

# 딸기 재배하우스에 발생하는 애뭇털진딧물(*Chaetosiphon minus*)의 생물적 특성

권기면 · 이형근<sup>1</sup> · 허유리<sup>2</sup> · 홍기정<sup>2\*</sup>  
 생물이용연구소, <sup>1</sup>(주)곤충산업연구소, <sup>2</sup>순천대학교 식물 의학과

## Biological Traits of the Lesser Strawberry Aphid (*Chaetosiphon minus*) in Strawberry under Plastic Houses

Gi-Myon Kwon, Hyung-Keun Lee<sup>1</sup>, Yu Ri Heo<sup>2</sup> and Ki-Jeong Hong<sup>2\*</sup>

Bio Utilization Institute, Andong 36614, Korea

<sup>1</sup>Industrial Insects Lab. Co. Ltd., Nonsan 32923, Korea

<sup>2</sup>Department of Plant Medicine, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

**ABSTRACT:** To establish the systematic biological control system for various insect pests in strawberry under plastic houses, we were investigated the biological traits of lesser strawberry aphid, *Chaetosiphon minus* (Forbes), as a target pest. The lesser strawberry aphid is adapted to low temperatures while examining the availability of and selecting useful natural enemies. The development, survivorship and reproduction of lesser strawberry aphid were evaluated at four constant temperatures (10, 15, 20, and 25°C). The developmental periods of the nymphal stages ranged from 41.7 d at 10°C to 9.8 d at 25°C. The developmental threshold temperature and degree day of nymphal stages are 5.5°C and 185 DD. The reproduction rate ( $R_0$ ) was higher at 20°C (30.16) than at 25°C (22.38). The 50 % survival rate and maximum longevity of adult females were 31 d and 59 d at 20°C, and 25 d and 36 d at 25°C, respectively. The average progeny per female was 35 at 20°C, and 26 at 25°C. We confirmed that compared to other strawberry aphids under plastic houses, the lesser strawberry aphid is more adapted to lower temperatures. It is, therefore, necessary to commercialize natural enemies such as syrphid flies with high activity at low temperatures.

**Key words:** *Chaetosiphon minus*, developmental period, developmental threshold, degree day, strawberry.

**초록:** 딸기 하우스 내 해충에 대한 일관된 생물적 방제 시스템을 마련하기 위해 낮은 온도에 발생하는 애뭇털진딧물(*Chaetosiphon minus*)에 대한 유용천적을 선발하고, 그 이용가능성을 검토하는 과정에서 방제대상인 애뭇털진딧물의 생물적 특성을 조사한 결과, 약충의 발육기간은 10°C, 15°C, 20°C, 25°C에서 각각 평균 41.7일, 20.6일, 11.9일, 9.8일이었고, 약충의 발육임계온도는 5.5°C, 온일도는 185DD였으며, 순증식율은 25°C에서 22.38보다 20°C에서 30.16으로 높게 나타났다. 암컷성충의 총산자수는 20°C에서 58일 동안 35.2마리, 25°C에서 36일 동안 26.5마리로 나타났다. 결과적으로 딸기 하우스 내에서 애뭇털진딧물이 다른 진딧물류에 비하여 낮은 온도에 적응하고 있음을 알 수 있었고, 저온에 활동성이 높은 꽃등에류와 같은 천적의 상업화가 필요하다고 판단된다.

**검색어:** 딸기, 애뭇털진딧물, 발육기간, 발육임계온도, 발육적산온도

딸기(*Fragaria × ananassa* Duchesne)에 발생하는 해충의 종류는 재배작형 및 재배양식에 따라 그 발생에 차이가 있으며,

우리나라는 대체로 여름철에 육묘하여 가을에 시설 내에 정식하여 재배하는 형태로 주로 시설재배 시 문제가 되는 딸기의 잎에 발생하는 진딧물류 해충으로는 목화진딧물(*Aphis gossypii*), 애뭇털진딧물(*Chaetosiphon minus*), 양딸기수염진딧물(*Rhodobium porosum*), 싸리수염진딧물(*Aulacorthum solani*) 등이 알려져 있다(Nam et al., 2015).

\*Corresponding author: [curcul@snu.ac.kr](mailto:curcul@snu.ac.kr)

Received February 9 2021; Revised April 22 2021

Accepted May 11 2021

최근 딸기의 친환경 재배가 증가하면서 진딧물류의 주요 해충인 목화진딧물은 천적인 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*), 무당벌레(*Harmonia axyridis*), 풀잠자리(*Chrysoperla carnea*)를 이용하여 발생밀도를 낮추고 있지만, 애뭇털진딧물은 천적인 콜레마니진디벌과 무당벌레로 저온기에 방제효과를 기대하기 어렵고(Hwang, 2017), 진디면충좀벌(*Aphelinus asychis*)과 진디혹파리(*Aphidoletes aphidimyza*)로 방제할 수 있지만, 진디혹파리의 경우 휴면을 하므로 2-3월에 그 효과가 떨어진다고 하였으며(Kim, 2007), 특히“설향(Seolhyang)”이라는 딸기 품종의 재배면적이 전국적으로 급격하게 늘어나면서 애뭇털진딧물의 피해가 더욱 문제 시 되고 있다.

애뭇털진딧물의 무시충은 몸길이가 1.2~1.3 mm로 몸은 연한 녹색이고, 부속지 부분은 갈색에서 연한 흑색이다. 유시충은 1.2 mm 정도로 연한 녹색이고, 등면과 정수리가 열린 갈색이다. 피해는 딸기 잎 뒷면의 엽맥 주위에서 무리지어 흡즙하는 피해뿐만 아니라, 모자이크바이러스를 매개하고, 감로에 의한 그을음병을 유발시켜 광합성 작용을 방해하고, 상품성을 크게 떨어뜨린다(Choi et al., 1990; Hwang, 2017).

따라서 본 연구는 딸기의 친환경 재배 시설하우스 내에서 애뭇털진딧물의 발생밀도를 효과적으로 조절하는 생물적 방제원을 개발하기 위한 기초자료로 애뭇털진딧물의 생물적 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 딸기 주요 재배지에서 진딧물류의 발생밀도 조사

딸기 주산지인 충남 논산과 부여, 경북 안동, 경남 거창의 재배농가 각각 5개 포장에서 포장 당 30개의 잎을 조사하여 2019년 2월에서 4월과 2019년 11월부터 2020년 2월까지 매월 1회 진딧물류의 경시적 발생밀도를 파악하였다.

### 애뭇털진딧물의 생물적 특성 조사

2019년 2월 경남 거창의 설향 품종의 딸기를 재배하는 시설 재배하우스에서 발생한 애뭇털진딧물을 채집하여 실험실로 옮긴 다음 포트 재배한 딸기에서 사육하였다. Petri dish (ø 55 mm, H 15 mm)에 물을 적신 솜을 깔고, 그 위에 딸기 잎을 둥글게 잘라 뒷면이 위를 향하도록 leaf-disk (ø 30 mm)를 만든 다음, 상대습도 50-70%, 일장 16L:8D의 조건에서 leaf-disk 당 바로 태어난 무시충을 1마리씩 30반복으로 접종하고(Fig. 1), 온도별(5, 10, 15, 20, 25°C) 발육기간을 조사하여 발육영점온도



Fig. 1. Leaf-disks of strawberry for rearing the lesser strawberry aphid, *Ch. minus* (Forbes).

와 발육적산온도를 계산하였다. 조사기간 동안 딸기 잎이 마르지 않도록 솜에 물을 2-3일에 한번씩 공급해 주었고, leaf-disk 상의 딸기 잎은 7-10일 간격으로 발육기간 중 1-2회 신선한 잎으로 교체하였다. 성충의 산자수와 수명은 20°C와 25°C 온도에서 약충이 4번째 탈피한 직후부터 죽을 때 까지를 성충 기간으로 설정하고, 약충의 발육실험에서 성충으로 우화한 개체를 대상으로 24시간 간격으로 매일 조사한 후 산자를 제거하여 조사가 중복되지 않도록 하였다.

## 자료정리

애뭇털진딧물의 온도에 따른 생물적 특성을 알아보기 위해 실험실 사육조건에 조사된 자료를 바탕으로 순증가율( $R_0$ ), 세대기간( $T$ ), 내적자연증가율( $r$ )이 계산되었으며, 4개의 일정한 온도에서 얻어진 약충의 발육기간에 대한 자료는 평균간 비교는 터키유의차검정(Tukey HSD method)으로 결정하였고, 수집된 자료는 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 통계분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 딸기 주요 재배지에서 진딧물류의 발생

딸기 주요 재배지에서 2019년 및 2020년 전반기에 진딧물류의 발생상황을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 목화진딧물(*A. gossypii*)은 조사가 이루어진 4개 지역 모두에서 발생이 확인되었고, 애뭇털진딧물(*Ch. minus*)은 본 조사에서 거창에서만 확인될 수 있었으며, 그 외 수염진딧물류(*Aulacorthum* sp.)도 거창의 일부 포장에서 확인되었다.

**Table 1.** Densities of various aphids on strawberries cultivated into the pipe-constructed plastic film greenhouses in Korea

Regions (Number of farms)	Aphids	Number of aphids per shoot leaf								
		2019					2020			
		Late in Feb.	Late in Mar.	Late in Apr.	Late in Nov.	Late in Dec.	Late in Jan.	Late in Feb.	Late in Mar.	Late in Apr.
Geochang (5)	<i>Chaetosiphon minus</i>	4.4	16.3	32.9	-	1.5	2.1	1.6	2.4	4.1
	<i>Aphis gossypii</i>	-	-	-	-	2.1	2.3	0.2	-	-
	<i>Aulacorthum</i> sp.	1.3	3.5	-	-	-	-	-	-	0.3
Nonsan (5)	<i>Chaetosiphon minus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Aphis gossypii</i>	-	-	-	9.0	1.0	-	-	-	-
Buyeo (5)	<i>Chaetosiphon minus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Aphis gossypii</i>	-	-	-	1.7	0.2	-	-	-	-
Andong (5)	<i>Chaetosiphon minus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Aphis gossypii</i>	-	3.7	33.0	-	1.5	-	-	-	-



**Fig. 2.** The lesser strawberry aphid, *Ch. minus* (Forbes) on strawberry. A: underside of the leaf, B: on the petiole.

딸기 재배지에서 진딧물류 해충으로 목화진딧물이 주종을 이루지만, 경남 거창을 중심으로 친환경 재배가 늘어나면서 애뭇털진딧물과 수염진딧물의 발생이 증가하고, 애뭇털진딧물에 대한 천적의 방제효과가 현저히 떨어져 점차 밀도가 증가하는 추세에 있음을 지적한 바와 같이(Lee et al., 2008; Nam et al., 2015; Yang et al., 2016), 본 조사에서도 애뭇털진딧물이 문제시 될 수 있음을 보여주고 있다.

한편, 목화진딧물이 잎에 많이 발생하는 반면, 애뭇털진딧물은 주로 꽃받침에 발생하여 서식부위로 구분할 수 있다고 한 것과 같이(Kim, 2007), 목화진딧물의 경우에는 주로 잎에서 발생이 확인되었고, 애뭇털진딧물의 경우에는 잎을 포함한 잎자루 부근에서도 발생을 확인할 수 있었다(Fig. 2).

딸기 시설재배에서 기생성 천적인 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*), 진디면충좀벌(*Aphelinus asychis*), 진디혹파리(*Aphi-*

*doletes aphidimyza*) 및 포식성 천적인 무당벌레(*Harmonia axyridis*), 어리줄풀잠자리(*Chrysoperla carnea*), 꽃등에류(syrphid flies) 등을 이용하면 진딧물류의 밀도를 효과적으로 억제할 수 있지만, 저온기에 발생하여 문제시 되는 애뭇털진딧물에 대하여 천적상품인 콜레마니진디벌과 무당벌레로는 방제효과를 기대하기 어렵고, 진디혹파리는 휴면으로 인해 2~3월에 방제효과가 떨어지므로 저온에 활동성이 강한 포식성 천적인 꽃등에류의 상품화가 필요하다.

### 애뭇털진딧물 약충의 생물적 특성

애뭇털진딧물은 Table 2와 같이 낮은 온도에서 발육기간이 길어졌고, 온도가 상승함에 따라 짧아지는 경향을 보였다. 5°C에서 약충은 발육을 못하였고, 10°C에서 약충의 각 영기별 발

**Table 2.** Development period (day, mean  $\pm$  SE) for the nymphal stages of the lesser strawberry aphid, *Ch. minus* (Forbes) at various temperatures

Temp. (°C)	No.	Development periods (day $\pm$ SE)				
		1st instar	2nd instar	3rd instar	4th instar	Total
5	36	-	-	-	-	-
10	30	10.3 $\pm$ 2.8a	9.6 $\pm$ 2.5a	9.8 $\pm$ 2.3a	12.0 $\pm$ 2.4a	41.7 $\pm$ 7.6a
15	36	5.4 $\pm$ 0.9b	4.9 $\pm$ 1.1b	4.8 $\pm$ 1.0b	5.5 $\pm$ 1.2b	20.6 $\pm$ 2.6b
20	30	3.4 $\pm$ 0.7c	2.3 $\pm$ 0.6c	2.9 $\pm$ 0.8c	3.3 $\pm$ 0.8c	11.9 $\pm$ 1.6c
25	31	2.3 $\pm$ 0.6d	2.0 $\pm$ 0.2c	2.5 $\pm$ 0.8c	3.0 $\pm$ 0.7c	9.8 $\pm$ 1.1c

\*Within a column, means that do not share a letter are significantly different, compare using Tukey HSD method with 95% level of confidence.

**Table 3.** Lower threshold temperature and thermal requirements estimated by linear regression for the lesser strawberry aphid, *Ch. minus* (Forbes)

Stage	Intercept	Slope	R <sup>2</sup>	Lower temperature threshold <sup>a)</sup>	Degree day (DD) <sup>b)</sup>
1st instar	-0.1413	0.0226	0.9903	6.3	44
2nd instar	-0.1802	0.0278	0.9553	6.5	36
3rd instar	-0.1028	0.0211	0.9822	4.9	47
4th instar	-0.0784	0.0173	0.959	4.5	58
Total	-0.0299	0.0054	0.9874	5.5	185

<sup>a)</sup>Lower temperature threshold = |intercept/slope|; <sup>b)</sup>Degree day (DD) = 1/slope.

육기간은 1령 10.3일, 2령 9.6일, 3령 9.8일, 4령 12.0일로 총 발육기간은 41.7일이었으며, 15°C에서는 1령 5.4일, 2령 4.9일, 3령 4.8일, 4령 5.5일로 총 발육기간은 20.6일로 10°C에서보다 발육기간이 절반 정도로 단축되었다. 한편 20°C 및 25°C에서는 각각 1령 3.4일 및 2.3일, 2령 2.3일 및 2.0일, 3령 2.9일 및 2.5일, 4령 3.3일 및 3.0일로 총 발육기간은 11.9일 및 9.8일로 15°C에서보다 발육기간이 절반 정도로 단축되었지만, 20°C와 25°C 사이에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았다.

Hwang (2017)의 결과에서는 약충의 발육기간이 10°C에서 36.7일, 15°C에서 19.1일, 20°C에서 11.3일, 25°C에서 7.2일, 32.5°C에서 6.0일을 경과한다고 하였고, 35°C에서는 2령 이후부터 발육을 하지 못하였다고 한다. 또한, Kim (2007)의 결과에서는 약충기간이 9.13일(아마도 25°C 근처의 온도에서 사육이 이루어진 것으로 판단됨)로 조사되어 전체적으로 우리가 조사한 온도별 발육기간과 일치하는 경향을 보였다.

애못털진딧물 약충의 발육임계온도 및 온일도는 Table 3과 같다. 발육임계온도는 1령 6.3°C, 2령 6.5°C, 3령 4.9°C, 4령 4.5°C로 전체적으로 5.5°C로 계산되었고, 그의 관계식은  $y = 0.0054x - 0.0299$ ,  $R^2 = 0.9861$ 로 나타났다. 따라서 발육적산온도는 1령 44 DD, 2령 36 DD, 3령 47 DD, 4령 58 DD로 전체적

으로 185 DD를 요하였다.

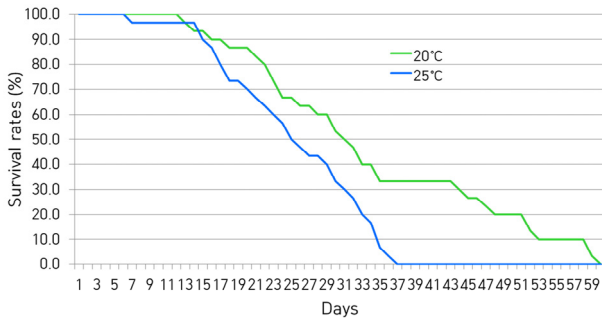
반면, 목화진딧물 약충의 발육임계온도는 4.84°C이고, 발육적산온도는 132.9 DD로 보고되었으며(Singh and Singh, 2015), 싸리수염진딧물 약충의 발육임계온도는 3.06°C이고, 발육적산온도는 140.8 DD로 보고되었다(Jandricic et al., 2010). 따라서 딸기 재배지에서 발생할 수 있는 진딧물류인 목화진딧물이나 싸리수염진딧물 약충보다 애못털진딧물 약충의 발육임계온도는 높고, 발육에 필요한 온일도도 매우 높음을 알 수 있었다.

또한 애못털진딧물 약충의 순증식률( $R_0$ )은 20°C에서 30.16으로 25°C에서 22.38보다 높았으나, 내적자연증가율( $r$ )이 20°C와 25°C에서 각각 0.24와 0.25로 차이가 없어(Table 4), 애못털진딧물은 20°C에서 더 높게 증식할 것으로 판단되었다.

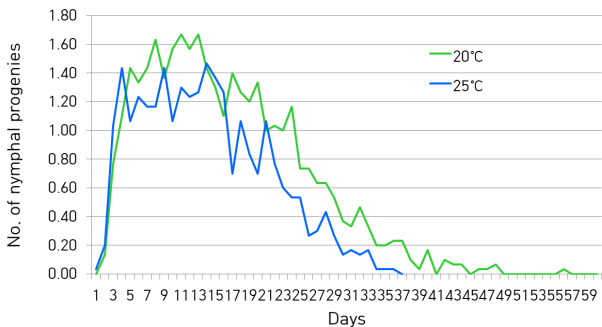
애못털진딧물의 성충은 20°C와 25°C에서 각각 최대 59일과 36일 동안 생존하였으며, 50%가 생존하는 기간은 31일과 25일로 나타났다(Fig. 3). Hwang (2017)의 결과에 따르면, 성충의 수명은 15°C에서 51.1일, 20°C에서 41.5일, 25°C에서 32.1일, 30°C에서 17.5일로 온도가 높아질수록 짧아지는 경향을 보였으며, Kim (2007)의 결과에서는 성충의 수명이 33.56일로 조사되어(아마도 25°C 근처의 온도에서 사육이 이루어진 것으로 판단됨) 3개의 결과들을 종합해 볼 때 20°C에서 25°C 사이에

**Table 4.** The intrinsic rate of natural increases of the lesser strawberry aphid, *Ch. minus* (Forbes) at 20°C and 25°C

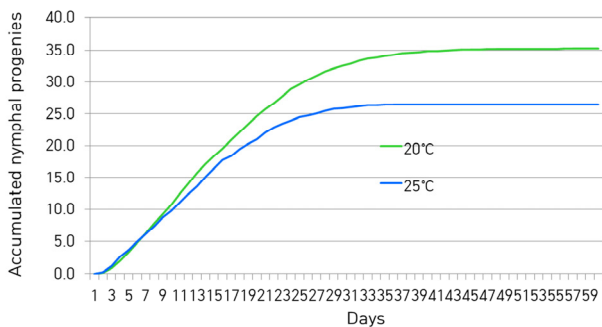
Temperature	20°C	25°C
Net reproductive rate $R_0 =$	30.16	22.38
Generation time ( $T = 1/R_0$ )	14.47	12.29
The intrinsic rate of natural increase $r = \ln R_0 / T$	0.24	0.25
Finite rate of natural increase $\lambda = \text{antilog}_e r$	1.27	1.28



**Fig. 3.** No. of nymphal progenies a day per female adult of the lesser strawberry aphid, *Ch. minus* (Forbes) at 20°C and 25°C.



**Fig. 4.** No. of nymphal progenies a day per female adult of the lesser strawberry aphid, *Ch. minus* (Forbes) at 20°C and 25°C.



**Fig. 5.** Accumulated nymphal progenies of the lesser strawberry aphid, *Ch. minus* (Forbes) at 20°C and 25°C.

서 성충은 약 1개월 정도 생존할 것으로 판단된다.

애못털진딧물 성충의 산자기간은 20°C 및 25°C에서 각각

최대 48일 및 36일이었고, 그 기간에 35마리 및 26마리를 산자 하였으며, 산자 후부터 하루에 최고 1.7마리까지 산자하면서 점차 줄어들었다(Figs. 4 and 5). Hwang (2017)의 결과에서도 산자기간은 25°C 및 30°C에서 각각 최대 36일 및 30일이었고, 그 동안에 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 21.7마리, 33.9마리, 25.2마리를 산자하였으며, 산자 후부터 하루에 최고 2마리를 산자하면서 점차 줄어들었다. 또한 Kim (2007)의 결과에서도 평균산자기간 20.69일 동안 평균산자수는 28.56마리였으며, 산자 후부터 하루에 최고 2마리를 산자하면서 점차 줄어들었다. 이들 3개의 결과를 종합해 볼 때, 애못털진딧물 성충은 20°C에서 25°C 사이에서 약 30마리를 산자하며, 하루에 최대 2마리까지 낳을 수 있다고 판단된다.

따라서 애못털진딧물 약충의 증식율과 암컷성충의 수명 및 산자수 등의 결과를 바탕으로 딸기에 발생하는 애못털진딧물은 다른 진딧물류에 비하여 25°C 보다는 저온인 20°C에 더 잘 적응한 것으로 보인다.

## 사 사

본 연구는 경남 거창군농업기술센터에서 발주한 “딸기 애못털진딧물의 천적 연구개발 및 천적 이용 친환경 딸기 재배 방법 개발” 과제를 통해 수행되었다.

## 저자 직책 & 역할

권기면: 생물이용연구소, 대표; 연구수행, 논문작성  
 이형근: 곤충산업연구소, 대표; 연구수행, 논문검토  
 허유리: 순천대학교, 석사과정; 연구수행, 논문검토  
 홍기정: 순천대학교, 교수; 실험설계 및 논문작성, 검토

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

## Literature Cited

- Choi, G.M., Han, S.C., Lee, M.H., Cho, W.S., Ahn, S.B., Lee, S.H., 1990. Illustrated book of ecology and control of vegetable insect pests. Rural Development Administration, p. 224.
- Hwang, S.G. 2017. Ecology and control for lesser strawberry aphid, *Chaetosiphon minus*. Chungcheongbuk-do Agricultural Research Report, pp. 448-454. (in Korean)
- Jandricic, S.E., Wraight, S.P., Bennett, K.C., Sanderson, J.P., 2010. Developmental times and life table statistics of *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) at six constant temperatures, with

- 
- recommendations on the application of temperature-dependent development models. *Environ. Entomol.* 39(5), 1631-1642.
- Kim, Y.H., 2007. Selection of lesser strawberry aphid, *Chaetosiphon minus* as natural enemy in strawberry. Fact sheet of agricultural technology of Rural Development Administration, p. 3. (in Korean)
- Lee, D.H., Jo, C.W., Park, C.R., Lee, H.J., Kang, E.J., Seok, H.B., Seo, M.J., Kim, H.Y., Kim, Y.H., Yu, Y.M., Youn, Y.N., 2008. Road-map for environmental friendly integrated pest management (IPM) of insect pests on the strawberry vinyl-houses of farmer's field. *Korean J. Appl. Entomol.* 47, 273-286.
- Nam, M.H., Kim, T.I., Kim, H.S., Lee, I.H., Lee, H.C., Jang, W.S., 2015. Compendium of strawberry diseases and pests, 3rd ed., RDA Strawberry export research specialization projects. p. 260.
- Singh, K., Singh, R., 2015. Effect of temperature on the life history traits of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on bottle gourd, *Lagenaria Siceraria* (Molina) Standl. (Cucurbitaceae). *IJLBPR* 4, 179-183.
- Yang, C.J., Yang, Y.T., Song, M.A., Song, J.H., 2016. Pest biodiversity and their characteristic damage caused to greenhouse strawberries in Jeju. *Korean J. Appl. Entomol.* 55, 431-437.