 92 cm의 망사케이지 중 광원과 30 cm 이내로 유인된 층을 유인층수로 세었으며 모든 시험은 3반복으로 조사하였다.

또 동일한 방법으로 각 광원의 색상 간 유인효과 비교시험을 하였다. 즉 92 cm 길이의 망사케이지 중앙에 기주식물과 성충을 40마리 접종하고 양쪽 끝에 서로 다른 광원을 비춰 성충이 어느 쪽 빛으로 유인되는지를 조사하였다(Fig. 1). 광원과 30 cm 이내까지 접근한 층을 유인된 층으로 보았다. 또한 본 실험에 사용한 광원에 대하여 암실에서 50 cm, 100 cm 거리에서 조도계(Model : testo 545, testo, Germany)를 이용하여 광원별 조도를 측정하였다. 본 연구의 분석 결과는 모두 3회 반복 측정된 것으로 XLSTAT-Base program (Ver. Perpetual, Addinsoft Inc., NY, USA)을 이용하여 통계처리 하였다. 실험군간 비교는 일원배치 분산분석을 실시한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 평균치 간의 유의성을 검정하였다.

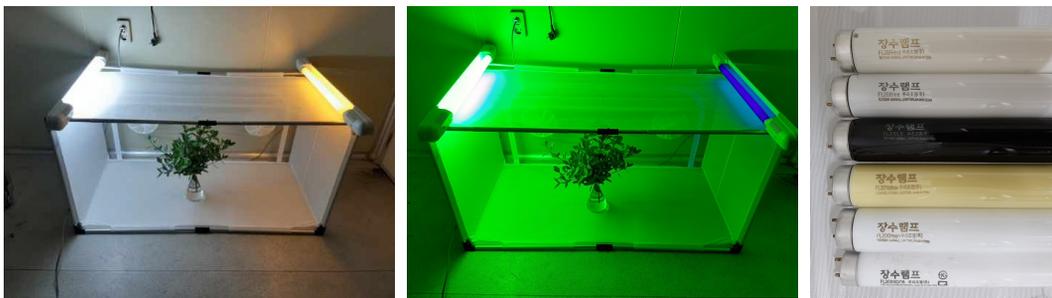


Fig. 1. System of light preference test to *Ricania* sp. adult (left: daylight to yellow, middle: green to black, right: 6 kinds of color lamp).

2. 야외에서 성충 유인포획장치의 포획효과

광원 색상별 갈색날개매미충 성충 유인량을 비교하기 위하여 성충이 활발하게 활동하는 여름철인 2016년 8월 1일부터 10일 사이에 광주광역시 남구의 야산지역과 인접한 아로니아 농장에서 수행하였다. 산림과 인접한 아로니아 농장 인근에 20W의 주광색, 노랑색, 검정색 콤팩트램프를 각각 1.5 m 높이에 5m 간격으로 설치하였고, 타이머를 이용하여 18시부터 24시까지 6시간 동안 점등하여 포획된 곤충을 조사하였다. 이때 램프 30 cm 아래에는 직경 30 cm의 플라스틱 용기에 물을 넣고 주방세제를 0.5 ml 떨어뜨려 빠진 곤충이 탈출하지 못하고 익사할 수 있도록 하였다. 다음날 물에 익사한 곤충을 수거하여 실험실에서 분류하며 각 해충별 포획량을 조사하였다. 매일 램프 위치를 변경해 가며 3반복으로 시험하였다. 또한 광원의 형태 즉 콤팩트램프와 형광등에 따른 해충 유인량 차이를 비교하고자 검정색등을 이용하여 전술한 동일 장소에서 같은 방법으로 두 광원 간에 10 m 떨어지도록 설치하여 2016년 8월 12일과 13일에 2일 동안 시험하였다.

갈색날개매미충이 선호하는 광원과 행동특성을 이용하여 포획할 수 있는 성충포획장치를 제작하였다. 포획장치는 높이 1.8 m, 폭 60 cm 크기로 2개의 콤팩트램프와 황색 유인판(30×60 cm), 그리고 포집수반(가로 40 cm, 세로 20 cm, 높이 12 cm)으로 구성된 유아등으로 불빛과 황색판에 유인된 성충이 황색수반에 빠져 익사할 수 있도록 구성된 장치이다(Fig. 1). 이 장치를 이용하여 2017년 8월 광주광역시 남구 야산지역과 인접한 아로니아 농장 주변에 설치하여 일별 포획량을 조사하는 한편, 광주지방기상청의 기상자료를 이용하여 성충 포획량과 일최저기온의 연관성을 조사하였다. 또 8월 12일과 13일에는 18시부터 24시까지 1시간 간격으로 6회, 그리고 다음날 아침까지 총 7회 야간 시간대별 포획된 성충수를 조사하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 성충의 광에 대한 반응

광원 색상별 갈색날개매미충 성충 유인효과를 조사한 결과(Table 1), 검정 67.5, 주광 62.4, 빨강 62.4, 파랑 37.6, 초록 23.9, 노랑 22.2%로 검정, 주광, 빨강색은 60% 이상의 높은 유인효과를 보인 반면 노랑과 초록색은 상대적으로 낮았다.

두 가지 광원 간 상대적 유인력을 비교한 결과(Table 2), 주광색은 총 97마리가 유인되어 어떠한 광원과의 비교에서도 우월한 수준이 유인되었고, 다음으로 검정, 파랑, 빨강색이 79마리로 동일한 양이 유인되었다. 초록색과 노랑색은 각각 24마리와 13마리가 유인되어 상

대적으로 기피효과가 있는 것으로 나타났다. 단독 광원 시험에서 검정색등의 유인력이 가장 높았으나 광원 간 비교시험에서는 검정색등보다 주광색등이 더 높은 유인효과가 있는 것으로 나타났다. 갈색날개매미충 성충을 유인하는데 선호하는 색깔이 관여하지만 광원의 조도 등 다른 요인이 작용하는 것으로 추측된다. Table 3과 같이 주광색은 1 m 거리에서 조도가 63 lux로 가장 밝고 유인력도 높은 반면, 노랑색은 1 m 거리에서 조도가 51 lux로 주광색 다음으로 밝지만 유인력은 시험광원 중 가장 낮았던 것으로 보아 조도가 매미충의 유인에 절대적인 영향을 주는 것으로는 판단되지 않았다. 이상의 결과로부터 시험에 사용된

Table 1. Attraction effect of independent light color to the adult of *Ricania* sp. in lab condition

Light color	No. of tested individuals	No. of attracted adults (mean \pm SD)	Attraction rate (%)
Black	39	26.3 \pm 1.53	67.5 a ¹
Blue	39	14.7 \pm 2.52	37.6 b
Daylight	39	24.3 \pm 1.15	62.4 a
Green	39	9.3 \pm 1.53	23.9 c
Red	39	24.3 \pm 0.58	62.4 a
Yellow	39	8.7 \pm 0.58	22.2 c

¹ Values with different superscript within the same column are significantly differently Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

Table 2. Compare the attraction effect of two light source to *Ricania* sp. adult in lab condition

Light color	No. of attracted adults in light sources				
	Green	Yellow	Blue	Black	Red
Daylight	18	22	19	20	18
Green		10	3	2	6
Yellow			4	3	2
Blue				15	23
Black					10
Total	Daylight 97 > Blue 79 = Black 79 = Red 79 > Green 24 > Yellow 13				

Table 3. Illuminance the compact lamp of different light source color

Distance from light source	Illuminance of light source (lux)			
	Black	Yellow	Daylight	Blue
50 cm	2	189	235	56
1 m	1	51	63	15

광원 가운데 갈색날개매미충 성충의 유인에 적합한 광원은 유인력과 밝기가 모두 좋은 주광색이라는 결론을 내릴 수 있었다.

2. 성충 유인포획장치의 포획효과

갈색날개매미충 발생밀도가 높은 아로니아 과수원에서 컴팩트램프 색깔별 갈색날개매미충을 비롯한 해충류 포획량을 조사한 결과(Table 4), 주광색 427마리 대비 노랑색은 48%, 검정색은 110%로 검정색에서 가장 많이 포획되었다. 또 애매미, 썩덩나무노린재, 갈색날개노린재 등의 해충도 검정색에서 가장 많이 포획되었다. 그러나 노랑색은 주광색이나 검정색에 비해 절반정도만 포획되었다. 곤충의 유인량은 검정색이 주광색에 비해 다소 많은 장점이 있는 반면 다양한 나방류 포획에 따른 수반 내 물 보충작업이 자주 이루어져야 한다는 단점도 있었다.

Table 4. Number of attracted insects when turn on the same time at different color of compact lamp (survey periods : 1 to 10. August, 2016)

Scientific name	Black				Daylight				Yellow			
	A ¹	B	C	Total (rate)	A	B	C	Total (rate)	A	B	C	Total (rate)
<i>Ricania</i> sp.	203	157	111	471 a ² (110)	138	139	150	427 a (100)	70	108	29	207 b (48)
<i>Meimuna opalifera</i>	45	6	24	75	1	1	1	3	3	7	9	19
<i>Halyomorpha halys</i>	12	15	10	37	3	7	6	16	3	3	3	9
<i>Plautia stali</i>	6	7	10	23	5	10	7	22	0	7	2	9
<i>Geisha distinctissima</i>	1	3	4	8	0	1	2	3	0	1	0	1

¹ Survey date, A; 20. Aug. 2016, B; 21. Aug. 2016, C; 22. Aug. 2016

² Values with different superscript within the same column are significantly differently Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)



Fig. 2. Established capturing device of *Ricania* sp. and captured insects.

광원의 형태 즉 콤팩트램프와 형광등의 유인량 비교시험 결과(Table 5), 갈색날개매미충은 형광등 326마리, 콤팩트램프 411마리로 콤팩트램프가 26% 많이 유인되었으며, 애매미 34%, 갈색날개노린재 100%, 선녀벌레류 143% 로 조사해충 모두 콤팩트램프에서 더 많이 유인되어 램프 형태는 콤팩트램프가 해충 유인포획에 더 효율적이었다. Kim 등(2014)은 밤재배원의 주요해충인 밤바구미와 복숭아명나방에 유인력이 우수한 램프는 수은계통의 램프이나 안정기를 부착해야 한다는 단점이 있어서 다음으로 유인 포획효과가 높은 콤팩트형 광램프가 적당하다고 한 것으로 보아 일반적인 곤충에 콤팩트형 램프의 사용이 유인효과에 적합할 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합하여 갈색날개매미충이 가장 선호하는 주광색등과 행동습성을 이용한 성충포획장치를 개발하였다(Fig. 2). 성충 유인포획장치를 이용하여 갈색날개매미충 포

Table 5. Compare the captured some kinds of pests include *Ricania* sp. as different two lamp style

Insects name	Black compact lamps			Black fluorescent lamps		
	A1	B	Av. (rate)	A	B	Av. (rate)
<i>Ricania</i> sp.	463	358	411(126)	351	301	326 (100)
<i>Meimuna opalifera</i>	115	57	86 (134)	66	62	64 (100)
<i>Halyomorpha halys</i>	5	18	12 (100)	15	9	12 (100)
<i>Plautia stali</i>	3	9	6 (200)	2	4	3 (100)
<i>Geisha distinctissima</i>	6	11	9 (243)	1	6	4 (100)

¹ Survey date, A; 12. Aug. 2016, B; 13. Aug. 2016

획량과 일최저기온을 조사한 결과(Table 6), 야간 최저기온이 23℃ 이상인 날의 포획량은 465~892마리로 비교적 많았으나 21.6℃ 였던 8월 13일의 경우 268마리로 상대적으로 적은 양이 포획되었다. 갈색날개매미충 성충의 비행행동을 관찰한 결과 야간기온이 높은 날은 불빛이나 기주식물 사이를 활발하게 움직이지만 기온이 낮거나 바람이 많이 부는 날은 움직임이 현저하게 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 야간 시간대별 포획충수를 조사한 결과(Table 7), 20시부터 21시 사이가 가장 많이 포획되었고 이 기간을 중심으로 19시부터 24시 사이에 94% 이상이 포획되었다.

Table 6. The number of captured *Ricania* sp. in attraction device as different survey date and Daily minimum temperature in 2017

Division	Survey date					
	8. Aug.	9. Aug.	10. Aug.	11. Aug.	12. Aug.	13. Aug.
No. of captured adult	797	494	465	892	811	268
Daily minimum temperature (°C)	26.4	25.5	24.6	23.9	24.6	21.6

Table 7. Number of captured adult of *Ricania* sp. as different time interval in attraction device

Survey date	No. of captured adult each survey hours							
	18h-19h	19h-20h	20h-21h	21h-22h	22h-23h	23h-24h	24h-06h	Total
12. Aug. 2017	3 (0.4)	103 (12.7)	351 (43.3)	176 (21.7)	114 (14.1)	48 (5.9)	16 (2.0)	811 (100)
13. Aug. 2017	7 (2.6)	20 (7.5)	131 (48.9)	43 (16.0)	33 (12.3)	25 (9.3)	9 (3.4)	268 (100)

갈색날개매미충 성충 발생시기는 지역에 따라 다르겠지만 전남지역의 경우 7월 상순부터 성충이 되어 한 달 정도의 산란전기간을 거쳐 8월 상순부터 산란하기 시작한다(Choi et al., 2012). 즉 7월과 8월은 우리나라에서 가장 무더운 기간으로 일최저기온이 25℃를 넘는 일수가 2015년 10일, 2016년 23일, 2017년 21일이었고(Table 8), 23℃ 이상인 일수는 각각 29, 46, 52일이나 되었다. 갈색날개매미충의 활동성에 영향을 미치는 요인은 기온, 강수, 습도, 풍량 등 다양하겠지만, 많은 발생현장 관찰 결과에 의하면 기온과 강수가 가장 큰 영향을 주었던 것으로 판단된다. 활동성이 둔감해지는 온도를 정확하게 산출하는 추가연구가 필요한 부분이지만 야간기온과 포획량은 비례관계에 있으므로 고온기간을 제시하고 그 기간에 성충포획장치를 활용할 수 있도록 하는 것이 갈색날개매미충 밀도억제에 효과적일 것으로 판단된다.

이상의 결과를 요약하면, 갈색날개매미충 성충포획장치는 야간기온이 높은 7, 8월에 19시부터 24시까지 점등하여 포획하는 것이 가장 경제적이고 효과적일 것이라고 판단된다. 그러나, 성충포획장치의 효율적인 사용을 위하여 고려할 사항은 대부분의 과수원에서 이용하는 유아등이나 성페로몬트랩과 마찬가지로 설치 인접지역에는 해충 유인에 의한 피해가 더 발생할 수 있기 때문에 과수원 가장자리에서 최소 10 m 이상 떨어진 곳에 설치하여야 피해를 줄일 수 있다.

Table 8. Number of days and range the daily minimum temperature was over 23°C and over 25°C during 2015 to 2017

Years	Over 25°C		Over 23°C	
	Range	No. of days	Range	No. of days
2015	25. Jul. ~ 8. Aug.	10	11. Jul. ~ 24. Aug.	29
2016	24. Jul. ~ 22. Aug.	23	1. Jul. ~ 5. Sep.	46
2017	2. Jul. ~ 24. Aug.	21	1. Jul. ~ 25. Aug.	52

* Data sourced by KMA homepage

IV. 적 요

갈색날개매미충(*Ricania* sp.)을 효과적으로 방제하기 위하여 성충의 광에 대한 반응을 조사하여 유인력이 우수한 광을 이용하여 성충 포획장치를 개발하였다. 갈색날개매미충 성충에 대하여 주광색, 녹색 등 6종의 광원간 선호도를 조사한 결과 주광색 97 > 검정색 79 = 빨강색 79 = 파랑색 79 > 초록색 24 > 노랑색 13으로 주광색을 가장 선호하였다. 갈색날개매미충이 가장 선호하는 주광색등과 행동습성을 이용한 성충포획장치를 개발하였다. 포획장치는 주광색 컴팩트램프 2개(30 W, 20 W), 황색판, 포집수반으로 구성되었으며, 하루에 약 700마리가 포획되었다. 야간기온이 높으면 성충이 활발하게 활동하기 때문에 포획장치의 포획량은 많았으나 기온이 23°C 이하로 낮아지면 포획량이 현저하게 줄었다. 갈색날개매미충 성충은 19시부터 23시까지 3시간 동안 85% 이상이 포획되었다. 따라서 갈색날개매미충 방제를 위한 성충 포획장치는 야간기온이 23°C 이상인 7월 중순부터 8월 하순에 이용하며 19시부터 23시까지 점등하면 효율적일 것으로 판단된다.

References

1. Cho, S. H. 2013. Ecological characteristics and environmentally friendly control strategies of *Pochazia* sp. (Hemiptera: Ricaniidae). Chungnam national university. MS thesis p. 38.
2. Choi, D. S., D. I. Kim, S. J. Ko, B. R. Kang, K. S. Lee, J. D. Park, and K. J. Choi. 2012. Occurrence ecology of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) and selection of environmental friendly agricultural materials for control. Korean J. Appl. Entomol. 51: 141-148.
3. Choi, D. S., S. J. Ko, K. C. Ma, H. J. Kim, J. H. Lee, and D. I. Kim. 2016. Effect of temperature on hatchability of overwintering eggs and nymphal development of *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) Korean J. Appl. Entomol. 55: 453-457.
4. Choi, Y. S., H. Y. Seo, S. H. Jo, I. S. Whang, and D. K. Park. 2017. Selection of systemic chemicals and attractiveness of sunflower to *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) adults. Korean J. Appl. Entomol. 56: 345-350.
5. 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. Korean J. Appl. Entomol. 50: 367-372.
6. Jeon, Y. J., B. R. Choi, and H. S. Lee. 2016. Insecticidal toxicities of essential oils extracted seven plants against *Ricania* sp. nymphs and adults. J Appl Biol Chem. 59: 243-245.
7. Jung, J. K., H. S. Lee, S. K. Lee, and S. H. Koh. 2017. Arthropod diversity in Walnut orchards. Korean J. Appl. Entomol. 56: 121-133.
8. Kang, T. J., S. J. Kim, D. H. Kim, C. Y. Yang, S. J. An, S. C. Lee, and H. H. Kim. 2013. Hatchability and temperature-dependent development of overwintered eggs of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae). Korean J. Appl. Entomol. 52: 431-436.
9. Kim, D. H., C. Y. Yang, H. H. Kim, M. H. Seo, and J. B. Yoon. 2017. Effect of Moisture Content of Pruned Blueberry and Peach Twigs on Hatchability of *Ricania shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) Eggs. Korean J. Appl. Entomol. 56: 357-363.
10. Kim, D. H., H. H. Kim, C. Y. Yang, T. J. Kang, J. B. Yoon, and M. H. Seo. 2016. Characteristic off oviposition and effect of density suppression by yellow-colored sticky trap on *Ricania shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) in blueberry. Korean J. Pesti. Sci. 20: 281-285.
11. Kim, Y. J., H. K. Kim, and G. H. Kim. 2014. Effects of light trap structure and lamp type on the attraction of chestnut pests in an orchard. Korean J. Appl. Entomol. 53: 217-223.
12. KMA homepage. 2018. Database of climate. <http://www.weather.go.kr>

13. Lim, J. R., E. J. Kim, H. C. Moon, C. H. Cho, S. G. Han, H. J. Kim, and Y. J. Song. 2016. Patterns of insect pest occurrences and *Dasineura oxycoccana* Johnson in blueberry farms in Jeonbuk province. Korean J. Appl. Entomol. 55: 45-51.
14. Ryu, T. H. 2015. Essential oils with repellent effect against *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae). Chungnam national university. Ms. D thesis