

들깨 앞에서 목화진딧물(*Aphis gossypii* Glover)과 들깨진딧물(*Aphis egomae* Shinji)의 온도발육 및 금산지역 잎들깨 시설하우스에서 발생소장

최용석 · 박덕기¹ · 한광섭 · 최광렬²

충남농업기술원, ¹바이인섹트㈜, ²충남대학교 응용생물전공

Temperature-dependent Development of *Aphis gossypii* Glover and *Aphis egomae* Shinji on Leaves of Green Perilla and Their Seasonal Abundance Patterns in Protected Greenhouse in Guemsan, Korea

Yong-Seok Choe*, Deok-Gi Park¹, Han Kwang Seop and Kwang Ryul Choe²

Bioenvironment Research Division, Chungnam Agricultural Research & Extension Services Yesan, 340-861

¹Byeinsect Co. LTD., Kongju National Univ. #218, Bl., Kongju-si, Chungnam, 314-701

²Department of Applied Biology, Chungnam National Univ. Daejeon, 305-764

ABSTRACT : Temperature-dependent development studies of two aphid species, *A. egomae* and *A. gossypii* occurring in green perilla greenhouse were conducted at 15~35°C, and 16:8 (L:D h) of light period in the laboratory. The mortality of two aphid species was high in young stages (1st and 2nd). In *A. egomae*, the mortality increased with increasing and decreasing temperature: the mortality at 15°C and 35°C were 22.3% and 15.6%, respectively. While the mortalities of *A. gossypii* increased with increasing temperature: the mortality at 35°C was 50.0%. The developmental periods of *A. egomae* and *A. gossypii* ranged from 20.8days to 5.4days and from 22.6days to 9.1days at 15°C to 30°C of temperature resion, respectively, and were 7.2days and 10.7days at 35°C for each species. The lower developmental threshold temperatures for total nymphs of *A. egoame* and *A. gossypii* were 9.9°C and 4.9°C, respectively and an effective degree-days (DD) for the developmental completion of total nymph were 108.0 DD for *A. egomae* and 221.2DD for *A. gossypii*. In green perilla greenhouse, the occurrence period of *A. gossypii* was earlier about 15 days than that of *A. egomae*. When the occurrence period of two aphid species was estimated by degree-days based on lower threshold temperatures, *A. gossypii* occurred earlier than *A. egomae* in the field. *A. gossypii* occurred from early April and showed dominant position to late May compared with *A. egomae*. Whereas, *A. egomae* started to occur from mid April and then were abundant after late May followed by abrupt population crash around late July.

KEY WORDS : *Aphis gossypii*, *Aphis egomae*, Developmental Period, Mortality, Lower Threshold Temperature, Effective Degree-Day

초 록 : 잎들깨 시설하우스에서 발생하는 들깨진딧물과 목화진딧물의 발육실험은 15~35°C, 광주기 16:8(L:D h)에서 수행하였다. 진딧물 약충의 사망률은 초기 1-2령충이 대부분을 차지하였고, 온도의 상승에 따라 사망률이 높아져 35°C에서 들깨진딧물과 목화진딧물의 전체약충 누적사망률은 각각 15.6%와 50.0% 였다. 들깨진딧물의 경우 35°C에서 령기별 사망률에 큰 차이는 없었으나, 목화진딧물의 경우 고온에서 1-2령충보다 3-4령충의 사망률이 각각 12.2%와 15.6%로 높았다. 들깨진딧물과 목화진딧물 전체약충의 온도별 발육기간이 15-30°C까지 온도의 상승에 따라 각각 20.8~5.4일, 22.6~9.1일로 짧아지

*Corresponding author. E-mail: ipmento92@dreamwiz.com

는 경향을 보였고, 고온의 영향을 받은 것으로 생각되는 35°C에서는 오히려 발육기간이 각각 7.2일, 10.7일로 길어졌다. 발육영점온도는 들깨진딧물이 9.9°C, 목화진딧물이 4.9°C였고, 유효적산온도는 들깨진딧물이 108.0일도, 목화진딧물이 221.2일도 였다. 잎들깨 시설하우스에서의 발생시기는 목화진딧물이 들깨진딧물보다 약 15일 정도 빨랐다. 목화진딧물은 4월 초순에 발생하여 5월 하순 발생최성기를 보였고 들깨진딧물은 4월 중순 발생하여 7월 상순 발생최성기를 보였다.

검색어 : 목화진딧물, 들깨진딧물, 발육기간, 사망률, 발육영점온도, 유효적산온도

중부지방인 금산지역의 잎들깨 시설재배지에서 발생하고 있는 두 진딧물인 목화진딧물과 들깨진딧물의 온도별 발육특성과 발육영점온도, 유효적산온도를 밝히고 포장내 발생소장조사가 행해졌다. 목화진딧물(*Aphis gossypii*, cotton aphid, melon aphid)은 열대, 아열대 및 온대에 걸쳐 널리 분포하며 온대지역의 채소와 과수포장 및 온실에도 존재한다(Leclant and Dequine, 1994). 우리나라의 경우 약 50종의 기주식물이 기록되었으며 약 45종의 각종 바이러스병을 매개하는 것으로 보고되어있다(Paik, 1972). 목화진딧물의 생활사는 온대지역에서는 알로 겨울을 나며 갓 낳은 알은 노란색이지만 곧 밝은 검정색이 된다. 일반적으로 개오동나무류 또는 장미에 산란을 하여 월동하는 것으로 알려져 있다(Capinera, 2000). 우리나라에서는 무궁화, 부용, 석류나무 등에서 수정난 상태로 월동하며 4월 상순부터 부화를 시작해서 4월 하순-5월 상순에 부화를 끝낸다(Shim *et al.*, 1979). 목화진딧물의 발육단계는 약충을 4단계로 나누고 마지막 탈피하여 생식할 수 있는 성충이 된다고 하였다(Akey and Butler, 1989). 목화진딧물의 발육최적온도는 28°C로 보고되었고(Isely, 1946). 굴류에서는 29.7°C로 보고한 Komazaki (1982), 27°C로 보고한 Liu and Perng (1987)이 있다. 들깨진딧물은 Lee *et al.* (2002)에 의하여 *Aphis egomae* Shinji로 신칭되었으며, 이들에 대한 생물학적 연구는 이루어져 있지 않았다. 들깨진딧물의 발생시기는 4월 중순부터이며 7월까지 잎들깨에서 심한 피해를 주고 7월 하순 밀도가 줄어들었다가 8월 하순부터 다시 밀도가 증가하는 경향을 보인다. 이들이 가해하는 기주 종류에 대한 연구는 없으나 같은 속인 차즈기(*Perilla arguta* Benth.)에도 발생하는 것으로 관찰되었다. 들깨진딧물의 발육단계도 목화진딧물과 마찬가지로 약충이 4단계로 구성되어 있으며 마지막 탈피하여 생식할 수 있는 성충이 된다.

본 실험은 다양한 숙주 범위와 피해를 주고 있는 목화진딧물과 들깨에만 주로 피해를 주는 들깨진딧물의 발생정도의 차이와 온도 의존적 발육형태에 관한 결과를 보고한다.

재료 및 방법

진딧물 사육

진딧물은 2002년 충청남도 금산군 추부면 일대에서 채집한 들깨진딧물과 목화진딧물을 충청남도농업기술원 실험실로 옮겨와 누대사육하였다. 진딧물은 직경 12 cm, 높이 12 cm의 플라스틱 포트에 들깨(*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA)를 파종하여 30일이 경과한 들깨에서 목화진딧물과 들깨진딧물을 사육하였다.

발육기간과 발생소장

들깨진딧물과 목화진딧물의 발육실험은 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C의 온도와 광주기 16L:8D에서 수행하였으며 직경 5 cm의 페트리디쉬에 4 cm²의 사각솜을 깔고 증류수가 흐르지 않을 정도로 수분을 공급하였고, 그 위에 직경 3 cm로 자른 들깨 잎디스크를 아래 면이 위로 향하게 놓았다. 진딧물 성충을 파종 후 30일된 들깨에 접종하고 12시간 동안 받은 자손(1령충)을 직경 3 cm의 들깨잎 디스크에 1마리씩 접종하였으며 진딧물 1마리가 포함된 페트리디쉬 30개를 온도별로 처리한 후 12시간 간격으로 진딧물의 탈피각을 조사함으로써 발육단계별 발육기간을 조사하였다. 발육단계별 온도에 의한 사망률의 정확한 조사를 위하여 1개의 페트리디쉬에 1마리의 령기별 진딧물을 접종하고 30개의 페트리디쉬를 1반복으로 하여 성충이 될 때까지 령기별 사망률을 조사하였고 3반복 실시함으로써 진딧물의 발육단계에 대한 온도별 총 90마리의 진딧물을 조사하였다. 실험도중 물에 빠져 죽은 진딧물은 사망수에서 배제하였고 갈변하여 자연사망한 것을 사망수로 조사하였다.

목화진딧물과 들깨진딧물의 포장내 발생소장을 조사하기 위하여 2004년과 2005년에 걸쳐 잎들깨 반숙성재배기간인 3월부터 10월까지 7~10일 간격으로 조사하였다. 잎

들깨는 진딧물에 의해 피해를 받으면 잎이 오그라들어 그 속에 존재하는 진딧물의 밀도를 측정하기란 쉽지 않았으며 진딧물이 3-4 마리만 있어도 잎이 오그라 드는 현상을 보이기 때문에 진딧물의 발생소장을 피해주울로 조사하였다.

데이터 분석

진딧물들의 약충 발육기간, 사망률에 대하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며 평균간 비교는 LSD를 이용하였다(유의수준 5%).

온도에 따른 발육기간은 직선회귀모형을 이용하여 분석하였다. 직선회귀모형은 온도별 발육기간의 역수를 취하여 온도별 발육속도로 바꾼 후 온도와의 직선회귀식을 구하고, 이 식으로부터 발육속도가 0이 되는 온도를 발육 영점온도로 하였으며, 유효적산온도는 구해진 회귀식에서 기울기의 역수값을 취하여 구하였다.

결과 및 고찰

약충 사망률

들깨진딧물과 목화진딧물의 약충 사망률은 15°C에서 35°C까지 조사했을 때, 어린 약충인 1-2령충의 사망률이 대부분을 차지하였고, 온도가 증가할수록 사망률이 점차적으로 증가하여 목화진딧물의 경우 35°C에서 1~4령충까지의 각 령기별 12.2%, 10.0%, 12.2%, 15.6%로 1-2령충의 사망률보다 3-4령충의 사망률이 높게 나타났다. 목화진딧물의 경우 Kim *et al.* (2004)이 보고한 1-2령충이 44%,

3-4령충이 56%의 사망률을 보인 것보다는 낮은 사망률을 보이긴 하였으나 3-4령충의 사망률이 더 높은 것과는 일치하였다. 또한 Kersting *et al.* (1999)는 15°C와 30-35°C의 변온조건에서 사망률이 높게 나타났는데, 이것은 고온 조건이 목화진딧물의 발육에 부의 영향을 주었다는 것을 의미한다고 설명하였다. 본 실험에서는 목화진딧물은 30°C이하의 온도에서 낮은 사망률을 보였다. 들깨진딧물의 경우 온도가 높을수록 다소 높은 사망률을 보이기는 하였으나 유의성은 없는 것으로 보아 고온에서 잘 적응하는 것으로 보이며, 오히려 저온인 15°C에서 1령충이 14.4%의 높은 사망률을 보여 저온에서 어린 약충이 잘 적응하지 못하는 것으로 보인다(Table 1). 또한 들깨진딧물과 목화진딧물의 누적 사망률에 있어서 목화진딧물은 고온으로 갈수록 높은 사망률이 보여 35°C에서 50%의 사망률을 보인 반면 들깨진딧물은 저온인 15°C에서 22.3%의 사망률을 보여 저온에서의 사망률이 높았다.

약충 발육기간

Shim *et al.* (1979)은 목화진딧물의 약충이 3회 탈피한 후 성충이 된다 하였으나 Akey and Butler (1989)는 약충을 4단계로 나누어 1령, 2령, 3령, 4령이라 하였다. 실험결과 들깨진딧물과 목화진딧물은 4회 탈피 후 네번째 탈피한 개체가 생식할 수 있는 성충이었다. 들깨진딧물과 목화진딧물의 전체약충 발육기간은 30°C에서 각각 5.4일과 9.1일로 가장 짧았고, 들깨진딧물이 목화진딧물보다 약 3.7일 더 짧은 것으로 조사되었다. 15°C에서 30°C까지 온도의 증가에 따라 두 진딧물 약충의 발육기간은 짧아지는 경향을 보였으나, 35°C에서는 발육기간이 각각 7.2일

Table 1. Stage-specific mortality (%), Mean±SD) of *A. egomae* and *A. gossypii* at different temperatures.

Temp. (°C)	n	Instar				Total
		1st	2nd	3rd	4th	
<i>Aphis egomae</i>						
15	90	14.4±5.09a	5.6±5.09a	2.2±1.92a	1.1±1.92a	22.3±8.82a
20	90	7.8±1.92ab	4.4±1.92a	0a	0a	12.2±3.85ab
25	90	2.2±1.92b	0a	0a	0a	2.2±1.92b
30	90	6.7±3.33ab	3.3±0.00a	1.1±1.92a	1.1±1.92a	12.2±1.92ab
35	90	5.6±1.92ab	3.3±3.3a	3.3±3.3a	3.3±0.00a	15.6±5.09ab
<i>Aphis gossypii</i>						
15	90	3.3±3.33b	2.2±1.92ab	1.1±1.92b	0b	6.7±6.67b
20	90	6.7±3.33ab	1.1±1.92b	1.1±1.92b	0b	8.9±1.92b
25	90	4.4±1.92b	2.2±3.85ab	0b	0b	6.7±5.77b
30	90	8.9±1.92ab	8.9±1.92ab	10.0±3.33a	5.6±5.09b	33.3±8.82a
35	90	12.2±1.92a	10.0±3.33a	12.2±3.85a	15.6±3.85a	50.0±3.33a

Means followed by same letter in a column for each species of aphid are not significantly different by LSD at 5%. n is the number of aphid.

과 10.7일로 길어졌다. 두 진딧물의 발육기간이 25°C 이하에서는 유의성이 인정되나 30°C 이상에서는 유의성이 없었다. 두 진딧물 모두 1-4령충과 전체약충 모두 P값이 0.01보다 작으므로 1%의 유의성이 인정되었다(df=4, F=132.69, P<0.0001). 목화진딧물의 경우, Kersting *et al.* (1999)은 15°C에서 12.0일 30°C에서 4.5일이라고 하였고, Kerns and Stewart (2000)는 21°C에서 발육기간이 5.7-6.3일이라 하였으며, 10°C에서 25.2일, 25°C에서 5.4일이라고 한 Liu *et al.* (2000)과 10°C에서 24.6일, 27.5°C에서 5일이라고 한 Akey and Butler (1989)가 있으며, Komazaki (1982)는 최적온도가 29.7°C, Isely (1946)는 28°C라 하였다. 또한 Shim *et al.* (1979)은 야외 포장에서 목화진딧물의 발육을 조사했을 때 발육기간이 8.04일이라 하였다. 본 실험에서는 30°C에서 9.1일로 전약충과 후약충으로 구분하여 조사된 다른 발육기간과 비교될 수 없었으나 야외

포장에서 발육기간을 조사한 Shim *et al.* (1979)의 8.04일과 가장 유사하였다. 목화진딧물의 발육최적온도는 발육기간이 가장 짧고 사망률이 낮은 25°C와 30°C 사이에 존재할 것으로 사료되며 이는 Komazaki (1982), Isely (1946), 그리고 Kim *et al.* (2004)의 결과와 일치하였다. 들깨진딧물의 경우, 다른 연구결과가 없어 비교할 수 없었고, 온도가 증가할수록 발육기간이 짧아지는 경향이나, 35°C에서는 7.2일로 30°C의 5.4일보다 길어지는 것으로 보아 일반적인 발육양상과 유사하였다. 특히 15°C에서 20.8일, 20°C에서 11.2일로 발육기간이 2배가량 짧아지는 것과 저온에서 사망률이 높고 고온에서는 사망률이 낮은 것으로 보아 고온적응성이 높은 것으로 판단된다(Table 2). 두 진딧물의 온도와 발육률의 관계를 15°C에서 30°C까지 직선회귀에 의해 분석한 결과는 Table 3이며 35°C를 포함하는 비선형회귀는 Fig. 1과 같다. 직선회귀 분석을

Table 2. Developmental periods (days, mean±SD) on nymph stages of *A. egomae* and *A. gossypii* at different temperatures.

Instars of aphids	Temperatures (°C)				
	15	20	25	30	35
<i>Aphis egomae</i>					
1st	5.9±0.78a	3.1±0.78b	1.3±0.50c	1.6±0.53c	1.9±0.33c
2nd	4.8±0.67a	2.7±0.50b	2.0±0.00bc	1.3±0.50c	1.8±0.44c
3rd	4.6±0.53a	2.8±0.44b	1.9±0.60c	1.1±0.33d	1.9±0.33c
4th	5.6±0.53a	2.7±0.71b	2.0±0.00bc	1.4±0.53c	1.7±0.50c
Total nymph	20.8±1.86a	11.2±1.56b	7.2±0.83c	5.4±0.73d	7.2±0.83c
<i>Aphis gossypii</i>					
1st	5.6±0.53a	3.6±0.53b	2.6±0.53c	2.1±0.33c	2.8±0.44c
2nd	5.7±0.50a	3.6±0.53b	2.6±0.53c	2.1±0.33c	2.6±0.53c
3rd	5.9±0.33a	3.7±0.50b	2.8±0.44c	2.4±0.53c	2.7±0.50c
4th	5.4±0.53a	3.9±0.33b	2.9±0.33c	2.4±0.53c	2.7±0.50c
Total nymph	22.6±1.33a	14.7±0.71b	10.8±1.20c	9.1±1.17d	10.7±1.12cd

The means followed by same letter in a row are not significantly different by LSD at 5%.

Table 3. Estimated parameters of a linear model regression for each instars of *A. egomae* and *A. gossypii*.

Life stages	Linear model				
	Intercept	Slope	γ^2	ρ^*	D.D**
<i>A. egomae</i>					
1st	-0.44532(0.36604)	0.04280(0.01579)	0.7861	10.4	23.4
2nd	-0.40370(0.14891)	0.03944(0.00642)	0.9496	10.2	25.4
3rd	-0.54259(0.15045)	0.04778(0.00649)	0.9644	11.4	20.9
4th	-0.38648(0.10533)	0.03781(0.00454)	0.9719	10.2	26.4
Total nymph	-0.09185(0.00449)	0.00926(0.00019374)	0.9991	9.9	108.0
<i>A. gossypii</i>					
1st	-0.11981(0.03056)	0.02041(0.00132)	0.9917	5.9	49.0
2nd	-0.12574(0.03193)	0.02063(0.00138)	0.9912	6.1	48.5
3rd	-0.07556(0.04209)	0.01719(0.00182)	0.7249	4.4	58.2
4th	-0.06111(0.03667)	0.01630(0.00158)	0.7574	3.7	61.3
Total nymph	-0.02225(0.00630)	0.00452(0.00027)	0.8908	4.9	221.2

* The developmental threshold = -intercept/slope

** Degree-days = 1/Slope.

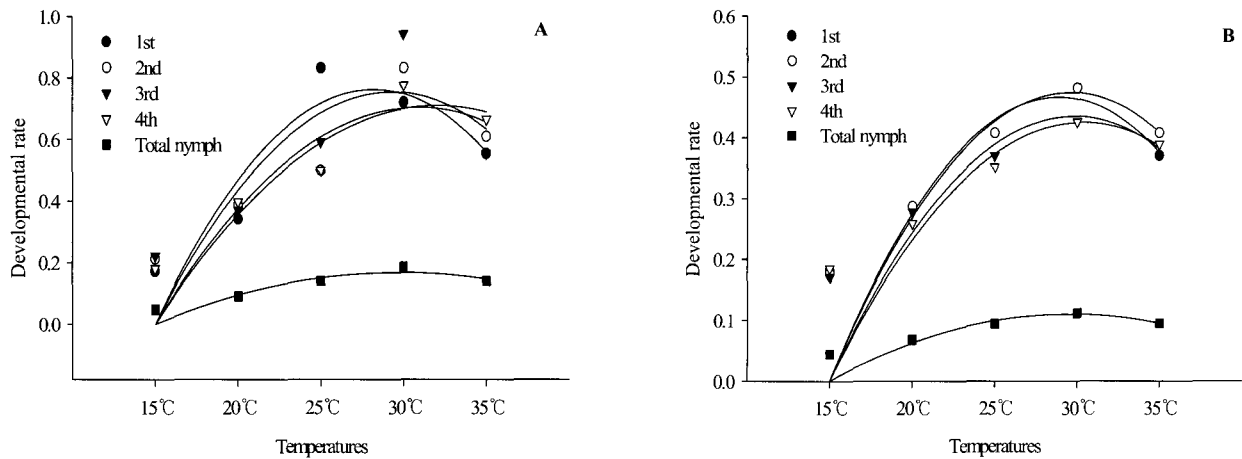


Fig. 1. Developmental rate (1/d) curve for different instars of *A. egomae* (A) and *A. gossypii* (B).

위하여 처리된 모든 온도를 이용하여야 하나 발육기간이 다시 길어진 35°C를 제외하고 분석하였다. 그 결과 두 진딧물의 각 발육단계 모두 χ^2 값이 작게는 0.72 높게는 0.99로 본 실험에서 수행한 온도 15-35°C 중 15-30°C 범위에서 신뢰성이 있었다. 들깨진딧물의 경우 발육영점온도는 1.4령충과 전체약충에 대하여 각각 10.4°C, 10.2°C, 11.4°C, 10.2°C, 9.9°C였으며 유효적산온도는 23.4일도, 25.4일도, 20.9일도, 26.4일도, 108.0일도였다. 목화진딧물의 경우, 1.4령충과 전체약충에 대하여 각각 발육영점온도는 5.9°C, 6.1°C, 4.4°C, 3.7°C, 4.9°C였으며 유효적산온도는 49.0일도, 48.5일도, 58.2일도, 61.3일도, 221.2일도였다. Kersting *et al.* (1999)은 목화진딧물의 발육영점온도가 전체약충에서 6.2°C, 유효적산온도는 108.9일도라 하였고, Liu *et al.* (2000)은 목화진딧물의 발육영점온도가 5.9°C, 유효적산온도는 106.6일도라 하여, 본 실험에서 구한 전체약충의 발육영점온도와 유효적산온도는 전약충(1~2령충)과 후약충(3~4령충)으로 구분하여 조사된 결과와는 분명 차이가 있었다.

포장내 잎들깨에 발생하는 들깨진딧물과 목화진딧물의 발생시기에 있어 진딧물간의 우점도 평가를 위하여 충청남도 금산군의 잎들깨 주산지역의 시설하우스에서 조사된 들깨진딧물과 목화진딧물의 발생소장조사 결과, 잎들깨 시설하우스 내에서 목화진딧물이 4월 상순에 먼저 발생하여 우점하는 것으로 보였으나 4월 중순 들깨진딧물이 발생하기 시작하여 목화진딧물은 5월 하순 이후 밀도가 급격히 낮아졌으며 들깨진딧물이 5월 하순 이후 밀도가 급격히 증가하여 6월 상순 이후 우점하는 양상을 보였고 들깨진딧물은 7월 하순 고온기에 접어들어 밀도가 급격히 낮아지는 양상이었다(Fig. 2). 이는 35°C 이상의 온도에서

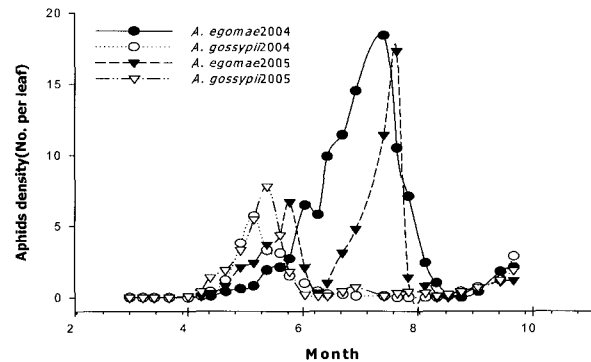


Fig. 2. The seasonal occurrences of two aphids, *A. egomae* and *A. gossypii* on green perilla in greenhouse, 2004 and 2005 years.

발육에 장애를 받아 발육기간이 길어진 것과 일치하는 것으로 보인다(Table 2). 따라서 잎들깨에 가장 피해를 많이 주는 진딧물은 목화진딧물이 아닌 들깨진딧물인 것으로 사료된다. 과거 잎들깨를 가해하는 진딧물은 목화진딧물인 것으로 조사되었을 뿐 들깨진딧물에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 또한 Shim *et al.* (1979), Son and Song (1994a, b)은 목화진딧물에 대한 발육특성을 밝혔으며 Kim *et al.* (2004)이 목화진딧물에 대한 발육모형을 제시한 것 외에는 진딧물 발육과 관련된 문헌이 적었으며 들깨진딧물과 목화진딧물의 밀도증가 예측 및 방제시 밀도변화 예측에 이용할 자료가 없었다. 따라서 본 연구에서는 들깨진딧물과 목화진딧물의 발육기간과 사망률을 비교하고 포장내 이들 진딧물에 의한 피해주율에 따른 밀도변화를 밝힘으로써 잎들깨 시설내 두 진딧물의 발생시기를 예측하고 이들 두 진딧물을 방제하는데 기초자료로서 도움을 줄 것으로 사료된다.

Literature Cited

- Akey, D.H. and G.D. Butler Jr. 1989. Developmental rates and fecundity of apterous *Aphis gossypii* on seedlings of *Gossypium hirsutum*. Southwestern Entomologist. 14: 295-299.
- Capinera, J.L. 2000. Creatures. Ifas.ufl.edu/veg/aphid/melon_aphid.htm.
- Isely, D. 1946. The cotton aphid. Ark. Agric. Expt. Sta. Bull. No. 462.
- Kerns, D.L. and S.D. Stewart. 2000. Sublethal effects of insecticides on the intrinsic rate of increase of cotton aphid. Entomol. Exp. Appl. 94: 41-49.
- Kersting, U.S. Satar and N. Uygun. 1999. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. J. Appl. Ent. 123: 23-27.
- Kim, J.S., Y.H. Kim, T.H. Kim, J.H. Kim, Y.W. Byeon and K.H. Kim. 2004. Temperature-dependent development and its model of the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Korean J. Appl. Entomol. 43(2): 111-116.
- Komazaki, S. 1982. Effects of constant temperature on population growth of three aphid species, *Toxoptera citricidus* (Kirsaldy), *Aphis citricolavan* der Goot and *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on citrus. Appl. Entomol. Zool. 17: 75-81.
- Leclant, F. and J.P. Deguine. 1994. Aphids (Hemiptera: Aphididae). In: insect pests of cotton. Eds. by G.A. Matthew and J.P. Tunstall Wallingford UK Cab International. 285-323.
- Lee, S.H., J. Holman, and J. Havelka. 2002. Illustrated Catalogue of Aphididae in Korean Peninsula Part I, Subfamily Aphidinae. Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology & Center for Insect Systematics. Korea. pp. 67-68.
- Liu, Y.C. and J.J. Perng. 1987. Population growth and temperature dependent effect of cotton aphid *Aphis gossypii* Glover. Chin. J. Entomol. 7: 95-112.
- Liu, Y.C., M.H. Kuo and S.C. Yang. 2000. The development, fecundity and life table of *Aphis gossypii* Glover on lily. Plant Prot. Bull. 4: 1-10.
- Paik, W.H. 1972. Illustrated Flora and Fauna of Korea Vol. 13 (Insecta V). Ministry of Education. Pp. 751.
- Shim, J.Y., J.S. Park and W.H. Paik. 1979. Studies on the life history of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera). Korean J. Pl. Prot. 18: 85-88.
- Son, J.S. and Y.H. Song. 1994a. Occurrence and ecological characteristics of colour morphs of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) in tobacco field. J. Korean Soc. Tobacco Sci. 16: 76-82.
- Son, J.S. and Y.H. Song. 1994b. Ecological characteristics alatae and apterae of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) on tobacco plants. J. Korean Soc. Tobacco Sci. 16: 113-121.

(Received for publication 17 October 2006;
accepted 16 November 2006)