

갈색날개매미충(*Pochazia shantungensis*) 월동알 부화와 약충 발육에 미치는 온도의 영향

최덕수* · 고숙주 · 마경철 · 김효정 · 이진희 · 김도익

전남농업기술원 친환경농업연구소

Effect of Temperature on Hatchability of Overwintering Eggs and Nymphal Development of *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae)

Duck-Soo Choi*, Sug-Ju Ko, Kyeong-Cheul Ma, Hyo-Jeong Kim, Jin-Hee Lee and Do-Ik Kim

Environment-friendly Agricultural Research Institute, JARES, Jeonmam 58213, Korea

ABSTRACT: This study investigates the hatching periods and hatchability of the eggs of *Pochazia shantungensis* at different collection times from 2011 to 2014, and the effect of temperature on the growth of *P. shantungensis* nymphs in an area of its outbreak. The hatchability of *P. shantungensis* eggs varies with their collection time; their hatchability in late November was higher than that in March of the next year, but no difference was observed in their hatching periods. The hatching periods of the eggs were 51.2, 31.3, 24.8, 19.4, 17.1, and 19.4 days at 15, 18, 21, 24, 27, and 30°C, respectively. The hatchability was above 70% at temperatures ranging from 18 to 27°C. The hatching time of the overwintered eggs in the Gurye region in Korea was reduced by 9 days from 2011 to 2014. The hatching rate was relatively higher when the average temperature in the winter season was relatively warmer. The developmental periods of the first to fifth nymphs were 82.8, 58.0, 45.8, and 39.6 days at 18, 21, 24, and 27°C, respectively, at the relative humidity of 40~70%, and a photoperiod off 14 h light: 10 h dark. The higher the temperature, the shorter the developmental period. At 30°C, all life stages after the fourth nymph died. Thus, the optimum growth temperature was estimated to be 27°C. For all life stages from the egg to the fourth nymph, the relationship between the temperature and developmental rate was expressed by the linear equation $Y = 0.0015 X - 0.014$. The lower developmental threshold was 9.3°C and the effective cumulative temperature was 693.3 degree-days. The lower developmental threshold of approximately 3.8°C was the lowest at the fourth nymph stage.

Key words: *P. shantungensis*, Lower developmental threshold (LDT), Effective cumulative temperature (TC), Development

초록: 본 실험은 갈색날개매미충의 난과 채집시기별 부화율, 2011년부터 2014년까지 부화율과 부화시기, 그리고 발육에 미치는 온도의 영향을 조사하였다. 갈색날개매미충 알은 11월부터 익년 3월까지 채집시기가 늦어질수록 부화율이 높아지는 경향이 있으며, 부화기간은 차이가 없었다. 온도별 부화 소요기간은 15, 18, 21, 24, 27, 30°C에서 각각 51.2, 31.3, 24.8, 19.4, 17.1, 19.4일이었으며 18~27°C 범위에서 70% 이상의 부화율을 보였다. 전남 구례지역에서 갈색날개매미충 월동 알의 부화시기는 2011년보다 2014년에 9일이 빨라졌으며, 겨울철 평균온도가 높았던 해에는 부화율이 높아지는 경향이 있었다. 부화약충부터 5령 약충까지 온도별 발육기간은 18, 21, 24, 27°C(습도 40~70%, 광조건 14L:10D)에서 각각 82.8, 58.0, 45.8, 39.6일로 온도가 높을수록 발육기간은 짧아졌는데, 30°C에서는 4령 이후 모두 사멸하여 시험온도중 약충의 발육최적온도는 27°C이었다. 알에서부터 4령 약충까지의 온도와 발육속도와의 관계식은 $Y = 0.0015 X - 0.014$ 이며, 발육영점온도는 9.3°C, 유효적산온도는 693.3일도였다. 발육영점온도는 4령 약충이 3.8°C로 가장 낮았다.

검색어: 갈색날개매미충, 발육영점온도, 유효적산온도, 발육

*Corresponding author: [cgs1218@korea.kr](mailto:cds1218@korea.kr)

Received May 24 2016; Revised November 3 2016

Accepted November 7 2016

갈색날개매미충을 포함하는 큰날개매미충과(Ricaniidae) 곤충은 주로 열대와 아열대 동반구에 분포하며 40속 400여종이 있는데, *Ricania*속은 중국과 인도를 포함하여 아시아에 약 40종이 분포하는 것으로 알려져 있다(Xu et al., 2006). Fletcher (2008)는

호주에 존재하는 큰날개매미충과의 곤충 10속 29종에 대한 분류표를 작성하였으며, 그 중 *Scolytopa australis* (Walker)는 뉴질랜드와 호주의 키위농장에 심각한 피해를 주는 해충으로 분류하였다.

국내에서 갈색날개매미충(*P. shantungensis*)은 2010년에 처음으로 충남 공주와 예산의 사과와 블루베리에서 발생하기 시작하여 2011년에는 전남 구례 산수유 재배지역 286 ha에 발생하는 등 충북, 전북, 강원, 경남 등으로 급속히 발생지역이 확대되어 2013년 발생면적 718 ha에서 2015년에는 6,958 ha로 확대되었다(Choi et al., 2011; Choi et al., 2012). 갈색날개매미충의 기주식물은 목본류 32종, 초본류 19종을 포함한 51종으로 기주범위가 넓고 주로 산림 속에서 서식하기 때문에 방제관리가 잘 이루어지지 않을 뿐만 아니라, 성충은 날개를 이용하여 확산할 수 있으므로 과수원을 비롯한 각종 농작물에 피해가 점차 심해지고 있는 실정이다(Choi et al., 2012). 대표적으로 피해가 심한 과수는 사과, 블루베리, 복숭아, 단감, 산수유, 대추 등으로 효율적인 방제를 위하여 친환경 자재선발, 월동 난괴의 생태적 특성 및 부화시기 예측모델 설정 등의 연구가 국내에서 수행된 바 있다(Choi et al., 2011; Choi et al., 2012; Kang et al., 2013; Cho et al., 2013). Cho et al. (2012)는 갈색날개매미충에 대하여 백합 추출액은 기피효과가 있고, 누리장나무 추출물은 유인효과가 있다고 하였다. 최근에 Kim et al. (2015)은 갈색날개매미충이 국내에 43개 시군에서 관찰되고 기주식물은 62과 138종이며 중분포 예측모형 연구결과 여름철 강수량, 평균기온, 임상현황, 토지이용현황이 잠재 서식지에 영향을 미치는 중요한 요인이라 하였다. 갈색날개매미충의 방제방법은 부화 전에 산란된 가지를 제거하는 방법이지만 모든 산란가지를 제거하기는 어렵기 때문에 상대적으로 살충효과가 높은 부화 약충일 때가 방제적으로 알려져 있다. 합성농약은 모두 살충효과가 우수하였으며, 식물추출물 중에는 고삼과 데리스추출물에서 높은 살충율을 보였다. 갈색날개매미충 방제를 위하여 23종의 식물유래 기피물질들을 탐색한 결과 페퍼민트오일만 76%의 기피효과를 보였다(Ryu, 2015).

따라서 본 연구는 초기 발생지인 전남 구례에서 갈색날개매미충의 발생양상 변화와 온도가 발육에 미치는 영향을 조사하고자 난괴 채집시기별 부화율, 알의 온도별 부화율과 부화소요기간, 2011년부터 2014년까지 야외조건에서 부화시점과 부화율을 조사하였고, 약충의 온도별 발육기간을 조사하여 발육영점온도와 유효적산온도를 산출하여 방제의 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

채집시기에 따른 알 부화 패턴

월동중인 갈색날개매미충 알의 채집시기별 부화율을 조사하기 위하여 전남 구례군 산동면의 산수유 가지에 산란된 알덩어리를 2011년 11월부터 2012년 3월까지 매월 초에 1개월 간격으로 총 5회 채집하였으며, 채집한 가지는 신문지로 싸고 지퍼백에 넣어 4°C 저온저장고에 보관하였다가 3월 초에 채집한 알덩어리와 함께 부화시험을 실시하였다. 산란가지를 3~4개의 난괴가 포함될 수 있도록 절단하여 50 ml 팔콘튜브에 넣고 3 ml의 증류수를 넣어 가지 아래 절단면이 잠기도록 하고 뚜껑을 닫아 가지가 건조하지 않도록 하여 25°C 항온기에(14L:10D) 넣어 부화를 유도하였다. 매일 부화된 약충을 제거하며 일별 부화충수를 조사하였고 부화 완료 후 해부현미경으로 관찰하며 난괴부위를 절개하여 부화여부를 확인하여 부화율과 부화소요기간을 조사하였다. 또, 난괴 채집지인 구례 산동면 현지에서의 부화율도 6월 초에 채집하여 동일한 방법으로 조사하였다. 채집시기에 따른 부화소요일수와 부화율에 대하여 R 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 유의한 차이가 있는 경우 Duncan 검정을 실시하였다.

최근 갈색날개매미충 발생시기가 점차 빨라지고 있는데, 그 원인을 찾기 위하여 해충 발생에 가장 큰 환경요인인 온도와 연관성을 조사하였다. 전남지역에서 갈색날개매미충 피해가 처음으로 확인된 전남 구례의 산수유나무에서 2011년부터 2014년까지 4년 동안 월동 갈색날개매미충 알의 부화 시작시점과 부화율을 조사하였다. 매년 3월에 갈색날개매미충 알이 산란된 산수유 가지 10개를 햇빛이 잘 드는 쪽에서 선정하여 라벨을 붙이고 난괴 위와 아래에 끈끈이를 발라 부화하는 약충을 매일 확인하여 부화시점을 찾았으며, 부화가 완료되는 6월 15일 이후 가지를 채취하여 해부현미경하에서 산란부위를 절개하며 부화여부를 조사하였다. 또, 부화율과 부화시기에 온도가 미치는 영향을 조사하기 위하여 기상청(<http://www.kma.go.kr>)에서 구례와 가장 인접한 순천지역의 기상을 토대로 월동기인 11월부터 이듬해 5월까지의 월평균기온을 산출하였다.

알 부화와 발육에 미치는 온도의 영향

2012년 2월에 채집한 갈색날개매미충 난괴를 Multi thermo incubator (EYELA, MTI-201)의 15, 18, 21, 24, 27, 30°C (14L:10D) 조건에서 부화소요일수와 부화율을 조사하였다. 약충의 온도별 발육기간은 18, 21, 24, 27, 30°C, 습도 60 ± 10%,

광조건 14L:10D에서 시험하였다. 투명한 플라스틱 곤충사육 케이지(가로 6.0 cm × 세로 6.0 cm × 높이 9.5 cm)에 새순이 돋아난 짚레나무 가지를 6 cm로 절단하여 넣고 짚레나무 가지 아래는 증류수를 공급하여 건조를 예방하였다. 사육케이지에서 갓 부화한 약충을 전술한 용기에 한 마리씩 접종하여 온도별 10 반복으로 처리하였으며 매일 탈피여부를 확인하여 약충의 온도별 발육기간을 조사하였다. 온도별, 발육단계별 발육기간은 R 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 유의한 차이가 있는 경우 Duncan 검정을 실시하였다.

온도와 발육율과의 관계를 나타낸 선형모델은 R 프로그램을 이용하여 최소자승법(Cambell et al., 1974)을 사용하여 구하였다. 완전하게 발육하지 못한 30°C 성적은 제외한 18~27°C의 성적을 이용하여 분석하였다. 온도에 따른 알 및 약충의 영기별 발육률은 각 발육단계별 평균 발육기간의 역수로 변환하여 발육속도(1/발육기간)로 바꾼 후, 온도와 발육과의 직선회귀식을 구한 다음 이 식으로부터 발육속도가 0이 되는 온도(X절편)가 발육영점온도이며, 유효적산온도는 발육영점온도 이상의 일평균기온에서 발육영점온도를 뺀 후 소요일수를 곱하여 계산하였다(Park et al., 2013).

결과 및 고찰

채집시기에 따른 알 부화 패턴

갈색날개매미충 알의 채집시기에 따른 부화 소요기간은 약 18일 정도로 큰 차이는 없지만 3월에는 짧아지는 경향이었고 (F=2.669; df=4; P=0.0948), 부화율은 2011년 11월 51.2%에서 2012년 3월에 74.5%로 채집시기가 늦어질수록 부화율이 높아지는 경향이였다. 그러나 채집하지 않고 현지에 있었던 알은 91.7%가 부화하여 실내에서 시험하였던 모든 처리보다 월등히 높은 부화율을 보였는데, 이는 월동 중 치사율이 매우 낮았던 반면 시험처리 난괴는 4°C에서 장기간의 항온저장과 부화 시험을 하였던 항온기의 환적 즉 냉난방기 작동에 의한 소음, 바람, 전류의 흐름 등의 실내조건이 부화율 저조에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다(F=2.076; df=4; P=0.159) (Table 1).

항온처리 온도별 부화율은 통계적 유의성은 없었지만 (F=1.071; df=5; P=0.423), 18°C에서 27°C까지의 범위에서는 부화율이 70~74%로 비교적 균일하였지만, 저온과 고온 즉 15°C에서는 56%, 30°C에서는 59%로 부화율이 낮아지는 경향이였다. 또 부화하는데 소요기간은 15, 18, 21, 24, 27, 30°C에서 각각 51.2일, 31.3일, 24.8일, 19.4일, 17.1일, 19.4일로 온도

Table 1. Hatching rate and period of *Pochazia shantungensis* overwintering eggs collected at different times

Collection time ¹	No. of egg treated	Hatching rate (%)	Hatching period at 25°C (days, range)
2011. Nov.	664	51.3 ab ²	18.8 (15~24) a
Dec.	690	50.6 b	18.5 (15~24) ab
2012. Jan.	578	60.8 ab	18.7 (15~24) a
Feb.	334	62.7 ab	18.4 (16~22) ab
Mar.	462	72.0 a	17.0 (14~22) b
June (Field)	454	91.7	

¹Collected egg-mass from November to February stored at 4°C until March.

²Means with the same letter are not significantly different (a = 0.05).

Table 2. Hatching rate and period of *Pochazia shantungensis* at different temperature conditions (14h light : 10h dark)

Temp. (°C)	No. of egg treated	Hatching rate (%)	Hatching period (days, range)
15	953	56.2 a ¹	51.2 (40~59) a
18	796	75.2 a	31.3 (23~41) b
21	593	70.9 a	24.8 (20~34) c
24	439	72.9 a	19.4 (16~26) d
27	472	75.8 a	17.1 (14~21) d
30	744	58.6 a	19.4 (15~27) d

¹Means with the same letter are not significantly different (a = 0.05).

Table 3. Mean temperature during the egg stage, first hatching period, and hatching rate of *Pochazia shantungensis* in the natural conditions of the Gurye region, Jeonnam, Korea

Year	Mean temperature (°C)								First hatching time	Hatching rate (%)
	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Total		
2010/2011	6.5	1.3	-3.8	2.1	4.8	11.2	16.9	39.0	16 May	78.3
2011/2012	11.2	1.4	-0.5	-0.2	6.3	12.7	18.8	49.7	14 May	91.7
2012/2013	7.0	-0.4	-1.1	1.3	6.7	9.9	17.3	40.7	10 May	86.5
2013/2014	6.9	1.9	0.8	2.8	7.4	12.8	17.1	49.7	7 May	94.4

가 높아질수록 부화소요기간은 짧아지는 경향이며, 27°C에서 가장 짧았다. 따라서 부화율과 부화소요기간을 고려한 알의 발육최적온도는 24~27°C 범위였다(F=301.8; df=5; P<0.0001) (Table 2). Kang et al. (2013)에 의하면 충남 예산의 노지에서 평균 부화율은 19.6%로 2012년 구례의 부화율 91.7%보다 월등하게 낮았으며, 온도별 평균 부화율도 18°C에서 30.8%로 가장 높았는데 본 실험에서는 74%로 40% 이상의 차이를 보였는데 이는 월동기간 동안 지역간의 외부기온 차이에 의한 것으로 판단된다.

전남 구례지역에서 갈색날개매미충 알을 처음 발견하였던 2011년에는 5월 16일부터 부화하기 시작하였고 부화율은 78.3%였는데, 2014년에는 부화 시작시기가 5월 7일로 3년 동안에 9일이 빨라졌으며, 부화율은 94.4%로 높아졌다. 알의 부화시기 및 부화율과 온도와의 연관성을 분석하기 위해 구례와 가장 인접지역인 순천의 월평균기온을 조사한 결과 2010년 11월부터 2011년 5월까지 월평균기온을 모두 합한 온도가 39°C였는데, 2011/2012년 49.7°C, 2012/2013년 40.7°C, 2013/2014년 49.7°C로 2013년에는 다소 낮았지만 전반적으로 평균온도가 높아지는 경향이었으며, 또 온도가 높았던 2012년과 2014년은 부화율이 각각 91.7%와 94.4%로 높았던 반면 2011년과 2013년에는 비교적 낮아서 알의 월동기간에 온도가 높을수록 부화율은 높아지고 부화시기는 빨라지는 결과를 보였다(Table 3).

알 부화와 발육에 미치는 온도의 영향

갈색날개매미충 약충은 5회 탈피하여 성충이 되는데 18, 21, 24, 27°C에서 약충 발육기간은 각각 82.8일, 58.0일, 45.8일, 39.6일이 소요되었으며, 30°C에서는 4령 이후 모두 사망하여 정상적으로 발육하지 못하였다. 이 후에도 수차례 30°C에서의 발육시험을 반복하여 시도하였으나 정상적으로 성장시키지 못하였다. 이는 협소한 공간에 고온 지속에 의한 건조가 약충의 생장에 악영향을 미쳤던 것으로 판단된다. 모든 약충태는 18°C부터 27°C까지 온도가 높아질수록 발육기간은 짧아지는 경향이였다. 발육기간이 가장 짧았던 27°C에서 약충 각 영기별 발육일수는 1, 2, 3, 4, 5령이 각각 6일, 6.2일, 6.4일, 9.6일, 11.4일이 소요되어 성장할수록 발육기간은 점차 길어졌다. 30°C에서 완전히 발육하지 못하고 4령에서 모두 죽었지만 1령부터 3령까지의 발육기간이 27°C에 비해 더 길어진 것으로 보아 알과 약충의 발육최적온도는 27°C였다(F=450.2; df=3; P<0.0001) (Table 4). 온도시험 결과를 기초로 알에서 약충 발육단계별 온도와 발육속도와의 관계식, 발육영점온도, 유효적산온도를 구한 결과는 Table 5와 같다(F=161.33; df=1; P=0.0061). 알에서부터 약충까지의 발육영점온도는 9.5°C이고 유효적산온도는 682.0일도였다. 알, 1령, 2령, 3령, 4령, 5령 약충의 발육영점온도는 각각 0.4°C, 9.4°C, 6.3°C, 5.8°C, 3.9°C, 8.4°C로 월동태인 알의 발육영점온도가 가장 낮아 저온에 내성이 강하며, 약충은

Table 4. Developmental periods (Mean ± SD) of each nymph stage of *Pochazia shantungensis* at different temperature conditions, 40~70% relative humidity, and 14h light : 10h dark photoperiod

Temp. (°C)	Developmental periods (Days ± SD)					
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	Total
18	13.8 ± 0.45 a ¹	13.0 ± 0.71 a	12.8 ± 0.84 a	16.8 ± 0.84 a	26.4 ± 1.67 a	82.8 ± 2.17 a
21	11.0 ± 0.71 b	10.6 ± 0.55 b	12.4 ± 0.89 a	11.4 ± 0.89 b	12.6 ± 0.89 b	58.0 ± 2.00 b
24	8.0 ± 0.71 c	7.6 ± 1.14 c	7.4 ± 0.55 c	10.4 ± 1.14 bc	12.4 ± 0.89 b	45.8 ± 1.92 c
27	6.0 ± 0.0 d	6.2 ± 0.45 cd	6.4 ± 0.55 c	9.6 ± 1.34 c	11.4 ± 0.89 b	39.6 ± 1.95 d
30	6.2 ± 0.45 d	6.8 ± 0.84 d	7.3 ± 2.07 b	-	-	-

¹Means with the same letter are not significantly different (a = 0.05)

Table 5. Regression equation, lower developmental threshold (LDT), and effective cumulative temperature (Tc) of each developmental stage of *Pochazia shantungensis*

Developmental stage	Regression equation	F-value	P-value	LDT (°C)	Tc (degree day)
Egg	$Y = 0.00303 X - 0.0225$	1.183	0.0008	7.4	330.2
1 st	$Y = 0.01063 X - 0.1255$	75.5	0.0129	11.8	93.9
2 nd	$Y = 0.0097 X - 0.1015$	103.8	0.0095	10.5	103.4
Nymph					
3 rd	$Y = 0.0096 X - 0.1035$	19.1	0.0485	10.8	105.0
4 th	$Y = 0.0047 X - 0.018$	16.3	0.0561	3.8	216.9
5 th	$Y = 0.0051 X - 0.0425$	5.989	0.1342	8.3	206.0
Egg~Nymph	$Y = 0.0015 X - 0.014$	161.33	0.0061	9.3	693.3

5령을 제외하고 충체가 커질수록 온도가 낮아지는 경향이었다. 4령과 5령 약충이 30°C 에서 정상적으로 성장하지 못한 것은 상대적으로 좁은 항온기의 환경조건이 고온에서 해충발육에 부의 영향을 주었으며, 그로 인하여 선형회귀의 P값이 높아 신뢰도가 낮아졌는데, 신뢰도를 향상시킬 수 있는 자료를 얻을 수 있는 추가연구가 필요한 실정이다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청의 돌발해충 갈색날개매미충의 생태 조사 및 방제기술 개발(과제번호: PJ0116902016) 과제의 지원에 의해 수행되었음.

Literature Cited

Cho, S.H., 2013. Ecological characteristics and environmentally friendly control strategies of *Pochazia* sp. (Hemiptera: Ricaniidae). Chungnam national university. MS thesis pp. 38.

Cho, S.H., Park, M.W., Kim, S.H., Kwon, H.R., Sue, M.J., Yu, Y.M., Yun, Y.N., 2012. Attraction and avoid effect of *Pochazia* sp. using *Lilium* sp. and *Clerodendrum trichotomum*. Proceedings of 2012 Korean society of Applied Entomology. pp. 109.

Choi, D.S., Kim, D.I., Ko, S.J., Kang, B.R., Lee, K.S., Park, J.D., Choi, K.J., 2012. Occurrence ecology of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) and selection of environmental friendly agricultural materials for control. Korean J. Appl. Entomol. 51, 141-148.

Choi, Y.S., Hwang, 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.

Campbell, A., Frazer, B.D., Gilbert, N., Gutierrez, A.P. Markauer, M., 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. J. Appl. Ecol. 11, 431-438.

Fletcher, M.J. 2008. A key to the genera of Ricaniidae (Hemiptera: Fulgoromorpha) recorded in Australia with notes on the Australian fauna, including a new species of *Epithalamium Kirkaldy*. Aust. J. Entomol. 47, 107-120.

Kang, T.J., Kim, S.J., Kim, D.H., Yang, C.Y., An, S.J., Lee, S.C., Kim, H.H., 2013. Hatchability and temperature-dependent development of overwintered eggs of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae). Korean J. Appl. Entomol. 52, 431-436.

Kim, D.E., Lee, H.J., Kim, M.J., Lee, D.H., 2015. Predicting the potential habitat, and geographical distribution of *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 54, 179-189.

Park, C.G., Kim, K.H., Park, H.H., Lee, S.G., 2013. Temperature-dependent development model of white backed planthopper (WBPH), *Sogatella furcifera* (Horvath) (Homoptera: Delphacidae). Korean J. Appl. Entomol. 52, 133-140.

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. Korean J. Appl. Entomol. 9(5), 239-247.

Ryu, T.H., 2015. Essential oils with repellent effect against *Pochazia shatungensis* (Hemiptera: Ricaniidae). Chungnam national university. Ms.D paper

Xu, C.Q., Liang, A.P., Jiang, G.M., 2006. The genus *Euricania melichar* (Hemiptera: Ricaniidae) from China. Raffl. Bull. Zool. 54, 1-10.

KMA homepage. 2015. <http://www.kma.go.kr>