

## 담배가루이의 발육과 생식에 미치는 온도와 기주의 영향

Effect of Temperature and Host Plant on Development and  
Reproduction of the Sweetpotato Whitefly, *Bemisia tabaci*  
(Homoptera: Aleyrodidae)안기수 · 이기열 · 최미현 · 김정화<sup>1</sup> · 김길하<sup>1\*</sup>Ki-Su Ahn, Ki-Yeol Lee, Mi-Hyun Choi,  
Jeong-Wha Kim<sup>1</sup> and Gil-Hah Kim<sup>1\*</sup>

**Abstract** – Development and reproduction of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (B biotype) were investigated under different temperatures and host plants. Developmental periods from egg to pre-adult of whiteflies were measured under four constant temperatures: they were 86.2 days at 15°C and 17.0 days at 30°C. Lower threshold temperature and total effective temperature for the development of egg and nymph, and for the complete development (egg to emergence) were 10.1, 11.6, 11.1°C and 110.3, 204.7, 317.3 degree days, respectively. The hatching and emergence rates were 87.0% at 25°C and 76.7% at 20°C, which were higher than the results of other temperatures. The adult longevity was 23.6 and 14.0 days at 20°C and 30°C, respectively. The highest average fecundity per female was 103.3 at 25°C. But there were no significant differences among the temperatures. The highest intrinsic rate of natural increase ( $r_m$ ) was 0.196 at 30°C and the highest net reproduction rate ( $R_o$ ) was 97.33 at 25°C. Developmental periods from egg to pre-adult of whiteflies were 21.2 on the tomato, 28.1 on red pepper, 22.2 on eggplant and 25.5 days on poinsettia. The hatching was highest (90.3%) on red paper and emergence rate was highest (89.6%) on eggplant. The longest longevity of adult female was 26.5 days on eggplant, and the average fecundity per female was greater on tomato and eggplant than on other host plants. The intrinsic rate of natural increase ( $r_m$ ) was the highest on tomato as 0.165 and the net reproduction rate ( $R_o$ ) was the highest on eggplant as 106.1. As a result, the optimum range of temperature for the growth of *B. tabaci* was between 25°C and 30°C, and the optimum host plants were tomato and eggplant among the plants tested.

**Key Words** – *Bemisia tabaci*, Developmental zero point, Total effective temperature, Intrinsic rate of natural increase

**초 특** – 담배가루이(B biotype)의 온도조건과 기주별로 발육과 생식에 미치는 영향을 조사하였다. 알에서 성충까지의 발육기간은 15°C에서 86.2일이었고, 30°C에서는 17.0일로 온도가 높아 질수록 약 5배 짧았다. 알, 약충 그리고 알에서 성충까지의 발육영점온도는 각각 10.1°C, 11.6°C, 11.1°C였고, 유효적산온도는 각각 110.3, 204.7, 317.3일도였다. 부화율은 25°C에서 87.0%, 우화율(부화유충에서 성충까지)은 20°C에서 76.7%로 높았다. 성충수명은 20°C에서 23.6일이었고, 30°C

\*Corresponding author. E-mail: khkim@trut.chungbuk.ac.kr

충북농업기술원 농업환경과(Chungbuk Agricultural Research and Extension Service, Ochang, Cheongwon, Chungbuk 363-880, Republic of Korea)

<sup>1</sup>충북대학교 농과대학 농생물학과(Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University, San 48, Gaesin-dong, Cheong-ju, Chungbuk 361-763, Republic of Korea)

에서는 14.0일로 온도가 높을수록 짧았다. 그리고 암컷한마리당 평균 총산란수는 25.0°C에서 103.3개로 가장 많았으나 온도간에 유의성은 없었다. 1세대당 순증식율( $R_0$ )은 25°C에서 97.33로 가장 높았다. 그리고 내적자연증가율( $r_m$ )은 온도가 높아 질수록 높아졌으며, 30.0°C에서 0.196으로 가장 높았다. 토마토, 고추, 가지, 포인세치아를 기주로 25°C 조건에서 알에서 우화까지의 발육기간은 각각 21.2, 28.1, 22.2, 25.5일이었다. 부화율은 고추에서 90.3%로 가장 높았고, 우화율은 가지에서 89.6%로 가장 높았다. 성충수명은 가지에서 26.5일로 가장 길었고, 고추에서 가장 짧았다. 암컷 한마리당 평균 산란수는 토마토와 가지에서 많았다. 1세대당 순증식율( $R_0$ )은 가지에서 106.1로 가장 높았고, 내적자연증가율( $r_m$ )은 토마토에서 0.165로 가장 높았다. 이상의 결과로 담배가루이의 성장에 적합한 온도범위는 25~30°C이었고, 가장 적합한 기주식물은 토마토와 가지로 분석되었다.

### 검색어 - 담배가루이, 발육영점온도, 유효적산온도, 내적자연증가율

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 중앙아시아, 유럽, 북·중아메리카 등에 널리 분포하고(Salas and Mendoza, 1995), 기주범위가 넓어 약 86과 700여종 이상의 식물을 가해하며(Greathead, 1986), 세계적으로 9가지의 biotype이 보고되어 있다(Brown *et al.*, 1995). 한편 국내에서 1998년 충북 진천군 시설장미 단지과 경기도 고양시 포인세치아에서 처음 발견된 담배가루이는 B biotype으로 밝혀졌으며 국내에는 이미 A biotype이 서식하고 있었던 것으로 알려졌다(Lee and Barro, 2000; Lee *et al.*, 2000). 한편 Perring *et al.* (1993)은 A biotype을 담배가루이 그리고 B biotype을 또다른 한종인 *Bemisia argentifolii*로 분류하고 있다.

담배가루이는 약충과 성충이 있을 흡즙하여 상품성을 감소시키거나 보다 중요한 피해는 바이러스병 매개와 감로분비에 의한 피해이다. 담배가루이는 바이러스의 중요한 매개충으로 비교적 낮은 밀도로 바이러스병이 매개되기 때문에 피해가 크다(Brown *et al.*, 1995). 가장 문제시되는 바이러스는 TYLCV (tomato yellow leaf curl virus)이다(Matsui, 1992; Brown *et al.*, 1995; Berlinger *et al.*, 1996; Rubinstein *et al.*, 1999).

담배가루이는 발생세대기간이 짧아 살충제에 의한 선발의 기회가 많아지므로 살충제 저항성 발달이 다른 해충들에 비하여 빠르게 나타날 가능성을 지니고 있다. 담배가루이의 살충제 저항성 발달은 유기인계, 카바메이트계, 피레스로이드계, IGR계 뿐만 아니라 최근에 개발된 네오니코티노이드계 살충제에 대해서도 저항성이 발견되어 방제에 어려움을 겪고 있다(Elhag and Horn, 1983; Prabhaker *et al.*, 1992; Dennehy and Williams, 1997; Devine *et al.*, 1999; Horowitz *et al.*, 1999). 한편 국내에서는 Kim *et al.* (2000)이 43종의 시판살충제에 대해서 담배가루이의 발육단계별(알, 약충, 성충) 약제감수성을 조사하였을 뿐, 이 해충의 개체군 증식에 미치는 온도

및 기주의 영향에 관한 연구보고는 없다.

이에 본 연구는 담배가루이에 대한 온도·기주별 발육기간, 성충 수명 및 산란수를 조사하고, 이 해충의 발육영점온도와 유효적산온도 및 개체군 증가율을 분석하여 생태적 특성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 시험곤충

본 시험에 사용된 담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 1998년 6월에 충북 진천군 시설장미 재배지에서 채집하여 실내 토마토(*Lycopersicon esculentum*, 서광)로 누대사육하면서 시험에 이용하였다. 실내 사육조건은 온도 25~28°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%로 하였다.

### 시험기주

본 시험에 사용된 기주 식물은 충북농업기술원 온실에서 3주 이상 재배한 토마토(*L. esculentum*), 고추(*Capsicum annum*) 그리고 가지(*Solanum melongena*)의 유묘와 포인세치아(*Euphorbia pulcherrima*)잎을 이용하였다.

### 온도가 담배가루이의 발육과 생식에 미치는 영향

알과 약충의 발육기간을 조사하기 위하여 직경 5 cm인 포트에 4~5엽인 토마토(서광)를 심은 후 성충을 500마리 이상인 사육상자(25×25×45 cm)에 넣고 1시간 동안 알(50개체 이상)을 받은 후 알과 약충의 발육기간, 부화율, 우화율을 매일 해부현미경으로 조사하였다. 산란전 기간, 성충수명 그리고 산란수 조사는 사육실(25~28°C)에서 일정기간 동안에 받은 알에서 성장한 담배가루이가 우화(우화 후 5 시간 이내)될 때에 토마토 유묘(4~5엽)가 들어있는

아크릴 원통( $\phi 9 \times 15$  cm)에 암수 1쌍씩(25반복) 접종하고, 24시간 간격으로 조사하였다. 수컷이 죽은 경우는 암컷 수명이 다하기 전에 24시간 이내에 우화한 수컷 성충을 넣어 주었다. 이 실험은 15, 20, 25, 30°C의 온도(Vision, multiroom incubator)와 상대습도 50~60%, 16L:8D의 광조건하에서 수행하였으며, 얻어진 결과로 발육영점온도와 유효적산온도를 산출하였다(Pruess, 1983).

### 기주가 담배가루이의 발육과 생식에 미치는 영향

기주별 알과 약충의 발육기간은 직경 5 cm인 포트에 4~5엽된 토마토, 고추, 가지 유묘와 포인세치아를 사육상자(25×25×45 cm)에 넣고 성충을 500 마리 이상 방사하여 1시간 동안 알(100개체 이상)을 받아 조사하였다. 또한 생존율, 성충수명 및 산란수 조사도 온도에서와 같은 방법으로 수행하였다.

### 개체군 증가율 분석

생명표 분석은 담배가루이의 총수명(일수)을  $x$ , 암컷 성충의 일수별 생존율을  $l_x$ , 암컷성충의 일수별 1마리당 산란수를  $m_x$ 라고 했을 때 1세대당 순증식율( $R_0$ )은  $\sum l_x m_x$ , 1세대에 요하는 평균기간( $T$ )은  $\sum x l_x m_x / R_0$ , 내적자연증가율( $r_m$ )은  $(\log_e R_0) / T$ 로 계산하였다(Price, 1997). 1쌍씩 25반복으로 25개체의 일수별 수명과 생존율, 산란수를 조사하였다. 성비는 0.5의 일정비율로 하였다. 자료분석은 SAS를 이용하여 LSD검정( $P=0.05$ )으로 비교하였다(SAS Institute, 1991).

## 결과 및 고찰

### 담배가루이의 온도별 영향

#### 알·약충의 발육기간

각 온도별 담배가루이의 알과 약충의 발육기간은 Table 1과 같다. 알기간은 15°C, 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 23.7일, 10.6일, 7.3일, 5.6일로 온도가 높아질수록 짧았다. 약충기간은 15°C에서 62.5일, 30°C에서 11.4일로 높은 온도에서 매우 짧았으며, 알부터 우화까지의 발육기간은 15°C에서 86.2일, 30°C에서 17.0일로 15°C에서 발육기간이 30°C보다 약 5배나 길었다. 온도별 발육기간 사이에는 유의차가 있어 담배가루이의 발육이 온도조건에 민감함을 알 수 있었다.

Wagner (1995)는 목화를 기주로하여 15.4°C, 20.0°C, 26.0°C, 30.1°C 조건에서 알기간을 조사한 결과

각각 21.9일, 11.4일, 6.0일, 4.9일, Butler *et al.* (1983)도 목화를 기주로 조사한 온도별 알 기간은 14.9°C에서 22.5일 그리고 30°C에서 5.4일이고, 알에서 성충까지의 발육기간은 14.9°C에서 65.1일 그리고 30°C에서 16.6일이라 하였다. 한편 Salas and Mendoza (1995)는 토마토 유묘를 이용한 25°C 조건에서 알기간과 약충기간은 각각 7.3일과 15.0일로 보고하였는데 이들 결과는 연구자들간에 차이는 있으나 유사한 결과를 나타내었다.

#### 발육영점온도와 유효적산온도

각 온도에 의한 발육소요일수(Table 1)를 기초로 산출한 알, 약충, 알에서 성충까지의 발육속도와 온도의 관계는 Table 2와 같다. 온도( $t$ )와 발육속도( $V$ )에 관해서 회귀직선식을 구하면, 알, 약충, 알에서 성충까지 각각  $V = 0.00908t - 0.0913$  ( $r^2 = 0.991$ ),  $V = 0.00496t - 0.0576$  ( $r^2 = 0.984$ ), 그리고  $V = 0.00320t - 0.0355$  ( $r^2 = 0.983$ )이었다. 이들 회귀식을 기초로 구한 이론적 발육영점과 유효적산온도는 각각 알이 10.1°C, 110.3일도, 약충이 11.6°C, 204.7일도, 알에서 우화까지가 11.1°C, 317.3일도이었다. Zalom *et al.* (1985)은 목화포장에서 담배가루이의 유효적산온도를 조사하였는데 1982년에는 316.3일도, 1983년에도 316.0일도라 하였고, Gergis (1994a)는 토마토 유묘에서 담배가루이의 담배가루이의 유사종인 *B. argentifolii* (*B. biotype*의 담배가루이)의 유효적산온

**Table 1.** Mean  $\pm$  SD duration of egg and nymphal period of *B. tabaci* under various temperatures

Temp. (°C)	Egg	Nymph					Egg + Nymph
		1st	2nd	3rd	4th	Total	
15	23.7 $\pm 0.7a^*$	13.4 $\pm 0.5$	8.3 $\pm 0.8$	12.0 $\pm 2.2$	28.9 $\pm 1.1$	62.5 $\pm 2.5a$	86.2 $\pm 5.3a$
20	10.6 $\pm 0.8b$	7.5 $\pm 0.5$	3.6 $\pm 0.5$	3.9 $\pm 0.3$	10.0 $\pm 0.7$	25.0 $\pm 0.9b$	35.7 $\pm 1.0b$
25	7.3 $\pm 0.5c$	3.6 $\pm 0.6$	2.2 $\pm 0.5$	2.2 $\pm 0.6$	5.9 $\pm 0.5$	13.9 $\pm 0.7c$	21.3 $\pm 1.2c$
30	5.6 $\pm 0.4d$	3.2 $\pm 0.4$	1.5 $\pm 0.5$	2.2 $\pm 0.4$	4.4 $\pm 0.8$	11.4 $\pm 0.8d$	17.0 $\pm 1.1d$

\*Means followed by the same letters are not significantly different ( $p = 0.05$ ; Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991])

**Table 2.** Developmental zero point ( $T$ ) and total effective temperature ( $K$ ) for the development of each stage of *B. tabaci*

Developmental stage	Regression equation & $r^2$	$T$ (°C)	$K$ (degree day)
Egg	$V = 0.00908t - 0.0913$ $r^2 = 0.991$	10.1	110.3
Nymph	$V = 0.00496t - 0.0576$ $r^2 = 0.984$	11.6	204.7
Egg to emergence	$V = 0.00320t - 0.0355$ $r^2 = 0.983$	11.1	317.3

**Table 3.** Effect of constant temperatures on the duration of adult longevity and fecundity of *B. tabaci* under various temperatures

Tcmp. (°C)	n	Preoviposition period <sup>a</sup> (day)	♀ longevity (day)	Fecundity/♀	Fecundity/♀/day	Hatchability (%)	Emergence rate (%) (hatch to emergence),
20	25	2.8±0.6ab	23.6±5.2a	88.5±35.8a	3.4	85.2a	76.7a
25	25	1.2±0.1b	15.6±2.9b	103.3±30.3a	6.1	87.0a	71.5a
30	25	1.0±0.3b	14.0±4.0b	91.1±32.8a	6.1	78.0a	43.1b

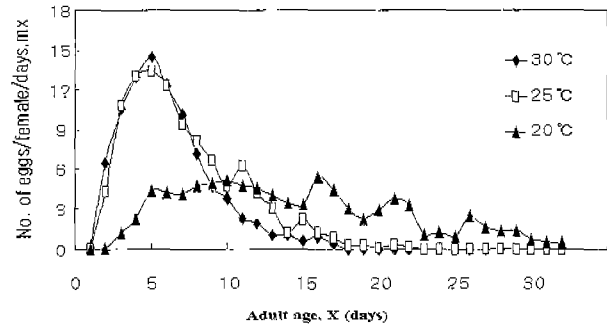
<sup>a</sup> Days from emergence to the first oviposition

<sup>b</sup> Means followed by the same letters are not significantly different (p=0.05; Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991])

도 비교에서 알, 약충, 알에서 성충까지 전자는 90.0, 294, 400일도, 후자는 84.7, 256.0, 346.7일도라고 보고하였는데, 본 종은 B biotype의 담배가루이임을 고려하여 *B. argentifolii*와 비교하여 볼 때 각 발육간에 약간의 차이는 있으나 비슷한 수준을 나타내었다.

**성충수명, 산란수 및 생존에 미치는 영향**

온도별 암컷 성충수명과 산란수는 Table 3에, 산란곡선은 Fig. 1에 나타내었다. 암컷 우화 후 일령별 산란곡선은 25°C와 30°C에서는 5일째 최대를 나타낸 후 급격히 산란수가 감소하는 경향을 보였으나, 20°C에서는 일정한 정점을 보이지 않고 장기간에 걸쳐 산란하는 경향을 나타내었다. 온도별 암컷성충의 산란전기와 성충수명은 20°C에서 각각 2.8일, 23.6일이었고, 30°C에서는 각각 1.0일, 14.0일로 온도가 높을수록 짧아지는 일반적인 경향을 나타내었으며, 20°C는 25°C와 30°C간에는 유의성이 인정되나, 25°C와 30°C간에는 유의성이 없었다. 암컷 한마리당 총산란수는 25°C에서 가장 많았고, 1일 산란수는 25°C와 30°C에서 비슷하였다. 이보다 온도가 낮은 20°C에서는 총산란수와 1일 산란수는 25°C와 30°C보다 적었지만 유의성은 없었다. 또한 부화율 25°C에서 가장 높았으나 온도간에 유의성은 없었으며, 우화율은 20°C에서 가장 높았다. 이상의 결과로 볼 때 담배가루이의 생식에 적합한 온도범위는 25~30°C인 것으로 판단된다. Bethke *et al.* (1991)은 성충수명이 26.7°C에서 7.6일, 32.2°C에서 10.4일, 암컷한마리당 산란수는 26.7°C에서 81개, 32.2°C에서 72개로 본 실험의 결과보다 성충수명은 짧았고 산란수는 적었다. Salas and Mendoza (1995)는 25°C조건에서 산란전기간은 1.4일, 성충수명은 암수 각각 19.4일과 19.0일이라 보고하였는데, 본 실험의 결과보다 3일 정도 긴 것으로 나타났다. 또한 암컷한마리당 평균산란수와 1일 평균산란수도 각각 194.9개, 11.7개로 본 실험의 결과보다 많았는데, 그 원인에 관해서는 정확히 알 수 없으나 온도를 제외한 실험조건의 차이(습도, 지역계통, 실험 곤충수 등)에서 오는 것으로 생각된다.



**Fig. 1.** Number of eggs per day of *B. tabaci* under various temperatures.

**개체군 증식에 미치는 영향**

온도에 따른 담배가루이의 생명표 분석 결과는 Table 4와 같다. 1세대에 요하는 평균기간(*T*)은 20°C에서 48.64일이고 30°C에서 22.76일로 온도가 높아질수록 짧았다. 1세대당 순증식율(*R<sub>o</sub>*)은 25°C에서 97.33으로 가장 컸고, 내적자연증가율(*r<sub>m</sub>*)은 30°C에서 0.196으로 가장 컸다. Gergis (1994b)는 담배가루이와 유사종인 *B. argentifolii* (B biotype의 담배가루이)의 온도와 기주별(오이, 목화, 서양호박, 토마토) 내적자연증가율은 담배가루이에서 4기주 모두(오이 0.198, 서양호박 0.19, 목화 0.158, 토마토 0.170) 28.4°C, 그리고 *B. argentifolii*에서 서양호박과 토마토(각각 0.236, 0.198)는 28.4°C, 그리고 오이와 목화(각각 0.224, 0.187)는 31.3°C에서 최고의 값을 나타내었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 이상의 결과에서 담배가루이의 발육과 생식에 온도가 중요한 영향을 미치며, 생명표분석을 통한 이 곤

**Table 4.** Comparison of life table parameters of *B. tabaci* under various temperatures

Temp. (°C)	<i>R<sub>o</sub></i>	<i>T</i>	<i>r<sub>m</sub></i>
20	76.38	48.64	0.089
25	97.33	27.67	0.165
30	85.65	22.76	0.196

*R<sub>o</sub>*: Net reproductive rate per generation

*T*: Mean generation time in day

*r<sub>m</sub>*: Intrinsic rate of natural increase

충의 증식에 적합한 온도범위는 30°C인 것으로 나타났다.

**담배가루이의 기주별 영향**

**알·약충의 발육기간**

각 기주별 알 및 약충 기간은 Table 5와 같다. 알 기간은 고추에서 8.4일과 가지에서 8.1일로 토마토에 7.3일에 비해 길었다. 약충 기간은 고추에서 19.7일이고 포인세치아에서 17.8일로 토마토의 13.9일에 비해 길었다. 알에서 우화까지의 발육기간은 토마토와 가지에서 21.2일과 22.2일이었으며 고추에서는 28.1일로 길었다. Bethke et al. (1991)은 포인세치아와 목화(25°C)에서 담배가루이의 알에서 성충까지 발육기간은 각각 23.2일과 25.6일로 기주간에 유의성이 없었으며, Salas and Mendoza (1995)는 토마토에서 22.3일, 그리고 Coudriet et al. (1985)은 26.7°C에서 17종의 기주식물에 대한 알에서 성충까지의 발육기간은 고추마와 상추에서 각각 18.6일, 19.4일로 가장 짧았고, 그 다음으로 콩, 목화, 호박, 가지, 오이가 20~21일이며 당근과 브로커리(broccoli)가 각각 29.8, 29.7일로 가장 길었다. 이 결과에서 고추마와 상치는 당근과 브로커리보다 30% 정도 발육기간이 짧았으며, 기주식물의 종류에 따라 차이가 있음을 보고하였다. 이상의 결과를 종합해 보면 적합한 기주는 발육기간이 짧았으며, 부적합한 기주는 발육기간이 긴 것으로 나타났다.

**Table 5.** Mean±SD duration of egg and nymphal period of *B. tabaci* under various host plants

Host plant	Egg	Nymph	Pre-adult stage
Red pepper <i>Capsicum annum</i>	8.4±0.7a <sup>a</sup>	19.7±0.9a	28.1±0.9a
Poinsetia <i>Euphorbia pulcherrima</i>	7.7±0.7ab	17.8±1.5b	25.5±1.8b
Tomato <i>Lycopersicon esculentum</i>	7.3±0.5b	13.9±0.9c	21.2±1.2c
Eggplant <i>Solanum melongena</i>	8.1±1.3a	14.1±1.8c	22.2±2.8c

<sup>a</sup> Means followed by the same letters are not significantly different (p = 0.05; Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991])

**Table 6.** Mean±SD duration of adult longevity and fecundity of *B. tabaci* under various host plants

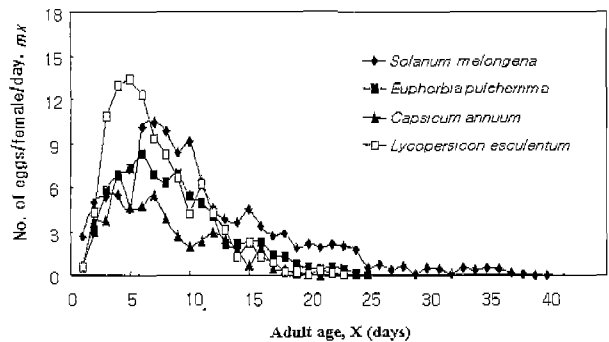
Host plant	n	♀ longevity	Fecundity/♀	Fecundity/♀/day	Hatchability (%)	Emergence rate (%)
<i>Capsicum annum</i>	20	13.2±3.8b <sup>a</sup>	56.4±10.6b	4.3	90.3a	1.4c
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	20	17.5±5.6b	84.5±32.2ab	4.8	83.7a	31.9b
<i>Lycopersicon esculentum</i>	20	15.6±2.9b	103.3±30.3a	6.6	87.0a	71.5a
<i>Solanum melongena</i>	20	26.5±3.2a	106.4±15.0a	4.0	89.7a	89.6a

<sup>a</sup> Means followed by the same letters are not significantly different (p=0.05; Duncan's multiple range test [SAS Institute, 1991])

**성충수명, 산란수 및 생존에 미치는 영향**

기주별 암컷 성충수명과 산란수는 Table 6, 산란곡선은 Fig. 2와 같다. 암컷 우화 후 일령별 산란곡선은 토마토에서는 5일째 최대를 나타낸 후 급격히 산란수가 감소하는 경향이였으며, 고추, 포인세치아에서는 일정한 정점을 보이지 않았고, 가지에서는 장기간에 걸쳐 산란하는 경향이였다. 암컷 성충수명은 고추에서 13.2일이고 가지에서는 26.5일이며 산란수는 고추에서 56.4개로 가장 적었으며, 가지에서 106.4개로 가장 많았다. 이런 결과는 잎의 성장정도에 따른 화학성분의 차이, 잎 뒷면의 모용밀도와 형태 등에 따라 섭식 및 산란행동에 영향을 미치는 것으로 생각되나 정확한 원인은 알 수 없다. 앞으로 이 두 기주(고추와 가지)에 대한 생육별 조사는 물론 물리, 화학적 원인 분석이 필요하다. Bethke et al. (1991)은 25°C 조건에서 포인세치아와 목화 집단의 담배가루이간의 성충수명은 유의성이 없었으며, 산란수는 포인세치아에서 85.0개로 목화의 31.8개 보다 많았음을 보고하였다.

각 기주에서 담배가루이의 부화율은 고추에서 90.3%로 가장 높았으며, 포인세치아에서 83.7%로 가장 낮았으나 기주간 큰 차이를 보이지 않았는데, 이미 산란된 상태이므로 기주의 영향을 받지 않는 것으로 생각된다. 우화율은 가지에서 89.6%로 가장 높았으나 가지의 잎은 미세한 가시가 무수히 들어나 있어 다른 작물과 혼재되어 있을 때는 성충이



**Fig. 2.** Number of eggs per day of *B. tabaci* under various host plants.

선호하지 않는 물리적 특징을 갖고 있다. 그러나 산란된 경우에는 높은 부화율과 우화율을 보여 담배가루이의 발육에 있어서 적합한 기주식물인 것으로 생각된다. 고추에서는 부화 후 2령으로 탈피하지 못하고, 대부분 죽어 우화율이 1.4%로 매우 낮게 나타났다(Table 6).

곤충은 기주잎의 영양상태, 물리적 및 화학적방어물질의 반응에 따라 기주 적합성의 중요한 원인이 결정 된다(Miller and Miller, 1986; Harborne, 1988). 담배가루이 약충의 사망요인은 기주식물의 종류가 크게 관여하는 것으로 생각된다. 본 연구에서 이용한 기주식물의 종류에 따라 부화유충에서 우화까지의 생존율이 88.2%의 차이를 보였다. 시험작물 중에서 가지와 토마토는 우화율이 각각 89.6%, 71.5%로 이 해충에 적합한 기주식물이라 생각되며, 포인세치아는 전자에 비하여 적합성이 떨어지며, 고추는 1.4%로 부적합한 식물이라 생각된다. 고추의 우화율이 낮은 이유는 잎에 약충의 사망률을 높이는 저해물질 또는 생존에 필요한 필수영양분의 결여가 원인일 가능성이 있지만, 현시점에서 명확히 설명할 수 없다.

#### 개체군 증식에 미치는 영향

기주에 따른 담배가루이의 생명표 분석 결과는 Table 7과 같다. 1세대에 요하는 평균기간( $T$ )은 토마토에서 27.67이고 고추에서 33.34였다. 1세대당 순증식율( $R_0$ )은 가지에서 106.08이고 고추에서 39.97로 가지에서 가장 높았으며 내적자연증가율( $r_m$ )은 토마토에서 0.165로 가장 컸다. 즉 담배가루이의 1세대당 순증식율은 가지, 내적자연증가율은 토마토에서 가장 높아 가지와 토마토가 이 해충에 적합한 기주식물이라 생각된다. Gergis (1994b)는 담배가루이와 유사종인 *B. argentifolii* (B biotype의 담배가루이)의 기주별(오이, 목화, 서양호박, 토마토) 내적자연증가율 비교에서 전반적으로 높았으며, 2종 모두 목화와 토마토보다 오이와 서양호박에서 높아 기주의 적합성이 높았다고 하였다.

이상의 결과에서 담배가루이의 발육과 생식에 미

치는 온도와 기주가 중요한 영향을 미치며, 생명표 분석을 통한 이 곤충의 증식에 적합한 온도범위는 30°C, 그리고 적합한 기주는 토마토(4~5엽기)인 것으로 나타났다. 그러나 이 결과는 제한된 4종의 기주식물에 대한 결과이므로 기주 적합성을 판단하기에 부족하다고 생각되며 다양한 기주식물에 대한 종합적인 검토가 있어야 할 것으로 생각된다.

## Literature Cited

- Berlinger, J.M., S. Lebiush-Mordechi, R. Dahan and R.A.J. Taylor. 1996. A rapid method for screening insecticides in the laboratory. *Pestic. Sci.* 46: 345-353.
- Bethke, J.A., T.D. Paine and G.S. Nuessly. 1991. Comparative biology, morphometrics, and development of two population of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsetia. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 84: 407-411.
- Brown, J.K., D.R. Frohlich and R.C. Rosell. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of or a species complex? *Annu. Rev. Entomol.* 40: 511-534.
- Butler, G.D. Jr., T.J. Henneberry and T.E. Clayton. 1983. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition and longevity in relation to temperature. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 310-313.
- Coudriet, D.L., N. Prabhaker, A.N. Kishara and D. Meyerdirk. 1985. Variation in development rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ. Entomol.* 14: 516-519.
- Dennehy, T.J. and L. Williams. 1997. Management of resistance in Arizona cotton. *Pestic. Sci.* 51: 398-406.
- Devine, G.J., J. Ishaaya, A.R. Horowitz and I. Denholm. 1999. The response of pyriproxyfen-resistant and susceptible *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to pyriproxyfen and fenoxycarb alone and in combination with piperonyl butoxide. *Pestic. Sci.* 55: 405-411.
- Elhag, E.A. and D.J. Horn. 1983. Resistance of greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in selected Ohio greenhouses. *J. Econ. Entomol.* 76: 945-948.
- Gergis, M.F. 1994a. Thermal requirements, developmental rates and prediction models of whiteflies in relation to temperature and host plants. Beltwide cotton conference. New Orleans. 1207-1210.
- Gergis, M.F. 1994b. Population growth and life table analysis of whiteflies in relation to temperature and host plants. Beltwide cotton conference. New Orleans. 1229-1230.
- Greathead, A.H. 1986. Host plants. pp. 17-25. In M.J.W. Cock [ed.], *Bemisia tabaci*-A Literature Survey on the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography. 121 pp. FAO/CAB, Ascot, UK.
- Harborne, J.B. 1988. Insect feeding preferences. pp. 147-185. In Introduction to ecological biochemistry. 356 pp. Academic Press. New York.
- Horowitz, A.R., Z. Mendelson, M. Cahill and I. Ishaaya. 1999. Managing resistance to the insect growth regulator, pyriproxyfen, in *Bemisia tabaci*. *Pestic. Sci.* 55: 272-276.
- Kim, G.H., Y.S. Lee, I.H., Lee and K.S. Ahn. 2000. Susceptibility of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to commercially registered insecticides in Korea. *Korean J. Pestic. Sci.* 4: 51-58 (in Korean).
- Lee, M.L. and P.J. De Barro. 2000. Characterization of different biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in South Korea based on 16s ribosomal RNA

**Table 7.** Comparison of life table parameters of *B. tabaci* under various host plants

Host plant	$R_0$	$T$	$r_m$
<i>Capsicum annum</i>	39.97	33.34	0.111
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	73.16	32.91	0.130
<i>Lycopersicon esculentum</i>	97.33	27.67	0.165
<i>Solanum melongena</i>	106.08	30.54	0.153

$R_0$  : Net reproductive rate per generation

$T$  : Mean generation time in day

$r_m$  : Intrinsic rate of natural increase

- sequences. *Korean J. Entomol.* 30: 125~130.
- Lee, M.L., S.B. Ahn and W.S. Cho. 2000. Morphological characteristics of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) and discrimination of their biotypes in Korea by DNA markers. *Korean J. Appl. Entomol.* 39: 5~12.
- Matsui, M. 1992. Irregular ripening of tomato fruit caused by the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) in Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 36: 47~49 (in Japanese).
- Miller, J.R. and T.A. Miller. 1986. *Insect-plant interactions*. 342 pp. Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg.
- Perring, T.M., A.D. Cooper, R.J. Rodriguez, C.A. Farrar and T.S. Bellow, Jr. 1993. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science* 259: 74~77.
- Prabhaker, N., N.C. Toscano, T.M. Perring, G. Nuessly, K. Kido and R.R. Youngman. 1992. Resistance monitoring of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the Imperial Valley of California. *J. Econ. Entomol.* 85: 1063~1068.
- Price, P.W. 1997. Demography: population growth and life Tables. pp. 305~340. *In Insect ecology*. 3rd ed., 874 pp. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Pruess, K.P. 1983. Day-degree methods for pest management. *Environ. Entomol.* 12: 613~619.
- Rubinstein, G., S. Morin and H. Czosnek. 1999. Transmission of tomato yellow leaf curl geminivirus to imidacloprid treated tomato plants by the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 92: 658~662.
- Salas, J. and O. Mendoza. 1995. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. *Florida Entomol.* 78: 156~160.
- SAS Institute. 1991. *SAS/STAT User's Guide: Statistics*, version 6.04. SAS Institute, Cary, N.C., U.S.A.
- Wagner, T.L. 1995. Temperature-dependent development, mortality, and adult size of sweetpotato whitefly biotype B (H) on cotton. *Environ. Entomol.* 24: 1179~1188.
- Zalom, F.G., E.T. Natwick and N.C. Toscano. 1985. Temperature regulation of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) population in Imperial Valley cotton. *J. Econ. Entomol.* 78: 61~64.

(Received for publication 16 February 2001; accepted 23 April 2001)