韓應昆誌 47(2): 163～168 (2008)
Korean J. Appl. Entomol.

가지에서 온도별 점박이응애 발육특성 및 생명표 통계량

김 주[1] · 이상구[2] · 김정만[1] · 권영립[1] · 김태홍[2] · 김지수*

무주군농업기술센터, [1]전라북도 농업기술원, [2]전북대학교 농업생명과학대학 생물자원과학부

Effect of Temperature on Development and Life Table Parameters of *Tetranychus urticae Koch* (Acari: Tetranychide) Reared on Eggplants

Ju Kim[1], Sang-Koo Lee[2], Jeong-Man Kim[1], Young-Rip Kwon[1], Tae-Heung Kim[2] and Ji-Soo Kim*

Muju Agricultural Technology Center, Muju, Chonbuk 568-812, Republic of Korea
[1]Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Republic of Korea
[2]Faculty of Biological Resources Science, Chonbuk National University, Chonju, Chonbuk 561-756, Republic of Korea

ABSTRACT : Temperature dependent development of *Tetranychus. urticae* Koch was studied on the leaf of eggplant at 17, 22, 27, 32 and 37℃. *T. urticae* showed a minimum mortality at 27℃ and it increased at higher or lower temperatures than 27℃. The hatchability was low at 17 and 37℃. The duration of development decreased with increasing temperatures i.e., 5.3d at 37℃ and 25.8d at 17℃. Linear regression analysis of temperature vs. rate of development yielded the higher $r^2 \geq 0.88$ resulting in a good fit of the estimated line in the range of 17~37℃. Developmental zero temperature was 12.5℃ for the entire immature stage of female and 12.8℃ for that of male. Thermal constants were 80.5 and 74.7 degree days for those of female and male, respectively. Adult life span and oviposition period decreased with increasing temperatures. The number of eggs laid per female peaked at 141.0 eggs at 27℃, while that was a minimum 78.0 eggs at 37℃. Rate of hatchability, ratio of female, and R_0 were increased up to 27℃, and than declined thereafter. Intrinsic rate of natural increase (Rm) increased with rising temperatures and showed a maximum 0.5652 at 37℃. Also, λ increased with increasing temperature. Doubling time (Dt) and generation time (T) decreased with increasing temperature.

KEY WORDS : Fecundity, Life table, Longevity, Developmental zero temperature, *Tetranychus urticae*

초 록 : 가지잎에서 점박이응애의 온도에 따른 발육 특성을 조사한 결과 17, 22, 27, 32, 37℃에서 점박이응애의 사충률은 27℃를 기준으로 온도가 올라가거나 내려감에 따라 증가하였고, 부화율은 17℃와 37℃에서 낮았다. 발육기간은 온도가 높아짐에 따라 감소하는 경향을 보이고 37℃에서 5.3일로 가장 짧고, 17℃에서 25.8일로 가장 길었다. 온도와 발육률의 관계를 직선회귀에 의해 분석한 결과 r^2값이 0.88 이상으로 본 실험에서 수행한 온도 17~37℃범위에서 점박이응애의 발육은 직선회귀에 부합되었다. 발육영점온도는 전체약충기간이 암컷 12.5℃, 수컷 12.8℃이었고, 전체약충기간의 유효적산온도는 암컷 80.5, 수컷 74.7일도였다. 성충의 수명과 산란기간은 온도가 올라감에 따라 짧아졌고, 암수의 비교에 있어서 암컷이 수컷에 비해 수명이 길었다. 온도에 따른 산란수는 27℃에서 141.0개로 가장 많았으며, 37℃에서 78.0개로 가장 적어 온도에 따른 변이가 컸다. 온도에 따른 부화율과 암컷의 비율도 27℃를 정점으로 온도가 높아지거나 낮아지면 감소하였다. 점박이응애의 R_0 (순증가율)는 온도가 27℃를 정점으로 온도가 높아지거나 낮아지면 감소하였고, r_m (내적자연증가율)은 온도가 높아짐에 따라 같이 높아져 37℃에서 최고치인 0.5652였으며, λ (기간증가율)도 온도가 높아짐에 따라 높아졌다. DT (배수기간)와 T (평균세대기간)는 온도가 올라감에 따라 감소하였다.

검색어 : 산란성, 생명표, 수명, 발육영점온도, 점박이응애

*Corresponding author. E-mail: bioagr@hanmail.net

가지는 토마토, 고추, 감자, 담배 등과 같이 가지과(Solanaceae) 식물이며, 학명은 *Solanum melongena* L.이다. 영명은 brinjal, eggplant이고 이는 유럽에 처음 소개된 가지가 달걀모양의 백색둥근가지에서 비롯된 것이며, 漢名으로는 茄子라고 하며 茄는 식물을 子는 열매를 의미한다(Lee *et al.*, 2003). 가지는 맛이 달고, 성질이 차서 열을 내리는 작용을 하고 풍열을 치료하며, 설사, 이질, 종기, 충치, 구강염, 혈압강하 등에 효과가 있고(Lee *et al.*, 2003), 칼로리는 적은 반면 비타민과 식이섬유가 많아, 체질의 산성화를 방지해주는 효과가 있어 건강에 대한 관심이 고조되는 최근 인기가 높아질 전망이다(R.D.A., 2002). 2006년에는 시설이 331 ha, 노지가 602 ha에서, 단수는 10a당 4,392 kg으로, 생산량은 36,205톤이었다(M.A.F., 2007).

가지에 발생하는 해충 종류로는 점박이응애(*Tetranychus urticae Koch*), 섬서구메뚜기(*Atractomorpha lata* Motschulsky) 등 40종이 기록되어 있고(KSPP, 1986), Chung *et al.* (2000)은 점박이응애를 가지의 주요 해충으로 보고하였다. 점박이응애는 분류학적으로 거미강(class Arachnida), 잎응애상과(superfamily Tetranychoidea) 잎응애과(family Tetranychidae)에 속하고 식식성이다(Lee, 1999). 점박이응애 기주식물은 뽕나무(*Morus alba* L.) 등 22종을 보고하였고(Baek, 1959), Hikizi (1967)는 겨울기간에 기생하는 기주로 뽀리뱅이(*Youngia japonica* (L.) DC) 등 8과 15종을 보고하였다. Lee and Lee (1995)는 콩이나 아카시아나무를 선호하였으며, 은행나무나 박하의 잎은 기피하였다고 하였다.

점박이응애는 발육적온이 20~28℃로 비교적 높은 온도에서 많은 발생을 보이는 해충이다(R.D.A., 2000). 그동안 점박이응애는 사과 등 과수의 주요해충이었으나(Yiem, 1993), 1970년대 들어와 시설하우스가 확대 보급되면서(M.A.F., 2007), 과수원뿐만이 아니라 시설 하우스내 채소작물에도 많은 발생을 보이고 있다.

점박이응애는 암조건에서 15℃와 25℃의 변온조건에서 휴면이 일어나지 않는다고 하였고(Verman, 1997), Kim *et al.* (2001b)은 시설재배 딸기포장에서 점박이응애가 10월부터 발생하여 겨울에도 밀도가 지속적으로 증가하였으며, 딸기 시설하우스의 최저온도가 5℃이상 유지되었고 낮 동안의 온도가 15~25℃정도 되었기 때문에 포장의 환경이 점박이응애의 휴면에 영향을 미치지 않았기 때문이라고 하였다. 강낭콩을 먹이로 점박이응애의 발육온도를 16, 20, 24, 28, 30, 33℃에서 사육한 결과 성비는 0.69~0.84범위로 암컷이 많았으며, 16℃에서는 발육기간이 629시간이었으나 33℃에서는 178시간으로 온도가 높을수록 발육기간이 짧아졌고 발육영점온도는 12.1℃ (Kim *et al.*, 2001a)라고 하였다. 그러나 기주식물과 재배환경에 따라 발육과 생태가 다를 것으로 생각되며 본 시험은 가지 잎을 먹이로 한 온도에 따른 발육속도를 조사하여 시설재배환경의 가지재배에 있어 점박이응애의 발생 예찰자료로 활용하기 위한 기초 자료로 삼고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험에 이용한 점박이응애는 전라북도농업기술원 가지 재배포장에서 채집하였으며, 원예연구소에서 개발한 가지전용양액(N-P-K-Ca-Mg = 10-3-6-3-2 me/L)으로 물 1톤당 KNO_3 606 g, $NH_4H_2PO_4$ 115 g, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 354 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 246 g, 붕산 3 g, 망간 2 g, 아연 0.22 g, 구리 0.05 g, 몰리브덴 0.02 g을 희석 용해한 양액을 공급하여 펄라이트 배지로 수경재배한 가지 잎을 먹이로 하여 항온기(27±1℃, 65±5% RH, 16L:8D)에서 누대 사육하고 있는 것을 사용하였다.

생존율과 발육기간

점박이응애의 발육에 미치는 온도의 영향을 조사하기 위하여 플라스틱 페트리디쉬(직경 10 cm, 높이 4.2 cm)의 바닥에 물에 적신 탈지면을 깔고 그 위에 직경 5 cm의 가지잎 절편에 암컷 성충을 접종한 후 산란시켜 알을 받았고, 직경 5 cm, 높이 7 mm 페트리디쉬에 직경 2 cm의 가지잎 절편를 만들어 그 위에 부드러운 붓을 이용하여 산란된 점박이응애 알을 한 개씩 옮겨 놓은 후 처리 온도별 50반복으로 조사하였다. 이 실험은 17, 22, 27, 32, 37℃ 항온기에서 실시하였으며 상대습도 65±5%, 광주기는 16L:8D이었다. 매일 일정한 시간에 꺼내어 현미경하에서 발육 상태 및 사충률을 조사하였다. 본 실험에서는 조사의 정확성과 완전한 령기 구분을 위해 탈피시마다 탈피각을 확인하면서 령기를 구분하였고 부화 후 첫번째 탈피 전까지를 유충, 두번째 탈피 전까지를 전약충, 세번째 탈피 전까지를 후약충, 3번 탈피 후 죽을 때까지를 성충기간으로 하였다. 이와 같이 사육하여 얻어진 결과를 이용하여 발육영점온도와 유효적산온도를 구하였다.

성충기간 및 산란특성

점박이응애의 약충이 세번째 탈피한 직후부터 알을 낳기 전까지를 산란전기간으로 하였고, 알을 낳는 기간을 산란기간, 산란을 멈추고 죽을 때까지를 산란후기간으로 하였으며, 산란전기간을 포함해서 죽을 때까지를 성충기간으로 하였다. 성충기간과 산란수는 24시간 간격으로 조사한 후 산란된 알을 제거하여 중복 조사를 피하도록 하였다. 성충기간과 산란수도 약충 기간과 같은 조건에서 조사하였다.

부화율과 성비

전항에서 온도에 따라 얻어진 알을 각각의 온도에서 사육하면서 부화된 알의 수를 세어 부화율을 조사하였고, 이들이 자라 성충이 될 때까지 사육하여 이들의 암수 성비를 조사하였다.

분석

- 선형발육모형

온도별 약충 발육기간, 성충수명, 산란수는 분산분석(ANOVA)을 이용하였으며, Tukey's studentized range test를 이용하여 유의성 검정을 하였다($P < 0.05$) (SAS Institute 1999).

온도와 발육기간의 관계분석은 선형발육모형을 이용하였다. 선형발육모형은 온도별 발육기간의 역수를 취하여 온도별 발육속도로 바꾼 후 온도와의 직선회귀식을 구하고, 그 식으로부터 발육속도가 0이 되는 온도를 발육영점온도로 정하였으며, 유효적산온도는 사육한 온도와 발육영점온도와의 차이를 발육기간에 곱한 값의 평균으로 구하였다.

- 생명표

생명표에서 이용되는 성비의 경우 점박이응애가 각 온도에서 산란한 알을 사육하여 얻은 성충으로 조사하였고, 약충의 발육기간, 사충률, 성충수명, 산란수 및 성비를 이용하여 점박이응애의 생명표를 작성하였다. 생명표는 Maia *et al.* (2000)에 따라 계산하였고, 매개변수 추정은 Meyer *et al.* (1986)이 제안한 Jackknife 방법으로 SAS (1999)를 이용하여 계산하였다.

결과 및 고찰

생존율과 발육기간

미성숙 점박이응애의 전체 사충률을 보면 27℃를 기준으로 온도가 낮아지거나 높아짐에 따라서 사충률이 높아졌으며, 특히 37℃에서는 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 알 시기의 사란률이 5개 조사 온도 모두에서 높게 나타났고, 특히 17℃와 37℃에서는 50%에 가까운 알이 부화하지 못 하였다. 그러나 유충, 전약충, 후약충의 사충률은 각 충태 또는 처리 온도별 차이가 적었다(Table 1). 또한 충분한 먹이의 공급과 물리적 요인인 적정한 온도에서는 알, 유충의 사망률이 낮다고 보고하여(Sabelis, 1985) 본 연구 결과의 27℃ 자료와 부합하였다.

온도에 따른 미숙 점박이응애의 단계별 발육은 Table 2와 같다(Female: egg; $F = 347.88$, df = 4, 76, $p < 0.0001$, larva: $F = 127.50$, df = 4, 76, $p < 0.0001$, protonymph; $F = 246.05$, df = 4, 76, $p < 0.0001$, deutonymph; $F = 173.45$, df = 4, 76, $p < 0.0001$, total immature; $F = 628.34$, df = 4, 76, $p < 0.0001$), (Male: egg; $F = 149.77$, df = 4, 43, $p < 0.0001$, larva; $F = 98.50$, df = 4, 43, $p < 0.0001$, protonymph; $F = 95.82$, df = 4, 43, $p < 0.0001$, deutonymph; $F = 127.11$, df = 4, 43, $p < 0.0001$, total immature stage; $F = 409.61$, df = 4, 43, $p < 0.0001$). 온도가 높아짐에 따라 발육기간은 17℃에서 25.8일로 가장 길었고, 22℃는 14.3일, 27℃는 9.0일, 32℃는 6.9일, 37℃는 5.2일이었다. 즉 온도가 높아짐에 따라 발육기간은 짧아

Table 1. The mortality of immature stage *T. urticae* at different temperatures

Temp. (℃)	No. eggs tested	Egg mortality (%)	Immature stage mortality (%)			
			Larva	Protonymph	Deutonymph	Total immature stage
17	98	49.0	4.0	4.0	8.0	16.0
22	80	30.0	3.6	7.1	4.0	14.3
27	62	19.4	4.0	2.0	6.0	12.0
32	96	27.1	2.9	5.7	5.7	14.3
37	80	55.0	5.6	11.1	5.6	22.2

Table 2. The development period (days±SE) for immature and total immature stages of *T. urticae* at different temperatures

Temp. (℃)	Sex (n)	Egg	Developmental period of immature (Mean±SD, days)			
			Larva	Protonymph	Deutonymph	Total immature stage
17	Female (15)	9.1±0.80 A[z]	5.6±0.51 A	5.5±0.52 A	5.5±0.52 A	16.6±0.91 A
	Male (6)	9.0±0.89 a	5.7±0.52 a	5.3±0.52 a	6.0±0.00 a	17.0±0.63 a
	Average	9.1	5.6	5.4	5.7	16.7
22	Female (16)	6.3±0.60 B	2.5±0.63 B	2.7±0.48 B	2.81±0.40 B	8.0±0.82 B
	Male (9)	6.2±0.67 b	2.8±0.44 b	2.4±0.53 b	2.9±0.60 b	8.1±0.93 b
	Average	6.3	2.6	2.6	2.8	8.0
27	Female (18)	3.8±0.44 C	1.8±0.83 C	2.1±0.60 C	1.9±0.60 C	5.8±0.67 C
	Male (13)	3.7±0.48 c	1.6±0.51 c	1.3±0.44 c	2.1±0.28 c	4.9±0.64 c
	Average	3.7	1.7	1.6	2.0	5.3
32	Female (18)	2.8±0.51 D	1.6±0.51 CD	1.2±0.38 D	1.5±0.51 D	4.2±0.65 D
	Male (12)	2.8±0.58 d	1.5±0.52 cd	1.1±0.29 c	1.3±0.49 d	3.9±0.67 d
	Average	2.8	1.6	1.1	1.4	4.1
37	Female (10)	1.5±0.53 E	1.3±0.54 D	1.0±0.16 D	1.3±0.48 D	3.5±0.97 E
	Male (4)	2.0±0.00 e	1.0±0.00 d	1.0±0.00 c	1.5±0.58 d	3.5±0.58 d
	Average	1.6	1.2	1.0	1.4	3.5

[z] Within a column, means with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$, Tukey's studentized range test).

졌다. 알의 발육기간도 각각 9.1, 6.3, 3.7, 2.8, 1.6일로 온도가 높아짐에 따라 알이 부화하는데 걸리는 시간 또한 짧아지는 것을 알 수 있었으며 온도에 따른 발육기간의 유의성이 95% 수준에서 유의함을 보였다. Kim *et al.* (2001a)은 강낭콩 잎을 먹이로 점박이응애의 발육을 16~33℃까지 6단계로 살펴보았는데 16℃ 26.2일, 20℃ 18.6일, 24℃ 12.6일, 28℃ 7.3일, 33℃ 7.4일로 온도가 증가하면서 발육기간도 짧아졌으나 33℃에서는 28℃의 발육기간과 유사하여 본 실험에서의 결과와 상이함을 보였다. 이는 먹이로 공급한 가지 잎이나 강낭콩 잎에 의한 차이라기보다는 온실과 같이 고온의 환경에 적응한 점박이응애의 생태형으로 사료되며, 온도가 높은 시설하우스에 적응한 응애가 발생시 밀도가 급속하게 증가 할 것이므로 온도 관리가 중요한 것으로 사료된다.

본 연구의 조사온도 범위에서 온도별 발육기간이 직선적인 관계이고 결정계수 값이 0.88 이상으로 단순회귀식에 비교적 잘 적용이 되었으며 암컷과 수컷의 알, 유충, 전약충, 후약충, 전체기간의 발육영점온도는 각각 15.1, 9.7, 13.5, 10.3, 12.5; 12.6, 12.6, 11.4, 10.0, 12.8℃로 암컷보다 수컷의 발육영점온도가 조금 높게 나타났다. 또한 암컷과 수컷의 알, 유충, 전약충, 후약충, 전체기간의 유효적산온도는 암컷이 각각 37.3, 34.5, 22.8, 34.5, 80.5이고, 수컷이 각각 51.0, 25.7, 24.6, 36.4, 74.7일도로 암컷이 수컷보다 높은 경향이었다(Table 3). Kim *et al.* (2001a)

Table 3. Estimated parameter of a linear model regression for nymphal and total immature stages of *T. urticae*

Stage		Intercept	Slope	ρ[z]	DD	r^2
Egg	Female	-0.39±0.155	0.026±0.006	15.1	37.3	0.88
	Male	-0.24±0.051	0.019±0.002	12.6	51.0	0.97
Larva	Female	-0.28±0.081	0.029±0.003	9.7	34.5	0.97
	Male	-0.49±0.119	0.039±0.004	12.6	25.7	0.97
Protonymph	Female	-0.62±0.136	0.045±0.005	13.5	22.8	0.97
	Male	-0.49±0.195	0.043±0.007	11.4	24.6	0.93
Deutonymph	Female	-0.31±0.056	0.030±0.002	10.3	34.5	0.99
	Male	-0.28±0.167	0.028±0.006	10.0	36.4	0.88
Total	Female	-0.10±0.017	0.008±0.001	12.5	80.5	0.98
	Male	-0.09±0.007	0.007±0.001	12.8	74.7	0.99

[z] The developmental threshold (ρ) = (-intercept/slope).

의 전체 미숙 발육영점온도는 12.1℃라 하여 본 연구결과와 약간의 차이를 보였다.

성충기간 및 산란특성

성충기간은 온도가 높아짐에 따라 암컷과 수컷 모두 짧아졌으며(Table 4, Fig. 1) (Female: $F = 92.84$, df = 4, 67, $p < 0.0001$; Male: $F = 20.76$, df = 4, 39, $p < 0.0001$), 산란기간도 온도가 높아짐에 따라 짧아졌다($F = 66.39$, df = 4, 65, $p = 0.0001$). 또한 암컷이 수컷에 비해 수명이 길었으나 Lo and Ho (1979)와 Kim *et al.* (1996)의 결과보다 짧았다.

온도에 따른 점박이응애의 산란수는 27℃를 기준으로 온도가 높거나 낮으면 감소하였고, 산란수는 최대 141.0개에서 최소 78.0개까지 변이가 컸는데($F = 8.64$, df = 4, 68, $p < 0.0001$; Table 4), 일일산란수도 산란수의 경향과 같이 나타났다($F = 7.45$, df = 4, 68, $p < 0.0001$). Kim (1984)은 배나무잎을 먹이로 하여 20, 25, 30, 35℃의 온도에서 사육한 결과 산란기간 및 산란수는 온도가 증가할수록 감소한다고 하였는데 본 연구결과의 높은 온도처리에서 유사한 경향이었다.

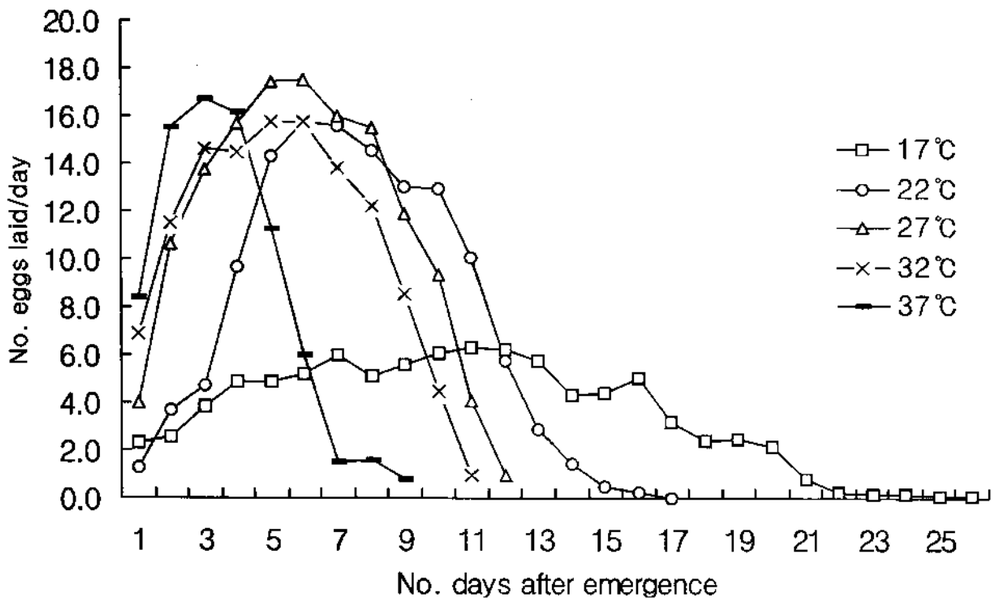

Fig. 1. Age-specific daily fecundity of *T. urticae* at different temperatures.

부화율과 성비

점박이응애는 27℃를 기준으로 온도가 높거나 낮으면 부화율이 낮았고($F = 410.37$, df = 4, 63, $p < 0.0001$; Table 5), 성비 또한 같은 경향을 보였다($F = 3.26$, df = 4, 63, $p < 0.0171$). 이는 강낭콩 잎을 먹이로 점박이응애를 28℃를 중심으로 7개 처리온도에서 사육하면서 성비를 조사한 결과 28℃를 정점으로 온도가 높거나 낮을 때 성비도 감소한다는 Kim *et al.* (2001a)의 보고와 일치하였고, Wermelinger and Delucchi (1990)는 생육에 적합한 온도에서 성비가 증가하고 이는 곤충밀도 증가의 중요한 요인이라고 하였다. 본 연구결과 27℃가 성충기간, 산란특성, 부화율, 성비 등으로 보아 점박이응애가 번식하기에 적합한 온도인 것으로 생각되며, 온실에서 점박이응애 방제의 기초 자료로 활용할 수 있으리라 사료된다.

생명표

점박이응애의 생명표 추정 매개변수는 Table 6과 같다. 순증가율(R_0)은 27℃를 기준으로 온도가 높거나 낮으면 낮아지는 경향이었다. 내적자연증가율(r_m)과 기간증가율

Table 4. Adult longevity and fecundity in days of *T. urticae* at different temperatures (mean±SD)

Temp. (℃)	No. adults tested	Longevity		No. oviposition	Oviposition rate (eggs/day)
		Female	Male		
17	16	20.7±3.35 a[z]	16.2±3.19 a	90.2±20.32 b	3.0±2.37 b
22	15	14.3±1.61 b	12.8±2.64 b	121.5±36.17 a	7.4±6.03 a
27	18	10.6±1.24 c	7.2±2.59 cd	141.0±14.07 a	11.4±5.70 a
32	18	9.2±2.07 c	8.0±2.34 c	119.1±35.82 a	10.8±4.96 a
37	10	5.4±1.65 d	5.0±1.41 d	78.0±26.99 b	8.7±6.57 a

[z] Within a column, means with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$, Tukey's studentized range test).

Table 5. Hatchability and sex ratio of *T. urticae* at different temperatures on eggplant leaf

Temp. (℃)	No. eggs tested	Hatchability (%)	Sex ratio (%)
17	1,441	66.0±9.47 b[z]	0.67±0.060 c
22	1,823	87.9±6.97 a	0.69±0.089 bc
27	1,269	91.0±1.51 a	0.75±0.052 a
32	2,149	88.4±3.83 a	0.74±0.061 ab
37	780	58.8±14.61 c	0.71±0.034 abc

[z] Within a column, means with the same letter are not significantly different ($P > 0.05$, Tukey's studentized range test).

Table 6. Life table parameters of *T. urticae* at different temperatures

Temp (℃)	R_o	r_m	λ	T	DT
17	49.1474±2.47555	0.1330±0.00276	1.1422±0.00315	29.2963±0.44204	5.2111±0.10896
22	74.7835±5.64237	0.2440±0.00380	1.2763±0.00486	17.6938±0.23176	2.8402±0.04407
27	93.4322±2.13211	0.3659±0.00396	1.4419±0.00570	12.3983±0.14074	1.8940±0.0249
32	75.0275±5.13118	0.4408±0.00918	1.5539±0.01428	9.7975±0.19339	1.5717±0.03263
37	42.7822±4.68202	0.5652±0.01834	1.7596±0.03228	6.6514±0.23034	1.2250±0.03983

R_o; net reproductive rate (female/female), r_m; intrinsic rate of increase (female/female/day), DT; doubling time (day), λ; finite rate of increase (female/female/day), T; mean generation time (day).

(λ)은 온도가 상승함에 따라 매개변수 값이 증가하였으나, 평균세대기간(T)과 배수증가기간(DT)의 매개변수는 온도가 올라감에 따라 낮아지는 경향을 보였다. Marcic (2003)은 자주광대나물(*Lamium purpureum* L.)을 먹이로 27℃에서 점박이응애를 사육한 결과 R_o는 76.23, r_m은 0.310, λ는 1.363, DT는 2.24, T는 13.98 성비는 0.64라고 하여 본 실험의 27℃ 보다는 발생이 감소한 경향이었다. 이는 먹이와 환경의 차이에 기인한 것으로 생각되며, 미성숙 응애를 조사하는 주기에 의한 결과가 생명표에도 영향을 준 것으로 생각된다.

Literature Cited

Baek, U.H. 1959. Mites of apple. Society of Applied Zoology 2(1): 37-45.

Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 2000. Chemical control system of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in eggplants. J. Asia-Pacific Entomol. 3: 1-9.

Hikizi, N.M. 1967. About the ecological habits of two-spotted mite. (1) Host plant of two-spotted mite in winter. Annual Research Report of North Japan Disease and Pest Institute 11(18): 119.

Kim, D.I., S.C. Lee, and S.S. Kim. 1996. Biological characteristics of *Amblyseius womersleyi* Schica (Acarina: Phytoseiidae) as a predator of *Tetranychus Kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 35: 38-44.

Kim, J.S., C. Jung, and J.H. Lee. 2001a. Parameter estimation for temperature-dependent development model of *Tetranychus urticae Koch* immature development. J. Asia-Pacific Entomol. 4(2): 123-129

Kim, S.S. 1984. Host range, population fluctuation, and effect of temperature of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* K.). M. S. thesis. Joennam National University Kwangju, Korea. pp. 11-17

Kim, Y.H., J.H. Kim, and S.G. Park. 2001b. Occurrences of two-spotted spider mite on strawberry in commercial vinyl greenhouses. Korean Journal of Entomology 31(2): 139-142.

KSPP. 1986. A list of plant diseases, insect pests, and weeds in Korea. KSPP p. 633

Lee, J.M., K, P. Kim, I.S. Kim, J.Y. Kim, J.H. Kim, H.Y. Kim, W. Moon, K.W. Park. Y. Park. Y.B. Park, J.B. Park. H.Y. Park. H.K. Park. J.K. Seo. S.L. Yang, Y.J. Yang, S.O. Lyu, H.M. Yun, J.S. Eun, B.I. Lee, S.S. Lee, Y.B. Lee, Y.B. Lee, S.J. Jeong, H.D. Jeong, J.L. Jo, and J.M. Hwang. 2003. Newly published vegetable horticulture particulars. Hayngmoonsa, Seoul, Korea, pp. 159-170.

Lee, S.Y. 1999. Host-preference of two spider mites, *Tetranychus urticae* and *Tetranychus kanzawai* (Tetranychidae: Acari). Ph. D. Dissertation, Chonbuk National University, Jeonju, Korea, p. 4.

Lee, W.K and S.Y. Lee. 1995. Studies on behavior of two-spotted spider mites. Natural Science Research Bulletin 39 of Chonbuk National University. pp. 207-214.

Lo, K.C. and C.C. Ho. 1979. Influence of temperature on life history, predation, and population parameters of *Amblyseius longispinosus* (Acarina: Phytoseiidae). J. Agric. Res. China 28: 237-250.

M.A.F. 2007. Production output of vegetable on 2006. 89-101 pp. Ministry of Agriculture and Forestry.

Maia, A.H. N., A.J.B. Luiz and C. Campanhola. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational aspects. J. Econ. Entomol. 93: 511-518.

Marcic, D. 2003. The effects of clofentezine on life-table parameters in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology 30: 249-263.

Meyer, J.S., C.G. Igersoll, L.L. Macdonald, and M.S. Boyce. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs bootstrap techniques. Ecology 67: 1156-1166.

R.D.A. 2000. Diagnosis and control of disease and pest on vegetables. 1th ed., 199 pp. Academybook, Korea.

R.D.A. 2002. Eggplant growth technics. Rural Development Administration. pp. 25-159.

Sabelis, M. W. 1985. Development, In "W. Helle and M. W. Sabelis [eds.], World crop pests: spider mites, their biology, natural enemies and control." Vol. 1b. Elsevier, Amsterdam. pp. 43-53.

SAS Institute. 1999. SAS version 8.1 ,SAS Institute, Cary, N.C.

Verman, A. 1997. Aspects of the induction of diapause in a laboratory strain of the *Tetranycychus urticae*. J. Insect Physiol. 23: 703-711.

Wermelinger. B. and V. Delucchi. 1990. Effect of sex-ratio on multiplication of the two-spotted spider mite as affected by leaf nitrogen. Experimental and Applied Acarology 9(1-2): 11-18.

Yiem, M.S. 1993. Distribution characteristics and the effects of precipitation and wind velocity on field population density of *Tetranychus urticae* koch on apple trees. RDA. J. Agri. Sci. 35(1): 403-408.

(Received for publication May 12 2008;
revised June 20 2008; accepted June 23 2008)