

# 참뽕부리긴노린재의 발육, 산란, 포식에 미치는 온도의 영향

김정환\* · 김황용<sup>1</sup> · 변영웅<sup>2</sup> · 최만영<sup>3</sup> · 강은진

농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과, <sup>1</sup>농촌진흥청, <sup>2</sup>농촌진흥청 기획조정관실 지식정보화담당관실, <sup>3</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 간척지농업과

## Effect of Temperature on the Development, Oviposition and Predation of the Bigeyed Bug, *Geocoris pallidipennis* Costa (Hemiptera: Lygaeidae)

Jeong-Hwan Kim\*, Hwang-Young Kim<sup>1</sup>, Young-Woong Byeon<sup>2</sup>, Man-Young Choi<sup>3</sup> and Eun-Jin Kang

Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

<sup>1</sup>Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

<sup>2</sup>Knowledge and Information Officer, Director General for Planning and Coordination, RDA, Suwon 441-707, Korea

<sup>3</sup>Reclaimed Land Agriculture Research Division, National Institute of Crop Science, RDA, Iksan 571-080, Korea

**ABSTRACT:** Developmental characteristics of *Geocoris pallidipennis* were investigated at a constant temperature (20±1, 25±1, 30±1, 35±1, 37.5±1 and 40±1 °C), under long day illumination 16:8 (L:D) and constant relative humidity (80±10%). From egg to adulthood, the lower developmental threshold and the effective accumulative temperature were 14.8°C and 399.1 day-degree, respectively. The experimental results at 35°C were as follows. The egg period was 5.6 days (hatchability: 81.1%) and the nymphal period was 14.3 days (1st: 3.2, 2nd: 2.2, 3rd: 2.7, 4th: 2.7, 5th: 3.6). Female longevity was 33.8 days and the oviposition period was 29.2 days. Total egg production was 111.2 eggs and the maximum daily egg production was 14.8 eggs (in 7th days). However, although some eggs and nymphs developed at 37.5°C, *G. pallidipennis* could not develop at 40°C. The total egg production at 40°C was only 22.1 eggs. When *G. pallidipennis* was fed on *Bemisia tabaci* pupae, daily prey consumption by nymphs (1st, 3rd and 5th) and adults was 1.9, 7.3, 18.7 and 29.5, respectively.

**Key words:** Natural enemy, *Geocoris pallidipennis*, Predation, Development, Oviposition

**초 록:** 참뽕부리긴노린재의 생물학적 특성을 조사하기 위하여, 온도 20±1, 25±1, 30±1, 35±1, 37.5±1, 40±1°C, 습도 80±10%, 광주기 16:8 (L:D)에서 발육실험을 실시하였다. 그 결과 알부터 성충우화까지의 발육영점온도는 14.8°C, 유효적산온도는 399.1일도였다. 35°C에서 조사한 결과를 정리하면 다음과 같다. 알 기간은 5.6일, 부화율은 81.1%, 약충 기간은 14.3일(1령 3.2, 2령 2.2, 3령 2.7, 4령 2.7, 5령 3.6일)이었다. 암컷 성충의 수명은 33.8일, 산란기간은 29.2일이었다. 총 산란수는 111.2개, 하루 최대산란수는 14.8개(7일차)였다. 알과 약충은 37.5°C까지만 발육하고 40°C에서는 발육하지 못했으며, 40°C에서 총 산란수는 22.1개였다. 참뽕부리긴노린재 1령, 3령, 5령, 성충의 담배가루이 번데기 하루 포식량은 각각 1.9, 7.3, 18.7, 29.5마리였다.

**검색어:** 천적, 참뽕부리긴노린재, 포식, 발육, 산란

참뽕부리긴노린재는 노린재목(Hemiptera) 긴노린재과(Lygaeidae) 딱부리긴노린재아과(Geocorinae)에 속하는 토착곤충이다. 현재 국내에는 참뽕부리긴노린재(*Geocoris pallidipennis*), 애딱부리긴노린재(*Geocoris proteus*), 큰딱부리긴노린재(*Geocoris*

*varius*), 닳은딱부리긴노린재(*Geocoris lynceus*), 딱부리긴노린재(*Hypogeocoris itenis*) 5종이 딱부리긴노린재아과에 속하는 것으로 기록되어 있다(Anonymous, 1994). 딱부리긴노린재아과는 가루이류, 나방류, 총채벌레류, 응애류, 진딧물류 등의 어린 유충이나 알을 포식하는 광식성 곤충이며(Saito et al., 2005; Mukawa et al., 2006), 대체로 큰 개체보다 작은 개체를 더 많이 포식한다(Carstens et al., 2008).

\*Corresponding author: kim9@korea.kr

Received August 13 2012; Revised November 6 2012

Accepted November 23 2012

야외에서 발생은 큰따부리긴노린재의 경우 성충으로 월동한 후 5월부터 나타나기 시작하여 7월까지 약충 시기이고 7월 하순에서 8월에는 성충이 된다. 주로 채집되는 식물은 들깨, 가지, 라벤다 등 12과 19종이나 특정식물에 대한 의존성은 낮은 것 같다(Mukawa et al., 2006). 생물학적 특징은 동일한 환경에서 같은 먹이를 제공하더라도 종에 따라 발육기간, 생존율, 산란수가 다르며(Dunbar and Bacon, 1972a, 1972b; Torres et al., 2004; Mansfield et al., 2007), 온도 24°C와 광주기 11:13(L:D)의 단일조건에서 휴면을 한다(Ruberson et al., 2001; Brannon et al., 2006).

작물에서 이용은 피망, 딸기에 발생한 총채벌레 방제를 위해 큰따부리긴노린재를 방사하여 효과를 구명하였고(Oida et al., 2007; <http://www.pref.tochigi.lg.jp>), 큰따부리긴노린재와 애따부리긴노린재는 딸기와 피망에서 활용이 가능한 천적으로 기대하고 있다(Saito et al., 2005). 주내분포를 보면 딸기에서 큰따부리긴노린재는 주로 상부엽에, 애따부리긴노린재는 상하부엽에서 비슷하게 채집되는 것으로 보아 종에 따라 서식장소의 선택성이 다를 가능성이 있다(Saito et al., 2005).

이번 연구의 대상이 된 참따부리긴노린재는 생물학적 특성이 거의 알려져 있지 않고, 천적으로서의 활용 가치에 대한 평가도 전혀 이루어져 있지 않다. 다만 2009년 경북 성주의 한 비닐하우스에서 참외에 대발생한 담배가루이의 밀도를 급격히 감소시킨 사례가 있어서, 참따부리긴노린재의 기본적인 생물학적 특성을 규명하고 천적으로서의 활용가치를 평가하는 연구를 수행하게 되었다.

## 재료 및 방법

### 실험곤충

실험에 사용한 참따부리긴노린재는 2009년 경상북도 성주군 성주읍 대황리의 참외 재배 농가에서 성충과 약충을 함께 채집하였다. 채집한 실험 곤충은 온도 27.5±1°C, 습도 80±10%, 광주기 16:8 (L:D)로 조절된 항온항습기에서 줄알락명나방 알을 먹이로 누대 사육하여 이용하였다.

### 알 기간 및 부화율

실험에 사용한 용기는 직경 9 cm × 높이 3 cm 크기의 투명 플라스틱 살레였다. 뚜껑에 직경 1.5 cm 크기의 구멍을 뚫어 공기유통을 좋게 하였고, 구멍을 미세한 망사로 막아 붙여 실험 곤충의 이탈을 막았다. 용기 내의 습도를 80±10%로 유지하기

위해 가로 3.5 cm × 세로 2 cm × 높이 1 cm 크기의 탈지면에 물을 촉촉이 적셔 케이지 내에 넣어 두었다.

알기간 및 부화율은 실험용기 내의 바닥에 직경 9 cm의 여과지를 놓고, 산란 1일 이내의 참따부리긴노린재 알을 용기 당 50~70개씩 넣어 온도별로 각각 7개의 용기에 총 개체수는 328~460개 범위이다. 실험온도는 20±1, 25±1, 30±1, 35±1, 37.5±1, 40±1°C와 광주기 16:8(L:D)로 조절된 항온기에 각각 처리하였다. 매일 현미경으로 부화할 알 수를 확인하고 부화약충과 난각은 다음 조사 시 혼동을 피하기 위하여 제거하였다. 현미경 조사 장소는 25±1°C로 조절된 사육실이며, 알 기간 조사를 위해 조사장소에 실험충이 노출된 시간은 1개의 온도 당 5~10분 정도 소요되었다.

### 약충 발육기간

실험에 사용한 용기는 위의 ‘알기간 및 부화율’ 실험에 사용한 용기와 같으며, 참외 잎을 직경 약 3 cm 정도 되게 원형으로 잘라서 공급하였다. 잎이 시들지 않도록 잎자루에 물을 적신 탈지면을 감아 용기 내에 넣어 실험 곤충에게 수분과 서식처를 제공하였다. 그런 다음 부화 1일 이내의 어린 약충을 실험용기 당 1마리씩 넣어 온도 20±1, 25±1, 30±1, 35±1, 37.5±1, 40±1°C와 습도 80±10%, 광주기 16:8(L:D)로 조절된 항온기에 각각 처리하였다. 처리 개체 수는 각 온도별로 100마리씩 처리하였다. 매일 현미경으로 약충의 탈피여부를 확인하여 영기를 구분하였으며, 탈피각은 다음 조사 시 혼동을 피하기 위하여 제거하였다. 현미경 조사 장소는 25±1°C로 조절된 사육실이며, 약충기간 조사를 위해 조사장소에 실험충이 노출된 시간은 1개의 온도 당 10~15분 정도 소요되었다. 먹이는 줄알락명나방 알을 매일 충분히 공급하였다.

### 발육영점온도 및 유효적산온도

발육영점온도는 사육온도별 평균 발육기간을 발육속도(1/발육기간)로 변환한 후 온도와 발육기간과의 직선회귀식을 구한 다음, 이 식으로부터 발육속도가 0이 되는 온도(X절편)를 계산하여 발육영점온도로 하였다. 유효적산온도는 (사육온도 - 발육영점온도) × 발육기간의 방법으로 산출한 후 5개 온도(20±1, 25±1, 30±1, 35±1, 37.5±1°C) 조건의 평균값을 구하였다.

### 성충 수명 및 산란수

실험에 사용한 용기는 위의 ‘알기간 및 부화율’ 실험에 사용

한 용기와 같고, 실험 용기 내에 식물체의 공급은 ‘약충 발육기간’ 시험과 같다. 산란을 유도하기 위하여 탈지면을 2 cm × 2 cm 크기로 잘라 실험 용기 내에 넣고, 성충으로 우화한 1일 이내의 암컷 1마리와 수컷 2마리를 1개의 실험 용기에 넣어 위의 실험과 같은 조건으로 처리하였다. 처리 개체 수는 각 온도별로 50마리씩 처리 하였으며, 매일 현미경으로 실험곤충의 생존여부와 실험용기 내에 산란한 알을 모두 조사하였다. 산란한 알은 다음 조사 시 혼동을 피하기 위하여 제거하였으며, 먹이로 줄알 락명나방 알을 매일 충분히 공급하였다. 현미경 조사 장소는 25±1℃로 조절된 사육실이며, 성충수명과 산란수 조사를 위해 조사장소에 실험충이 노출된 시간은 1개의 온도 당 10~15분 정도 소요되었다.

### 담배가루이 포식량

담배가루이의 성충 사육 케이지에 참외 묘를 넣고 하루 동안 산란을 받은 후 꺼내어, 다른 담배가루이의 오염이 없는 케이지에 넣어 실험에 필요한 태(알, 2~3령 유충, 번데기)까지 발육을 시켜 사용하였다. 포식실험에 사용한 용기는 직경 5.5 cm × 높이 1.5 cm 크기의 투명 플라스틱 용기였다. 뚜껑에는 직경 1 cm의 구멍을 뚫고 미세한 망사를 붙여 실험곤충의 이탈을 막고 공기유통을 좋게 하였다. 실험 용기 내에 10%로 희석한 한천 용액을 0.5 cm 높이로 붓고 굳힌 후 참외 잎의 뒷면에 산란된 가루이 알, 약충, 번데기가 약 50개(마리)가 되게 참외 잎을 잘라서 뒷면이 위로 향하도록 한천 위에 놓았다. 참딱부리진노린재는 24시간 동안 굶긴 후 실험에 이용하였다. 담배가루이가 접종된 실험 용기에 암컷 1마리씩 넣고, 온도 25±1, 30±1, 35±1, 40±1℃와 습도 80±10%, 광주기 16:8(L:D)로 조절된 향온기에 처리 하였다. 24시간이 지난 다음 참딱부리진노린재를 제거하

고 현미경으로 담배가루이 포식수를 조사하였다.

### 통계분석

통계분석은 JMP 8.0 (SAS Institute) 통계프로그램을 이용하였다. 알 기간, 부화율, 약충 발육, 산란수, 성충수명 등의 온도 간 차이를 알아보기 위해 일원배치분산분석 후 Tukey-Kramer 테스트를 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 알 기간 및 부화율

참딱부리진노린재의 알 기간 및 부화율을 20~40℃에서 조사한 결과, 알 발육기간은 20℃에서 20.3일로 가장 길었으며 37.5℃에서 5.0일로 가장 짧았다. 알 부화율이 가장 높았던 온도는 25℃에서 85.0%였고, 37.5℃에서 60.0%로 가장 낮았으며, 40℃에서는 전혀 부화하지 못하였다(Table 1). 유사한 연구결과로 Champlain and Sholdt(1967)는 *G. punctipes*에게 파밤나방 유충을 먹이로 제공하면 30℃에서 알기간이 7.1일이라고 하여 본 조사보다 0.65일 길었다. Dunbar and Bacon(1972b)은 potato tuber moth 유충을 먹이로 제공하여 조사한 결과, *G. atricolor*, *G. pallens*, *G. punctipes* 3종의 30℃에서 알기간은 각각 5.8, 5.6, 6.6일이었고 부화율은 각각 88.2, 84.8, 88.3%였으나, 37.8℃에서는 알이 부화하지 않았다고 하였다. 본 조사와 비교해 알기간은 약 0.8일 이내, 알 부화율은 약 8% 이내로 크게 차이가 나지 않았다. 37.8℃에서 부화하지 않았다고 하였는데, 본 조사에서도 37.5℃의 부화율이 60.0%로 급격히 떨어지는 것으로 보아 37~38℃가 넘으면 부화가 힘들어지는 것으로 추정된다.

**Table 1.** Egg period and hatchability of *Geocoris pallidipennis* at different temperatures

Temperature (°C)	Egg period		Hatchability	
	n	day±SE	n	%
20±1	333	20.26±0.08 d <sup>1)</sup>	418	79.61±1.93 a
25±1	345	13.24±0.06 c	406	84.94±1.93 a
30±1	411	6.45±0.04 b	328	80.07±1.93 a
35±1	451	5.61±0.05 a	365	81.07±1.93 a
37.5±1	275	4.98±0.02 a	460	59.97±1.93 b
40±1	430	0		0

<sup>1)</sup> Egg period (mean±SE) and hatchability (%) with same letters within the same columns are not significantly different by Tukey-Kramer test after one way ANOVA (p<0.05).

## 약충 발육기간

참딱부리긴노린재 1령부터 5령까지의 약충 발육기간을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 온도별 발육기간을 보면 20°C에서 52.6일로 가장 길었고, 37.5°C에서 12.4일로 가장 짧아 온도가 상승할수록 발육이 빨라지는 곤충의 일반적인 특성을 보였다. 40°C에서는 2령까지는 소수가 발육을 하였으나 3령부터는 전혀 발육을 하지 못하였다. 영기별 발육기간을 보면 5령 기간이 온도와 관계없이 가장 길었고, 그 다음은 1령 기간이 37.5°C를 제외한 모든 온도에서 길었다. 2~4령은 거의 유사한 것으로 나타났다. 딱부리긴노린재류의 약충 발육기간에 대한 기존 연구결과를 보면, *G. atricolor*, *G. pallens*, *G. punctipes*에게 potato tuber moth 유충을 먹이로 제공할 경우 30°C에서 각각 21.2, 16.4, 18.9일(Dunbar and Bacon, 1972b), *G. floridanus*에게 *Heliocoverpa zae* 알과 파밤나방(*Spodoptera exigua*) 유충을 먹이로 제공할 경우 26°C에서 각각 19.4일과 24.2일(Torres et al., 2004), *G. lubra*에게 왕담배나방(*Heliocoverpa amigera*) 알을 먹이로 제공할 경우 27°C에서 24.0일이라고 하였다(Mansfield et al., 2007). 또한 Champlain and Sholdt(1967)은 *G. punctipes* 약충에게 파밤나방 유충을 먹이로 제공하였는데, 40°C에서 생존하지 못한다고 하였다. 실험에 사용한 종이 다르고 먹이가 달라 직접적인 비교는 어렵지만 대체로 Dunbar and Bacon(1972b)와 Champlain and Sholdt(1967)가 *G. punctipes*는 약충 발육기간이 30°C에서 18.9일이지만 40°C에서는 생존하지 못한다고 하여 본 조사와 매우 유사한 것으로 나타났다.

생존율은 20°C에서 64.0%로 가장 높았으며, 30°C 이상의 온도에서는 15.7~28.4%로 매우 낮은 것으로 나타났는데, 이는 참딱부리긴노린재를 산업화하기 위해서는 생존율을 높이는 사육기술이 개발되어야 할 것으로 생각된다.

## 발육영점온도 및 유효적산온도

참딱부리긴노린재의 알과 약충의 발육영점온도(DT)와 유효적산온도(ET)는 알이 각각 14.5°C와 116.0일도이고, 약충(1령~5령)은 각각 15.0°C와 283.1일도였다. 알부터 약충기까지의 발육영점온도 14.8°C이고, 유효적산온도 399.1일도였다(Table 3). 애딱부리긴노린재와 큰딱부리긴노린재의 발육영점온도와 유효적산온도는 각각 16.2°C, 369.0일도와 13.9°C, 555.6일도라고 하였다(<http://www.pref.chiba.lg.jp>). 본 실험 중인 참딱부리긴노린재와 비교하면 발육영점온도는 각각 1.4°C와 0.9°C의 차이가 있었고, 유효적산온도는 각각 30일도와 156.5일도의 차이가 있었으며, 특히 큰딱부리노린재와 유효적산온도의 차이가 많은 것으로 나타났다.

## 성충 산란수 및 수명

참딱부리긴노린재 성충의 산란기간, 산란수, 수명을 조사한 결과, 실험온도 20, 25, 30, 37.5, 40°C에서 산란기간은 각각 68.3, 37.9, 28.3, 13.4, 6.5일 이었고, 성충수명은 93.1, 62.5, 39.2, 17.0, 9.3일로 낮은 온도에서 길었고, 높은 온도로 갈수록

**Table 2.** Nymphal developmental period and survival rate of *Geocoris pallidipennis* at different temperature

Temp. (°C)	Nymphal development period					Total	Survival rate (%)
	1 <sup>st</sup> instar	2 <sup>nd</sup> instar	3 <sup>rd</sup> instar	4 <sup>th</sup> instar	5 <sup>th</sup> instar		
20±1	12.92±0.18a <sup>2)</sup> (76) <sup>1)</sup>	8.21±0.12a	8.39±0.14a	9.71±0.19a	13.40±0.88a	52.63	63.95
25±1	6.32±0.11b (66)	5.23±0.08b	4.93±0.13b	5.87±0.09b	8.33±0.10b	30.68	56.09
30±1	4.31±0.08c (73)	3.30±0.13c	3.29±0.11c	3.59±0.10c	4.46±0.14c	18.95	15.66
35±1	3.16±0.04d (68)	2.17±0.08d	2.68±0.10d	2.73±0.11d	3.60±0.10c	14.34	28.41
37.5±1	2.17±0.04e (84)	1.88±0.06d	2.19±0.08d	2.44±0.12d	3.67±0.13c	12.35	16.67
40±1	3.34±0.09d (38)	3.40±0.37c	non-developed	non-developed	non-developed	-	-

<sup>1)</sup> Number of individuals tested.

<sup>2)</sup> Mean±SE. Means with the same letters within the same stage and different temperatures are not significantly different by Tukey-Kramer test after one way ANOVA (p<0.05).

**Table 3.** Developmental threshold (DT) and effective temperature (ET) of *Geocoris pallidipennis*

Stage	Regression	DT (°C)	ET (day-degree)
Egg	$y=0.0090x - 0.1305$ ( $R^2=0.96$ )	14.5	116.0
Nymph	1 <sup>st</sup> $y=0.0202x - 0.3532$ ( $R^2=0.93$ )	17.5	46.5
	2 <sup>nd</sup> $y=0.0240x - 0.3870$ ( $R^2=0.98$ )	16.1	40.9
	3 <sup>rd</sup> $y=0.0185x - 0.2543$ ( $R^2=0.99$ )	13.7	54.3
	4 <sup>th</sup> $y=0.0178x - 0.2569$ ( $R^2=0.99$ )	14.4	57.0
	5 <sup>th</sup> $y=0.0124x - 0.1670$ ( $R^2=0.94$ )	13.5	84.4
1 <sup>st</sup> →5 <sup>th</sup>	$y=0.0036x - 0.0541$ ( $R^2=0.99$ )	15.0	283.1
Egg + Nymph	$y=0.0026x - 0.0387$ ( $R^2=0.99$ )	14.8	399.1

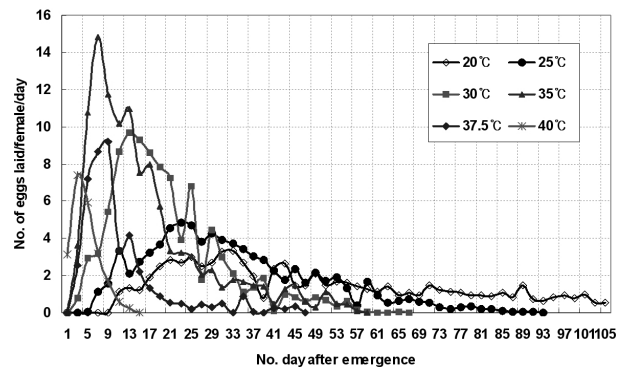
**Table 4.** Oviposition and longevity of *Geocoris pallidipennis* female adult at different temperatures reared on *Cadra cautella* egg

Temp. (°C)	n	Preoviposition period	Oviposition period	No. of egg laid	Female longevity
20±1	30	12.20±0.77 a <sup>1)</sup>	68.27±7.37 a	77.30±9.94 ab	93.13±8.15 a
25±1	29	7.62±0.66 b	37.93±3.85 b	79.78±11.98 ab	62.45±5.33 b
30±1	25	4.60±0.43 c	28.28±2.88 bc	95.32±14.95 a	39.20±3.04 c
35±1	31	2.19±0.21 de	29.22±2.53 b	111.19±10.99 a	33.80±2.76 cd
37.5±1	29	2.99±0.20 cd	13.38±1.59 cd	43.66±4.90 bc	17.00±1.75 de
40±1	26	0.50±0.13 e	6.46±0.55 d	22.11±2.19 c	9.30±0.59 e

<sup>1)</sup>Mean±SE. Means with the same letters within the same columns are not significantly different by Tukey-Kramer test after one way ANOVA ( $p<0.05$ ).

짧아졌다. 산란수는 온도에 따라 차이가 많았는데 35°C에서 111.2개로 가장 많이 산란하였고, 40°C에서 22.1개로 가장 적게 산란하였으며, 대체로 30~35°C에서 가장 많이 산란하는 경향이였다. 특히 40°C에서 약충은 발육하지 못하였지만 성충은 22.1개를 산란하였다(Table 4). Torres et al.(2004)은 *G. floridanus*에게 *Heliocoverpa zae* 알과 파밤나방 유충을 먹이로 제공한 결과 성충 수명이 26°C에서 각각 71.7일과 52.9일이라고 하였다. 본 조사의 25°C에 비하여 *Heliocoverpa zae* 알 먹이에서는 9.2일 길었지만, 파밤나방 유충 먹이에서는 9.6일 짧은 것으로 나타났다. Dunbar and Bacon(1972a)은 *G. punctipes*에게 6종류의 먹이를 공급하였는데 potato tuber moth 알과 green beans을 함께 먹이로 제공한 처리에서 성충 산란수가 30°C에서 263.8개로 가장 많았다고 하였다. Mansfield et al.(2007)은 *G. lubra*에게 왕담배나방 알을 먹이로 제공하여 27°C에서 산란수가 105.9개라고 하였다. 본 실험 중의 산란수에 비해 전자는 168.5개, 후자는 25°C에 비해 26.1개를 많이 산란하는 것으로 나타났는데, 본 실험 충과 종이 다르고 먹이 또한 다르기 때문에 직접적인 비교는 어려울 것으로 생각되어진다.

참파부리긴노린재 성충의 온도에 따른 일별 산란수를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 온도별로 우화 후 산란하는 기간은 20°C

**Fig. 1.** Daily oviposition trend of *Geocoris pallidipennis* reared at six different temperatures

가 105일로 가장 길었고, 40°C가 15.0일로 가장 짧아 온도가 높을수록 산란하는 기간도 짧아지는 곤충의 일반적인 현상을 보였다. 각 온도별로 하루 중 가장 많은 산란수를 보인 온도와 기간은 35°C에서 7일차(14.8개), 30°C에서 13일차(9.7개), 37.5°C에서 9일차(9.2개), 40°C에서 3일차(7.4개), 25°C에서 23일차(4.8개), 20°C에서 33일차(3.3개) 순으로 나타났다. 우화 후 전체 산란수의 50%를 산란하는 기간은 20, 25, 30, 35, 37.5, 40°C에서 각각 43, 29, 17, 13, 9, 3일이었다.

### 참뽕부리긴노린재의 담배가루이 포식량

참뽕부리긴노린재 영기별로 담배가루이 알, 유충, 번데기를 가장 많이 포식한 온도는 1령 약충의 경우 35, 40, 35°C로 각각 5.2, 4.7, 3.1마리를, 3령 약충은 35, 35, 40°C로 각각 7.9, 15.5, 14.2마리를, 5령 약충은 35, 40, 35°C로 각각 1.6, 28.6, 31.6마리를, 성충은 35, 40, 40°C로 각각 3.5, 41.2, 63.3마리를 포식하였다(Table 5). 대체로 35~40°C에서 가장 많이 포식하였는데, 이는 온도가 높아 충의 발육이 빨라짐으로 에너지를 많이 소비하기 때문으로 생각된다. 참뽕부리긴노린재 영기별로 담배가루이 알, 약충, 번데기의 포식량 평균은 1령 약충은 각각 4.6, 3.1, 1.9개를, 3령 약충은 각각 3.3, 11.9, 7.3마리를, 5령 약충은 각각 0.9, 23.0, 18.7마리를, 성충은 각각 1.1, 22.3, 29.5마리를 포식하였다(Table 5). 참뽕부리긴노린재의 포식특성을 보면 1령과 3, 5령 약충은 담배가루이의 알이나 약충을 선호하고, 몸의 크기가 큰 성충은 담배가루이 번데기를 선호하는 것으로 나타났다. Oida et al.(2011)은 큰뽕부리긴노린재와 애뽕부리긴

노린재를 점박이용애, 꽃노랑총채벌레, 목화진딧물 등에 대한 포식수를 비교하였는데 큰뽕부리긴노린재의 포식률이 높았고, Oyamada et al.(2007)은 큰뽕부리긴노린재 1령이 정상적인 발육을 위해서는 꽃노랑총채벌레 2령을 하루에 2마리를 포식해야 한다고 하였다. 담배가루이에 대한 포식력을 조사한 보고가 없어 비교는 할 수 없지만 우수 천적의 선발 측면에서 보면 국내에 서식하는 5종의 뽕부리긴노린재 아과에 속한 종들에 대한 해충별 포식력 비교가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구를 통하여 참뽕부리긴노린재 약충은 37.5°C까지 발육이 가능하고, 성충은 40.0°C에서 발육과 산란이 가능한 것으로 밝혀졌다. 우리나라 온실들의 대부분이 7월~9월경에 35.0°C 이상의 고온을 나타내고 있지만, 현재 국내에서 사용되고 있는 거의 모든 천적은 35.0°C 이상에서 정상적인 활동을 하지 못하는 것으로 알려져 있어 천적이용이 매우 어려운 실정이다. 따라서 우리나라 하절기 높은 온도조건에서도 적응이 가능한 참뽕부리긴노린재의 실용화를 검토할 만한 것으로 평가된다. 향후 해충별 방제 능력과 작물별 정착가능 여부에 대한 추가적인 포장평가가 필요하다.

**Table 5.** Daily consumption of *Bemisia tabaci* by *Geocoris pallidipennis*

Temp (°C)	<i>G. pallidipennis</i>	No. of <i>B. tabaci</i> consumed by a <i>G. pallidipennis</i>		
		Egg	Larva (2 <sup>nd</sup> -3 <sup>rd</sup> )	Pupa
25±1	1 <sup>st</sup> instar	4.61±1.25(38) <sup>1)</sup> a <sup>2)</sup>	2.40±0.51(30) b	1.11±0.25(27) b
	3 <sup>rd</sup> instar	1.50±0.56(34) b	8.00±1.19(31) b	2.38±0.43(32) b
	5 <sup>th</sup> instar	0.65±0.18(29) b	14.67±2.42(30) a	4.48±0.89(31) b
	Adult	0.55±0.22(27) b	8.39±2.06(28) b	16.86±2.53(28) a
30±1	1 <sup>st</sup> instar	3.24±1.41(21) a	1.93±0.41(16) c	1.91±0.46(22) b
	3 <sup>rd</sup> instar	1.89±0.56(28) ab	9.30±1.41(23) bc	6.71±2.09(17) b
	5 <sup>th</sup> instar	0.81±0.39(26) ab	19.71±4.07(31) a	9.25±2.64(20) b
	Adult	0.38±0.21(50) b	17.67±4.53(21) ab	19.23±3.41(31) a
35±1	1 <sup>st</sup> instar	5.17±1.47(35) ab	4.34±1.11(26) b	3.07±0.44(27) b
	3 <sup>rd</sup> instar	7.92±2.90(28) a	15.45±1.90(31) ab	6.46±1.46(30) b
	5 <sup>th</sup> instar	1.60±0.65(38) b	28.53±6.05(30) a	31.63±4.66(30) a
	Adult	3.51±1.45(35) ab	26.39±3.94(31) a	36.80±3.03(32) a
40±1	1 <sup>st</sup> instar	4.70±1.14(30) a	4.70±0.67(30) c	1.45±0.31(24) c
	3 <sup>rd</sup> instar	2.50±0.71(32) ab	14.20±2.39(29) c	14.17±2.02(28) b
	5 <sup>th</sup> instar	0.29±0.13(31) b	28.60±3.83(33) b	28.08±5.73(26) b
	Adult	0.09±0.06(32) b	41.21±4.99(19) a	63.30±8.62(13) a
Mean	1 <sup>st</sup> instar	4.55±0.54(124) a	3.05±1.73(102) c	1.90±1.76(100) c
	3 <sup>rd</sup> instar	3.32±0.54(122) a	11.86±1.64(114) b	7.29±1.70(107) c
	5 <sup>th</sup> instar	0.88±0.54(124) b	22.99±1.57(124) a	18.71±1.70(107) b
	Adult	1.11±0.50(144) b	22.29±1.76(99) a	29.51±1.72(104) a

<sup>1)</sup> Number of individuals tested.

<sup>2)</sup> Mean±SE. Means with the same letters within the same columns are not significantly different by Tukey-Kramer test after one way ANOVA (p<0.05).

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구과제인 ‘토착천적의 탐색 및 이용 기술 개발(과제번호: PJ006855)’을 수행한 결과로 작성되었습니다. 그동안 실험수행 과정에서 많은 도움을 주신 이미숙 선생님께 감사의 뜻을 포함합니다.

## Literature Cited

- Anonymous, 1994. Check list of insect from Korea (The Entomological society of Korea and Korea society of applied entomology). Kon-Kuk university press, Seoul, Korea. pp.744.
- Brannon, S.L., Decker, K.B., Yeargon, K.V., 2006. Photoperiodic induction of reproductive diapause in the predator *Geocoris uliginosus* (Hemiptera: Geocoridae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 99(2), 300-304.
- Carstens, J.D., Baxendale, F.P., Heng-moss, T.M., Wright, R.J., 2008. Predation of the chinch bug, *Blissus occiduus* Barber (Hemiptera: Blissidae) by *Geocoris uliginosus* (Say) (Hemiptera: Lygaeidae). *J. Kansas Entomol. Soc.* 81, 328-338.
- Champlain, R.A., Sholdt, L.L., 1967. Temperature range for development of immature stages of *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 60, 883-885.
- Dunbar, D.M., Bacon, O.G., 1972a. Feeding, development, and reproduction of *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) on eight diets. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 65, 892-895.
- Dunbar, D.M., Bacon, O.G., 1972b. Influence of temperature on development and reproduction of *Geocoris atricolor*, *G. pallens*, and *G. punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) from California. *Environ. Entomol.* 1, 596-599.
- [http://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/shikenkenkyuu/documents/22\\_8.pdf](http://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/shikenkenkyuu/documents/22_8.pdf)
- <http://www.pref.tochigi.lg.jp/g59/work/nougyou/keiei-gi-jyutsu/nougyou-s2.html>
- Mansfield, S., Scholz, B., Armitage, S., Johnson, M.L., 2007. Effects of diet, temperature, and photoperiod on development and survival of the bigeyed bug, *Geocoris lubra*. *BioControl* 52, 63-74.
- Mukawa, S., Goto, C., Simoda, T., Kobori, Y., Murata, M., Suzuki, Y., Yano, E., Oida, H., Kadono, F., 2006. Life history of *Piocoris varius* (Hemiptera: Lygaeidae) in Ibaraki and Chiba, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 50, 7-12.
- Oida, H., Kadono, F., 2011. Prey consumption by *Geocoris varius* and *G. proteus* (Hemiptera: Geocoridae) provided with horticultural major pests in greenhouses. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 55, 217-225.
- Oida, H., Kadono, F., Goto, C., Kobayashi, S.N., 2007. Biological control of *Frankliniella intonsa* and *F. occidentalis* by the polyphagous predator, *Piocoris varius* (Hemiptera: Geocoridae) on sweet pepper in greenhouse. *Annu. Rep. Kanto-Tosan Plant Prot. Soc.* 54, 139-142.
- Oyamada, K., Shimoda, T., Suzuki, Y., Goto, C., 2007. Survival and development of the first instar larvae of the big-eyed bug, *Piocoris varius* (Uhler) fed on different amounts of the second instar larvae of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Annu. Rep. Kanto-Tosan Plant Prot. Soc.* 54, 105-108.
- Ruberson, J.R., Yeargon, K.V., Newton, B.L., 2001. Variation in diapause responses between geographic populations of the predator *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Geocoridae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94(1), 116-122.
- Saito, N., Shimoda, T., Goto, C., Nomura, M., Yano, E., 2005. Effects of plants on the foraging behavior of polyphagous natural enemies, *Piocoris varius* (Uhler) and *Geocoris proteus* Distant (Hemiptera: Lygaeidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 49, 231-236.
- Torres, J.B., Silva-Torres, C.S.A., Ruberson, J.R., 2004. Effect of two prey types on life-history characteristics and predation rate of *Geocoris floridanus* (Hemiptera: Geocoridae). *Environ. Entomol.* 33, 964-974.