

## 시설 재배 가지에서 질소 시비 수준에 따른 점박이응애의 생물적 특성

김 주\* · 이상구<sup>1</sup> · 김정만 · 김태홍<sup>1</sup> · 문형철 · 최규환 · 최동철전라북도농업기술원, <sup>1</sup>전북대학교 농업생명과학대학 생물자원과학부Bionomics of *Tetranychus urticae* Koch on Eggplants under Various Nitrogen Regimes in Controlled EnvironmentJu Kim\*, Sang-Koo Lee<sup>1</sup>, Jeong Man Kim, Tae-Heung Kim<sup>1</sup>, Hyung-Cheol Moon, Kyu-Hwan Choi and Dong-Chil Choi

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

<sup>1</sup>Faculty of Biological Resources Science, Chonbuk National University, Chonju, Chonbuk 561-756, Korea

**ABSTRACT** : Development of *T. urticae* was studied on the leaves of eggplant grown in hydroponics with nitrogen contents of 5 mM, 10 mM, 30 mM, and 60 mM. As the nitrogen level in hydroponics increased, it also increased in the plant whereas that of K, Ca, and Mg decreased. More nitrogen in hydroponics resulted in increased contents of water and crude protein, and decreased ash, carbohydrates, and fibers within the plant. Biomass was the heaviest as 989.5 g at 10 mM and the lightest at 60 mM. Leaf thickness and the content of chlorophyll increased as the content of nitrogen increased. Laboratory leaf disc tests obtained from plants grown at various nitrogen levels revealed that feeding and oviposition preferences of *T. urticae* were high at 30 mM and low at 5 mM. Ratio of damaged leaf by naturally occurring *T. urticae* on eggplants of 99 days post-transplant in the greenhouse was the highest as 98% at 60 mM. Degrees of damage on eggplants with and without *T. urticae* infestation turned up more as the differences in the levels of nitrogen in the hydroponics get bigger. No definite differences in the rate of *T. urticae* development was found between nitrogen treatment levels but, mortalities in immature stages dropped as the nitrogen levels went up. Adult longevity was the longest of 11.9 for female and 6.9 days for male at 60 mM. Oviposition period was also the longest as 11.7 days at 60 mM and shortened as the level of nitrogen decreased. The number of eggs oviposited was the most as 144.4 at 60 mM while it was the least as 41.0 at 5 mM. Sex ratio was 0.75 in favor of female at 10 mM.  $R_0$  and  $T$  increased, no trends were detected in  $r_m$  and  $\lambda$ , while  $Dt$  decreased as the levels of nitrogen went up.

**KEY WORDS** : Nitrogen application level, Oviposition preference, Development period, Mortality, Fecundity, Sex ratio

**초 록** : 질소를 5, 10, 30, 60 mM 수준으로 재배한 가지잎을 먹이로 점박이응애의 발육을 조사하였다. 질소 시비수준이 증가함에 따라 식물체내 N함량은 증가하였으나 K, Ca, Mg는 감소하였으며, 수분함량과 조단백질은 증가하였지만 회분, 탄수화물, 섬유소 등은 감소하였다. 질소 시비수준에 따른 수량은 10 mM처리에서 주당 989.5 g으로 가장 많았고, 60 mM처리에서 가장 적었다. 잎 두께와 엽록소함량은 질소함량이 증가할수록 증가하였다. 엽면에서 실내실험 결과 식이선호성과 산란선호성은 30 mM처리에서 높았고, 5 mM처리에서 낮았다. 온실에서 정식 99일 후 자연 발생하는 점박이응애의 피해율은 60 mM에서 98%로 가장 높았고 방제구와 피해구의 생육은 질소농도가 높을수록 차이가 커졌다. 점박이응애의 발육은 처리 간에 경향을 찾을 수가 없었으나 엽내 질소함량이 높을수록 각 영기별 사망률은 낮아졌다.

\*Corresponding author. E-mail: kimju114@hanmail.net

성충의 수명은 질소함량이 높은 60 mM처리에서 암수 각각 11.9일, 6.9일로 길었다. 산란기간도, 60 mM처리에서 11.7일로 가장 길고 질소함량이 낮아질수록 짧아졌다. 산란 수는 질소함량이 높은 60 mM처리에서 144.4개로 가장 많았고, 5 mM처리에서 41.0개로 가장 적었다. 성비는 10 mM처리에서 0.75로 암컷의 비율이 높았다.  $R_0$ 와 T는 질소수준이 높을수록 증가하였고,  $r_m$ 과  $\lambda$ 는 처리 간에 경향이 없었으며, DT는 감소하였다.

**검색어** : 질소공급수준, 산란선호성, 발육기간, 사망률, 산란수, 성비

가지는 토마토, 고추 등과 같이 가지과(Solanaceae) 식물이며, 학명은 *Solanum melongena* L.이다. 영명은 brinjal, eggplant이고 이는 유럽에 처음 소개된 가지가 달걀모양의 백색등근가지에서 비롯된 것이며, 漢名으로는 茄子라고 하며 茄는 식물을 주는 열매를 의미한다(Lee *et al.*, 2003).

1970년대 초부터 폴리에틸렌 필름이 보급되고 국가경제 발전과 국민 식생활 변화로 신선한 과채류에 대한 수요가 증가함에 따라, 연중 재배할 수 있는 시설재배가 전국적으로 급격히 증가하였다(Lee *et al.*, 1993). 가지에 있어서도 전통적으로 2월 중순에 파종하여 4월 하순경에 노지에 정식하는 조숙재배 작형이 일반적이었으나, 시설하우스가 보급되면서 11월 중순에 파종하여 2월 상순에 정식하고 4월 상순부터 7월 하순까지 수확하는 반촉성재배나, 6월에 파종하여 8월 하순에 정식하고 이듬해 6월까지 생산하는 촉성재배 작형이 도입되어 재배방식이 시설재배로 변화되었다.

그러나 이러한 시설재배지는 작물이 연중 재배되므로 비료 및 퇴비를 매 작기마다 사용하여 노지재배보다 많은 비료를 투입하고, 자연강우의 차단과 보온으로 표층온도가 상승하여 양분의 용탈과 유실은 적은 반면 작물의 왕성한 증산에 의한 토양양분의 상승이동으로 염류 및 양분이 표층에 집적되게 된다(Lee *et al.*, 1993). 시설재배지역의 토양 중  $\text{NO}_3\text{-N}$  함량은 경작 년 수가 늘어날수록 증가하였고, 이러한 현상은 작물의 염류장해 유발뿐만 아니라 이들이 유실될 경우 하천과 호수, 지하수를 오염시키고 있어 토양검정에 의한 비료물질의 투입량이 조정되어야 한다(Yuk *et al.*, 1993).

또한 국화에서 질소의 시비량을 늘리면 엽내 질소수준은 증가하고 엽내 질소수준이 높아지면 꽃노랑총채벌레의 발생이 증가하였고(Chau *et al.*, 2005), Yiem *et al.* (1993)은 엽내 질소함량이 많은 사과 Fuji와 Starkrimson 품종에서 점박이응애의 발생이 높고, 상대적으로 질소함

량이 낮은 Horei와 Golden Del. 품종에서 발생이 낮아 질소가 점박이응애의 발생에 영향을 미친다고 하였다. Rodriguez (1951)는 질소의 공급이 점박이응애 피해와 정의 상관성이 있었고, 사과 엽 및 딸기에 질소함량이 높으면 점박이응애의 번식력이 증가된다고 하였으며, Fritzsche *et al.* (1980)은 질소 사용량이 수준이상일 때는 엽 조직내 당 함량이 감소되어 산란수가 감소된다고 하여, 산란수와 탄수화물과는 정의 상관성이 있다고 하였다.

Bents *et al.* (1995)은 질소수준에 따른 담배가루이의 발생을 조사하였는데, 곤충은 기주식물의 색택, 냄새 등에 유인되고, 식물조직표면의 감촉으로 섭식과 산란위치를 찾으며, 식물체의 물리적 구조와 식물체내 영양원의 구성에 의해 발육기간, 생존율, 산란수 등이 결정된다고 하였다. 이러한 결과는 해충 발생과 밀도증가에 직접적 영향을 미치고, 특히 식물조직 내 질소수준의 함량은 발생과 산란수에 많은 영향을 끼친다고 하였다. 사과 잎에서 질소수준이 증가하면 산란수가 증가하며 암컷의 성비가 증가하고, 암컷의 비율은 산란수와 함께 밀도증가의 매우 중요한 요인이며, 질소수준이 높은 사과 잎에서 순증기율( $R_0$ )은 증가하였으며 세대기간은 짧아진다(Wermelinger and Delucchi, 1990). 이외 많은 연구자들의 식물체내 질소 증가가 해충의 발생에 영향을 미친다는 보고가 있다.

따라서 본 시험에서는 시설가지의 질소 시비수준이 엽의 무기원소와 영양성분에 미치는 영향과 엽의 질소수준에 따른 점박이응애의 발생에 미치는 제 요인을 조사, 분석함으로써 해충종합관리(IPM)의 시비 자료로 삼고자 하며, 천적사육을 위하여 점박이응애 대량증식에 작물의 영양조절 위한 기초 자료로 삼고자 본 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

전라북도농업기술원 육묘장에서 가지(품종: 축양)를 육

묘하여 2005년 9월 17일에 정식하였다. 1/2000a 와그너 포트에 한냉사를 밑 부분에 깔고 펠라이트를 채운 후 가지를 정식하고 줄기는 I자형 2본으로 유인 재배하였다.

가지를 펠라이트 수경재배를 통하여 각 질소 수준을 달리하여 양액을 급액 하였는데, Hoagland용액(Hoagland and Arnon, 1950)과 농촌진흥청 원예연구소에서 개발한 가지전용액(R.D.A., 2002)을 참고하여 질소농도를 4수준으로 설정 공급하였다. 질소수준별로 무기원의 조성은 Table 1과 같은 기준으로 일일 주당 2 l를 급액하면서 식물을 재배하였고, 배액 량이 25%정도가 되도록 하여 무기염이 배지에 집적되는 것을 방지하였다. 점박이응애를 사육하기 위한 잎은 식물체의 중간부위에서 완전히 전개되고 노화되지 않은 잎을 먹이로 사용하였다. 질소를 전혀 사용하지 않을 경우 식물이 성장하지 않아 잎을 채취할 수가 없어 질소 무시용구는 처리하지 못하였다. CI가 다르게 들어간 것은 비료염이 여러 원소들이 서로 결합된 화합물 형태로 되어 있었기 때문이다.

### 질소 시비수준에 따른 식물체의 무기물과 영양성분

질소수준에 따른 식물체 엽의 무기성분 분석을 위해 2월에 상위 3엽을 채취하여 식물체를 건조(60°C, 24시간)시키고, 20 mesh체를 통과하도록 분쇄하여 항량 병에 보관한 후 분말시료를 0.5 g 평량하여 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O 분해법에 따라 분해한 다음 여과하여 100 mL로 정용하였다. K, Ca, Mg, Na은 원자흡광분석법(Varian SpectraAA 55b)으로 분석하였고, 질소는 Kjeldahl중류법, 인산은 Lancaster법으로 분석하였다.

잎의 수분은 105°C 상압가열건조법, 영양분석은 가지 잎 1 kg을 채취하여 -70°C로 냉동시킨 뒤 동결 건조시켜 약 60 mesh 크기로 분말화한 후, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 조단백질 함량은 Kjeldahl법으로, 조섬유 함량은 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaOH 분해법으로, 조회분은 직접회화법으로 측정하였다. 또한 총량에서 조회분, 조단백질, 조지방 및 조섬유의 양을 뺀 값을 탄수화물량으로 나타내었다(Lee

and Hwang, 1998). 칼로리는 K.F.D.A. (2005)의 기준에 따라 산출하였다(K.F.D.A., 2005). 설탕, 포도당, 과당 등의 유리당은 초음파 추출기로 추출하여 HPLC로 분석하였다.

### 질소 시비수준에 따른 가지의 수량과 잎의 생물적 특성

착과촉진제인 4-시피에이액제(4-CPA, 액제, 0.15%) 50 배액을 개화당일 살포하여 착과를 유도하였고, 전 생육기간 동안 수확적기에 도달한 가지의 수량을 조사하였다. 잎의 두께는 상위 4-5엽의 엽장이 15 cm전후인 잎을 채취하여 캘리퍼스도 두께를 측정하였고, 엽의 무게는 지름 3.3 cm의 엽편을 만들어 정밀저울(Ohaus, Explorer E12140)로 무게를 조사하였다. 엽록소함량은 SPAD-502 (Minolta Co.)로 측정하였다.

### 질소 시비수준에 따른 점박이응애의 식이 및 산란 선호성

직경 9.4 cm 높이 4.2 cm의 곤충사육용 페트리디쉬에 탈지면을 깔고 증류수를 포수시킨 후 질소 수준별로 재배한 가지 잎을 직경 2 cm 정도의 엽편을 만들어 페트리디쉬 가장자리에 점박이응애가 이동 할 수 있도록 엽편이 겹치게 2반복 배열을 하여 3개의 페트리디쉬에 6반복하였다. 엽편이 배열된 안쪽에 지름 3 cm 정도되는 원형 플라스틱 조각을 잘라 엽편과 겹치게 얹은 다음, 점박이응애가 붙은 가지잎을 플라스틱 조각위에 올려놓았다. 플라스틱 조각 위에 가지 잎은 수분공급이 되지 않아 건조가 진행될 반면 질소 수준별로 진열해 놓은 가지 엽편은 수분이 공급됨에 따라 건조하지 않았고 플라스틱 조각위에 가지 잎의 건조가 진행됨에 따라 먹이 조건이 나빠지고 점박이응애는 엽편으로 이동을 하였다. 이때 이동한 점박이응애의 수를 실체현미경으로 관찰하여 처리별 엽편에 모이는 점박이응애 수를 세어 식이 선호성을 조사하였고, 여기에 산란한 알의 수를 세어 산란 선호성을 조사하였다.

**Table 1.** Composition of nutrient solution on different nitrogen application levels in eggplant hydroponics

Nitrogen application level (mM)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
	(mM)							
5	4.0	1.0	1.0	6.0	1.5	1.0	1.0	4.0
10	8.5	1.5	1.0	6.0	1.5	1.0	1.0	0.0
30	18.5	11.5	1.0	6.0	1.5	1.0	1.0	0.0
60	33.5	26.5	1.0	6.0	1.5	1.0	1.0	0.0

**온실에서 질소 시비수준에 따른 점박이응애의 기주 선호성과 피해수준**

온실에서 질소 수준에 의한 기주 선호성, 피해 엽률, 엽당마리 수를 조사하기 위하여 점박이응애 방제구와 점박이응애를 접종한 피해구를 나누어 2006년 5월 7일에 정식, 상기와 동일한 방법으로 양액을 공급하면서 재배하였다. 조사는 생육과 발생 엽률 및 엽당마리수를 6월 5일, 7월 5일, 8월 5일 3회에 걸쳐 확대경을 이용 조사하였다.

**질소 시비수준에 따른 점박이응애의 발육 및 산란특성**

질소 시비수준에 따른 발육기간과 사충률, 성충기간과 산란특성, 부화율과 성비, 생명표 등은 항온기(27±1℃, 65±5% RH, 16L:8D)에서 질소 시비수준에 따라 재배한 가지 잎을 먹이로 하여 수행하였고 유의성 검정은 Duncan's multiple range test ( $p \leq 0.05$ )를 이용하여 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**질소 시비수준에 따른 식물체의 무기물과 영양성분**

본 시험에 적용한 질소 시비수준을 각각 5, 15, 30, 60

mM으로 달리 하였을 때 식물체 엽내 무기물의 변화는 Table 2와 같다. 질소 시비수준을 5, 10, 30, 60 mM로 시비하였을 때 엽내 전질소 함량은 각각 3.11, 3.60, 5.25, 6.80%이었으며( $F = 310.41$ ,  $df = 3, 23$ ,  $p = 0.0001$ ), 처리 농도간에 유의성이 인정되었다. Park *et al.* (1999)은 사과 나무에서 질소시비량이 증가할수록 엽내 N이 증가한다고 하였고, Kim *et al.* (2005)은 국화의 질소시비량이 증가할수록 엽내 N함량이 증가하였다고 하였으며 Chau *et al.* (2005)은 질소를 많이 공급할수록 엽내 질소함량이 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 또한 Chau *et al.* (2005)은 질소수준이 엽위에 따라 상위엽, 중위엽, 하위엽 순으로 많았다고 하였다. 질소시비농도가 증가함에 따라 P는 각각 0.79, 0.80, 1.09, 0.87%, K는 2.03, 2.64, 1.92, 1.23%이었고, Ca은 1.16, 1.15, 0.72, 0.46%, Mg은 0.23, 0.18, 0.14, 0.13%로 감소하는 경향이 었다. 미량원소인 Cu, Fe, Mn, Zn은 처리 농도 간에 차이를 나타내지 않았다. 분석한 이들 무기원소의 식물체내 함량은 Park *et al.* (1999), Kim *et al.* (2005)의 결과와 유사한 경향이 었다. 즉 질소농도는 처리 간에 뚜렷한 차이를 나타내었지만 다량원소인 P, K, Ca, Mg 및 미량원소인 Cu, Fe, Mn, Zn은 함량의 차이가 크지 않아 질소농도에 따른 점박이응애를 사육하는데 적당한 재료이었다고 판단되었다.

질소 시비수준에 따른 엽 내의 영양함량은(Table 3) 질

**Table 2.** Mineral contents of fresh eggplant leaves on different nitrogen application levels in hydroponics

Nitrogen application level (mM)	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- (%) -----						----- (mg·kg <sup>-1</sup> ) -----			
5	3.11 d <sup>z</sup>	0.79 b	2.03 b	1.16 a	0.23 a	0.03 a	5.33 a	75.99 a	159.33 a	33.70 a
10	3.60 c	0.80 b	2.64 a	1.15 a	0.18 b	0.02 a	4.69 a	66.21 a	200.33 a	38.05 a
30	5.25 b	1.09 a	1.92 b	0.72 b	0.14 b	0.02 a	4.82 a	87.27 a	121.16 a	34.01 a
60	6.80 a	0.87 b	1.23 c	0.46 c	0.13 b	0.02 a	4.94 a	94.53 a	130.37 a	28.28 a

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

**Table 3.** General composition of fresh eggplant leaves on different nitrogen application levels in hydroponics

Nitrogen application level (mM)	Calory	Moisture	Ash	Protein	Lipid	Carbo-hydrate	Fiber	Free sugar content			β-Carotene	Vitamin C
	(Kcal·100 g <sup>-1</sup> )	----- % -----							Fructose	Glucose		
5	50.77 a <sup>z</sup>	83.40bc	2.95 a	0.00 d	1.05 a	10.33 a	2.27 a	0.31 a	0.24 ab	1.85 a	193.14 a	21.14 b
10	51.25 a	82.98 c	2.90 a	4.47 c	0.45 c	7.33 b	1.87 b	0.19 b	0.18 b	0.77 b	45.64 c	72.53 a
30	51.72 a	83.80 b	2.33 b	6.05 b	0.76 b	5.17 c	1.89 b	0.24 b	0.24 ab	0.85 b	112.41 b	17.33 b
60	53.43 a	84.15 a	1.72 c	7.71 a	0.67 b	4.14 d	1.61 c	0.30 a	0.34 a	0.59 c	111.50 b	16.31 b

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

소 시비수준이 증가함에 따라 칼로리는 증가하였으나, 처리 간에 통계적인 유의성이 없었다. 수분함량은 30 mM 처리에서 83.8%, 60 mM 처리에서 84.15%로 질소 시비수준이 증가할수록 증가하는 경향이었는데( $F = 10.29$ ,  $df = 3, 11$ ,  $p = 0.004$ ), 질소 시비수준이 증가함에 따라 식물체 성장이 빠르고 상대적으로 수분흡수량이 증가하여 수분 함량도 증가한 것으로 생각되었다. 질소 조합물인 조단백질의 함량은 질소수준이 증가할수록 뚜렷한 차이를 나타내어 질소시비농도에 따라 각각 0.00, 4.47, 6.05, 7.71%이었고 통계적인 차이가 있었다( $F = 3296.12$ ,  $df = 3, 11$ ,  $p = 0.0001$ ). 또한 조회분( $F = 723.20$ ,  $df = 3, 11$ ,  $p = 0.0001$ ), 조섬유( $F = 15.47$ ,  $df = 3, 11$ ,  $p = 0.0011$ ), 탄수화물( $F = 599.82$ ,  $df = 3, 11$ ,  $p = 0.0001$ ) 등은 질소 시비수준이 증가할수록 감소하였다. 질소 시비수준이 증가함에 따라 식물의 생장이 빠르고 세포가 비대해져 세포막과 세포벽을 이루는 성분인 조회분과 조섬유는 감소된 것으로 생각되며, 조단백질과 수분이 증가한, 높은 질소처리에서 탄수화물은 상대적으로 감소하였다. 조지방은 5 mM 처리가 높았고, 비타민 C는 10 mM 처리에서 높았으며,  $\beta$ -carotene은 5 mM 처리에서 높고 10 mM 처리에서 적었다. 당류 중에서 과당은 5 mM과 60 mM 처리구가 높았고, 포도당은 60 mM 처리에서 높았으며 설탕은 각각 1.85, 0.77, 0.85, 0.59%로 질소 시비수준이 증가할수록 감소하였다. 과당, 포도당, 설탕을 모두 합친 값은 5 mM이 2.40%, 10 mM이 1.14%, 30 mM이 1.33%, 60 mM이 1.23%로 5 mM 처리가 가장 높았다. Suski and Balowska (1975)는 점박이응애의 발생은 식물의 어떤 특정 성분에 의존하는 것이 아니라 식물성분의 구성에 영향을 받는다고 하였고, Broadway and Dufet (1988)는 곤충의 발육에 영양의 수준은 매우 중요한 요인이며, 특히 단백질함량은 곤충의 성장에 큰 영향을 미친다고 하였다. 파밤나방(*Spodoptera exigua*)을 casein, soy, tomato, gluten, zein 등 다양한 단백질을 이용하여 사육한 결과 총 amino acid 양이 많을수록 유충의 무게가 높았다고 하였다. 이상의 분석결과를 보면

본 식물체의 영양함량 분석결과도 질소시비농도에 따라 단백질함량은 뚜렷한 차이를 나타내었다.

### 질소 시비수준에 따른 가지의 수량과 잎의 생물적 특성

질소 시비농도를 달리하여 재배된 가지의 주당 수량은 10 mM 처리에서 989.5 g으로 가장 많았고, 30 mM 처리에서 683.4 g, 5 mM 처리에서 648.3 g 순이었으며, 질소시비농도가 가장 많았던 60 mM이 370.2 g으로 가장 적었다 (Table 4) ( $F = 31.41$ ,  $df = 3, 23$ ,  $p = 0.0001$ ). 60 mM 처리에서 가장 낮은 수량을 나타낸 것은 질소 시비수준이 높아짐에 따라 식물체가 과번무하게 되어 생식생장이 이루어지지 않기 때문으로 생각된다. 가지 잎의 두께는 질소시비농도 30 mM과 60 mM 처리에서 0.31 mm로, 질소시비농도가 낮은 5 mM의 0.24 mm보다 두꺼웠다( $F = 10.25$ ,  $df = 3, 50$ ,  $p = 0.0001$ ). 엽록소함량도 질소시비농도가 증가할수록 증가하여 각각 47.8, 53.8, 56.5, 57.0 (Spad unit)를 나타내었다( $F = 44.74$ ,  $df = 3, 118$ ,  $p = 0.0001$ ). Kim et al. (2005)은 국화에서 질소시비농도가 증가하면 절화장, 엽장, 엽폭 등 생물지수가 높아진다고 하였는데 본 실험에서도 엽 내 질소함량 증가로 엽 두께와 엽록소함량 등이 증가한 것으로 보인다.

### 질소 시비수준에 따른 점박이응애의 식이 및 산란 선호성

질소 시비농도에 따른 점박이응애의 식이 선호성을 알아보기 위하여 질소 시비농도별로 재배한 가지잎을 채취하여 지름 2 cm의 엽편으로 조제한 후 식이 선호성을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 점박이응애는 30 mM 처리에서 가장 높은 선호성을 보였고, 60, 10, 5 mM 순이었다 ( $F = 1.81$ ,  $df = 7, 39$ ,  $p = 0.1187$ ). 잎의 앞면과 뒷면에 대한 선호성은 대체로 뒷면을 선호하는 것으로 조사되었다.

Hoffland et al. (2000)은 토마토에 질소 시비 비율을

**Table 4.** Yield, leaf thickness, and chlorophyll contents (Mean $\pm$ SD) of fresh eggplant leaves on different nitrogen application levels in hydroponics

Nitrogen application level (mM)	Yield (g/plant)	Leaf thickness (mm)	Chlorophyll content (Spad unit)
5	648.3 $\pm$ 91.7 b <sup>2</sup>	0.24 $\pm$ 0.03 b	47.8 $\pm$ 3.78 c
10	989.5 $\pm$ 125.8 a	0.26 $\pm$ 0.03 b	53.8 $\pm$ 3.41 b
30	683.3 $\pm$ 138.9 b	0.31 $\pm$ 0.03 a	56.5 $\pm$ 3.55 a
60	370.2 $\pm$ 74.6 c	0.31 $\pm$ 0.05 a	57.0 $\pm$ 3.11 a

<sup>2</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

**Table 5.** Diet preferences (Mean±SD) of *T. urticae* to fresh eggplant leaves grown at four different nitrogen application levels in the laboratory

Nitrogen application level (mM)	Site of leaves	Post-treatment in days				
		1	2	3	4	5
5	Upper	0.8±0.84(17) <sup>z</sup> a <sup>y</sup>	4.0±3.39(4) b	5.0±4.58(4) b	6.0±4.74(4) b	8.4±7.02(5) b
	Lower	0.0±0.00(0) a	10.6±10.81(11) ab	13.0±12.21(11) ab	14.8±11.82(10) ab	16.8±11.84(10) ab
	Average	0.4±0.70	7.3±8.31	9.0±9.66	10.4±9.67	12.6±10.19
10	Upper	0.4±0.55(8) a	9.0±3.39(9) ab	10.2±3.35(8) ab	10.8±3.77(8) ab	11.6±3.51(7) b
	Lower	0.4±0.55(8) a	13.0±11.75(13) ab	16.8±15.83(14) ab	22.0±20.80(16) ab	27.8±26.04(16) ab
	Average	0.4±0.52	11.0±8.42	13.5±11.34	16.4±15.28	19.7±19.49
30	Upper	1.0±1.73(21) a	15.0±6.60(15) ab	16.2±5.85(13) ab	19.6±9.34(14) ab	27.4±12.36(16) ab
	Lower	1.0±0.71(21) a	20.6±13.87(21) a	24.6±15.93(20) a	27.6±17.87(19) a	30.4±19.65(18) a
	Average	1.0±1.25	17.8±10.65	20.4±12.15	23.6±14.09	28.9±15.56
60	Upper	1.2±1.30(25) a	16.4±5.98(17) ab	21.4±8.85(18) a	26.4±10.64(19) a	30.4±12.01(18) a
	Lower	0.0±0.00(0) a	10.4±8.26(10) ab	14.0±11.47(12) ab	14.2±11.28(10) ab	17.0±12.29(10) ab
	Average	0.6±1.07	13.4±7.50	17.7±10.41	20.3±12.18	23.7±13.46

<sup>z</sup> percentage [(No./Total No. per day)×100]

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

6수준으로 처리하여 재배한 후 상위 2엽을 10 mm의 엽편을 만들어 점박이응애의 식이 선호성을 조사한 결과, 질소함량수준이 증가할수록 점박이응애의 선호성이 증가하였다고 보고하였는데 본 실험도 비슷한 결과를 얻었다. 국화에서 꽃노랑총채벌레는 질소함량이 증가할수록 발생이 증가하였음이 보고되어있다(Chau *et al.*, 2005).

한편 가장 높은 선호성을 보인 30 mM처리한 잎의 질소함량이 5.3%였고, 60 mM은 6.8%, 10 mM은 3.6%, 5 mM은 3.1%로 분석되어(Table 2) 가지에서 점박이응애가 선호하는 질소함량은 5.3%이고, 이보다 높거나 낮으면 식이선호성이 저하되는 것으로 판단되었다. Leit *et al.* (1999)은 토마토에 *Aculos lycopersici* (응애류)는 엽내 질소수준이 1%에서는 낮은 발생을 보이다가 2.3%에서 높은 발생을 나타내고 다시 3%수준에서는 선호성이 떨어진다는 보고와 유사한 결과이었다. 토마토에서 *A. lycopersici*의 선호성이 2.3%이었는데 본 실험의 가지에서 점박이응애의 선호성이 5.3%로 서로 상이한 것은 기주식물과 응애종의 차이에 의한 것으로 생각된다.

질소함량에 따른 점박이응애의 산란선호성도 식이선호성과 같이 30 mM에서 5일차에 평균 44.3개로 높은 경향을 보였고, 다음은 60, 10, 5 mM 순이었다(Table 6). 그러나 잎의 앞, 뒷면을 비교할 때 식이선호성과는 달리 5, 30, 60 mM 등에서는 앞면에 산란수가 많았다( $F = 12.0$ ,  $df = 7, 39$ ,  $p = 0.0001$ ).

Bentz *et al.* (1995)은 질소 무처리, 질산칼슘, 질산암모늄을 포인세티아에 처리하여 엽내 질소를 분석한 결과 각각 6.70, 8.67, 9.27%를 나타내었다. 이를 먹이로 담배가루이(*Bemisia tabaci*)의 유인 선호성을 조사한 결과 시간이 경과할수록 질산암모늄 처리구에 모여들었고, 72시간 후 산란 수는 각각 296, 289, 382개로 엽내 질소함량이 많을수록 증가하였다. 이는 담배가루이가 선택, 식물표면의 촉감을 감지하여 식이 및 산란 위치를 찾는다고 하였고, 질소가 이러한 요인에 영향을 미친다고 하여, 본 시험의 점박이응애도 같은 요인으로 식이 및 산란선호성에 영향을 미친 것으로 보인다.

#### 온실에서 질소 시비수준에 따른 점박이응애의 기주 선호성과 피해수준

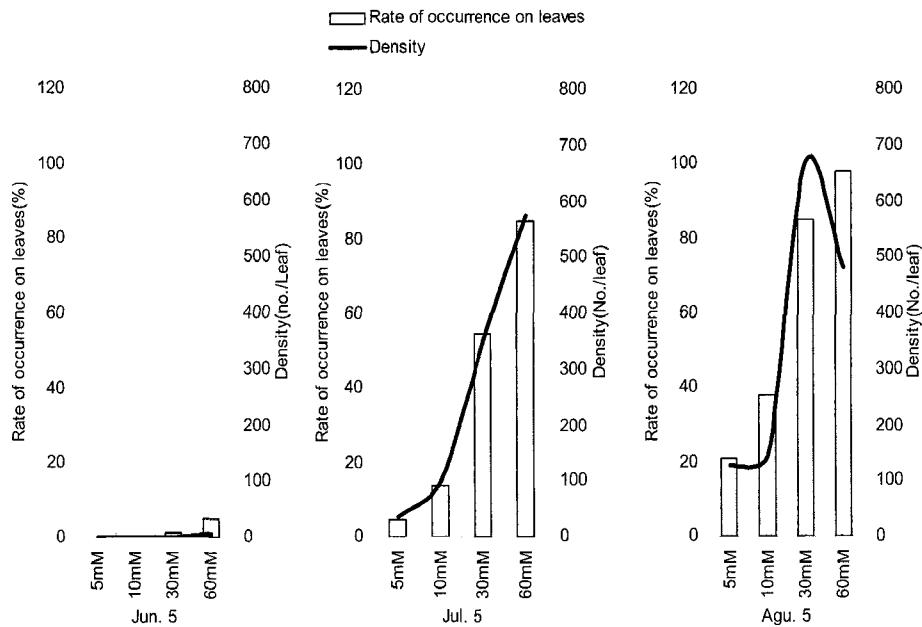
질소 시비수준을 달리하여 온실에서 가지를 재배하면서 점박이응애의 자연발생을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 정식 28일(6월 5일)후에는 질소 시비수준이 높은 60mM에서 발생을 보이기 시작하였다. 정식 58일(7월 5일)후에는 질소 시비수준이 높은 60 mM이 가장 높은 점박이응애의 엽당 밀도와 피해 엽률을 보였고, 다음은 30 mM, 10 mM, 5 mM순으로 나타났다. 정식 99일(8월 5일)후에는 질소 60 mM수준은 피해 엽률이 98%를 나타냈으나, 잎이 황화 낙엽되어 엽당 마리 수는 오히려 감소

**Table 6.** Oviposition preference (Mean±SD) of *T. urticae* to fresh eggplant leaves grown at four different nitrogen application levels in the laboratory

Nitrogen application level (mM)	Surface of leaves	Post-treatment in days				
		1	2	3	4	5
5	Upper	0.4±0.55(17 <sup>z</sup> ) b <sup>y</sup>	1.4±1.67(2) d	3.0±3.32(3) d	8.0±6.60(5) de	9.6±7.60(5) de
	Lower	0.0±0.00(0) b	0.0±0.00(0) d	1.0±1.00(1) d	1.4±1.34(1) e	1.8±1.79(1) c
	Average	0.2±0.42	0.7±1.34	2.0±2.54	4.7±5.68	5.7±6.63
10	Upper	0.0±0.00(0) b	3.4±1.82(6) cd	9.4±6.02(8) cd	15.8±11.17(9) cd	17.6±12.01(9) cd
	Lower	0.0±0.00(0) b	6.8±4.32(11) bcd	13.2±9.58(11) bc	17.0±12.02(10) bcd	20.2±14.91(11) bcd
	Average	0.0±0.00	5.1±3.60	11.3±7.80	16.4±10.96	18.9±12.84
30	Upper	0.2±0.45(8) b	17.2±6.06(28) a	33.4±10.14(29) a	50.2±9.01(29) a	58.6±6.88(30) a
	Lower	0.0±0.00(0) b	13.6±11.19(23) ab	19.0±11.90(17) bc	26.6±16.99(16) bc	30.0±19.04(15) bc
	Average	0.1±0.32	15.4±8.69	26.2±12.89	38.4±17.86	44.3±20.23
60	Upper	1.8±2.05(75) a	10.8±4.97(18) abc	21.0±3.94(18) b	31.0±10.75(18) b	33.8±9.28(17) b
	Lower	0.0±0.00(0) b	7.4±4.16(12) bcd	14.8±4.87(13) bc	21.0±6.32(12) bcd	24.2±8.29(12) bcd
	Average	0.9±1.66	9.1±4.68	17.9±5.30	26.0±9.84	29.0±9.72

<sup>z</sup> percentage [(No./Total No. per day)×100]

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .



**Fig. 1.** Degree of occurrence and density of *T. urticae* on leaves of eggplant grown at various nitrogen levels in the greenhouse.

하였다. 이러한 결과는 질소를 많이 사용한 가지 앞에서 점박이용애의 발생이 증가하는 것으로 생각된다. Kwon (2002)은 식물체내 질소성분이 높다고 돌소루쟁이의 밀도가 높은 것이 아니라 C/N율이 높은 식물체에서 발생 밀도가 높다고 하였다. 본 실험에서는 질소 시비수준이 높을수록 점박이용애의 발생이 많았고 질소함량이 높은 처리가 탄수화물의 함량은 적어져 본 실험과는 상이점을

보였다.

Fig. 2는 정식 99일(8월 5일)후 점박이용애 방제구(왼쪽)와 피해구(오른쪽)의 생육 비교 그림이다. 점박이용애가 발생하지 않은 방제구 가지의 생육은 질소수준이 비교적 높은 30 mM이 좋았다. 그러나 점박이용애 피해구는 질소수준이 높을수록 피해가 크고 상대적으로 생육이 저조했다. 질소수준 5 mM의 방제구에서 초장은 92.3 cm,

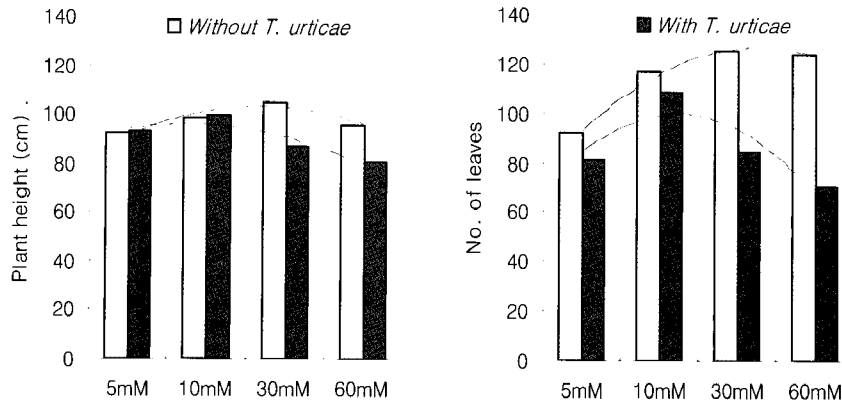


Fig. 2. *T. urticae* occurrence on eggplants at different nitrogen application levels in hydroponics.

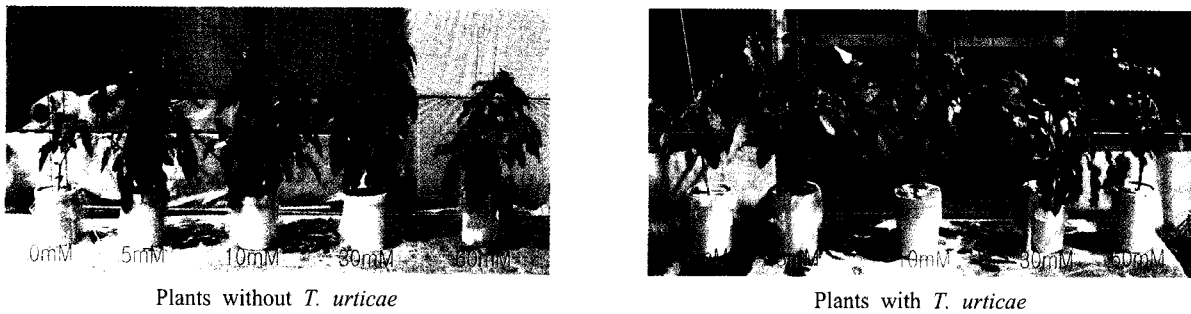


Fig. 3. Eggplants with and without *T. urticae* occurrence under different nitrogen application levels in hydroponics.

피해구는 92.8 cm, 10 mM은 방제구와 피해구가 각각 98.7 cm, 99.4 cm, 큰 차이가 없었으나 30 mM은 각각 105 cm, 87.2 cm, 60 mM 95.2 cm, 80.2 cm로 그 차이가 컸다. 엽수는 5 mM은 각각 92매, 81매이었고, 10 mM은 117매, 108매, 30 mM은 125매, 85매, 60 mM은 124매, 70매로 방제구에 비해 피해구의 엽수가 현저히 감소하였다. 이러한 결과는 질소시비량이 증가할수록 점박이응애의 피해가 더 심해지고 또한 생육에 차이도 커지며 이는 수량에도 많은 영향을 미칠 것으로 판단된다.

Fig. 3에서 좌측은 질소수준에 따른 점박이응애의 피해가 없는 방제구 식물의 생육이고 우측은 점박이응애의 피해를 받은 처리구의 생육이다. Fig. 2에서와 같이 방제구의 생육은 30 mM이 가장 좋았고, 10 mM과 60 mM의 생육이 다음으로 좋았다. 그러나 피해구에서는 10 mM과 5 mM의 생육이 좋고, 30 mM과 60 mM의 생육이 나빴는데, 이는 점박이응애의 피해에 의해 생육이 저하되고 엽이 탈락되었기 때문이다.

**점박이응애의 발육기간과 생존율**

질소 시비 농도를 달리하여 재배한 가지잎을 먹이로

점박이응애를 사육하면서 각 태별 발육기간을 살펴본 결과는 Table 7과 같다. 난기간은 처리간에 큰 차이가 없었고, 유충기간은 5 mM처리에서 1일로 짧았고 전약충은 처리 간 차이가 없었으나, 후약충은 30 mM에서 수컷이 조금 빠른 경향을 보였다. 약충전기간은 5, 10, 30, 60 mM처리에서 각각 3.6, 4.2, 3.8, 3.9일로 5 mM처리에서 가장 짧고 10 mM에서 가장 길었다(Female;  $F = 4.26, df = 3, 100, p = 0.0071$ , Male;  $F = 3.74, df = 3, 53, p = 0.0167$ ). 그러나 질소함량에 따른 발육 차이의 경향을 찾기는 어려웠으나, 당함량이 적은 10 mM처리의 발육이 지연되었고, 비교적 당 함량이 높은 30 mM과 5 mM처리의 발육기간이 짧아졌다. Auclair (1967)은 목화진딧물에서 당 함량이 높은 인공먹이에서 발육이 빠르다고 하여 본 실험과 같은 경향이였다. 암수에 따른 발육은 암컷이 수컷에 비해 발육이 조금 지연되었다. Busch and Phelan (1999)는 밤나방(*Pseudoplesia includens*)의 유충발육에 있어 식물체내(soybeans) 질소함량이 증가할수록 발육기간이 짧아진다고 하였으나, 이는 질소요인 하나만 작용하는 것이 아니라 황과 인산이 복합적으로 작용한다고 하였다. 즉 질소함량이 증가할수록, 인산함량이 감소할수록 발육기간이 짧아진다고 하였고, 황성분은 많거나 적은



**Table 7.** Development periods in days (mean±SD) for egg and nymphal stages of *T. urticae* on leaves of eggplant grown at various nitrogen application levels

Nitrogen application level (mM)	Sex (No.)	Egg period	Developmental period of immature (days)			
			Larva	Protonymph	Deutonymph	Total
5	Female (20)	3.4±0.50 A <sup>z</sup>	1.00±0.00 B	1.10±0.31 A	1.6±0.50 A	3.7±0.47 B
	Male (14)	3.3±0.47 ab <sup>y</sup>	1.00±0.00 b	1.14±0.36 a	1.4±0.51 a	3.6±0.51 b
	Pooled (34)	3.4	1.0	1.1	1.5	3.6
10	Female (22)	3.3±0.46 A	1.36±0.49 A	1.18±0.39 A	1.6±0.49 A	4.2±0.59 A
	Male (14)	3.1±0.36 b	1.43±0.51 a	1.29±0.47 a	1.4±0.51 a	4.1±0.66 a
	Pooled (36)	3.2	1.4	1.2	1.5	4.2
30	Female (34)	3.4±0.50 A	1.29±0.46 A	1.12±0.33 A	1.6±0.50 A	4.0±0.35 A
	Male (12)	3.3±0.49 ab	1.33±0.49 a	1.17±0.39 a	1.0±0.00 b	3.5±0.52 b
	Pooled (46)	3.4	1.3	1.2	1.3	3.8
60	Female (28)	3.3±0.46 A	1.36±0.49 A	1.14±0.36 A	1.6±0.50 A	4.1±0.47 A
	Male (14)	3.6±0.51 a	1.14±0.36 ab	1.00±0.00 a	1.6±0.51 a	3.7±0.47 b
	Pooled (42)	3.4	1.3	1.1	1.6	3.9

<sup>z</sup> Female <sup>y</sup> Male, Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

경우 발육기간이 길어진다고 하였다. Bentz et al. (1995)은 포인세티아에서 통계적 유의성은 없었지만 질소함량이 증가할수록 담배가루이의 발육기간이 짧아졌고 이러한 발육의 차이는 식물체내의 영양조성의 차이에서 기인한다고 하였다. Wermelinger and Delucchi (1990)는 사과나무 잎에 질소수준이 2.07, 2.50, 2.73% 수준에서 점박이응애의 세대기간은 20°C에서 각각 20.3, 18.4, 17.7일로 줄었다고 하여 본 실험과는 다소간 차이가 있었다.

질소시비농도가 낮았던 5 mM처리(엽내 질소함량 3.1%)에서 사충률이 22.7%로 가장 높았고, 10 mM(엽내 질소함량 3.6%)로 시비할 때 21.7%, 60 mM(엽내 질소함량 6.8%)로 시비할 때 8.7%, 30 mM시비구(엽내 질소함량 5.3%)에서 4.2%로 엽내 질소함량이 많은 처리가 사충률이 낮은 경향이였다. Wermelinger and Delucchi (1990)는 질소수준이 1.8~3.0% 범위인 사과나무 잎에서의 점박이응애 사충률은 차이가 없다고 하여 본 실험과는 차이가 있었다. 또한 Bentz et al. (1995)은 엽내 질소함량이 낮아

질수록 담배가루이의 알 및 유충의 사충률이 증가하였는데 이는 영양부족 때문이라 하여 본 실험에 있어서도 이와 유사한 결과라 생각된다. 그러나 질소시비농도 30 mM에서 사충률이 4.2%로 60 mM처리의 8.7%나 10 mM처리의 21.7%보다 낮았던 것은 식이 및 산란선호성이 양호한 농도였기 때문으로 생각된다. 각 태별 사충률은 후약충에서 높은 경향이였고, 다음은 유충, 전약충기간에 가장 낮은 사충률을 보였다.

### 점박이응애의 성충기간 및 산란 특성

질소수준에 따른 성충기간을 조사한 결과는 Table 9와 같다. 질소수준 5, 10, 30, 60 mM에 따라 암컷은 각각 5.7, 7.9, 9.9, 11.9일이었고(F = 11.33, df = 3, 51, p = 0.0001), 수컷은 3.6, 5.7, 6.7, 6.9일로(F = 3.536, df = 3, 26, p = 0.0308) 성충기간은 암수 모두 질소함량이 증가할수록 길어졌고, 암컷이 수컷에 비해 성충기간이 길었다.

**Table 8.** Age-specific mortality of *T. urticae* on leaves of eggplant grown at various nitrogen application levels

Nitrogen application level (mM)	No. eggs tested	Immature stage mortality (%)			
		Larva	Protonymph	Deutonymph	Total
5	44	4.5	4.5	13.6	22.7
10	46	4.3	8.7	8.7	21.7
30	48	0.0	0.0	4.2	4.2
60	46	4.3	0.0	4.3	8.7

**Table 9.** Oviposition period, longevity and fecundity (Mean±SD) of *T. urticae* on leaves of eggplant grown at various nitrogen application levels in the laboratory

Nitrogen application level (mM)	No. adults tested	Pre-oviposition period (day)	Oviposition period (day)	Post-oviposition period (day)	Longevity		No. eggs oviposited	Oviposition rate (eggs/day)
					Female	Male		
5	10	0.0±0.00 a <sup>2</sup>	5.6±1.78 c	0.1±0.32 a	5.7±1.64 c	3.6±1.09 b	41.0±20.56 c	4.6±2.94 a
10	11	0.2±0.40 a	7.5±2.50 bc	0.3±0.47 a	7.9±1.97 bc	5.7±1.07 ab	84.7±33.73 b	7.7±5.00 a
30	17	0.1±0.33 a	9.4±3.90 ab	0.4±0.87 a	9.9±3.59 ab	6.7±1.15 a	108.4±62.21 ab	7.2±4.24 a
60	14	0.1±0.27 a	11.7±2.73 a	0.1±0.27 a	11.9±2.60 a	6.9±3.48 a	144.4±41.27 a	9.0±6.15 a

<sup>2</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

암컷의 산란전기간과 산란후기간은 질소함량에 따라 차이가 없었으나 산란기간은 각각 5.6일, 7.5일, 9.4일, 11.7일로 질소함량이 증가할수록 길었다( $F = 9.12$ ,  $df = 3, 51$ ,  $p = 0.0001$ ).

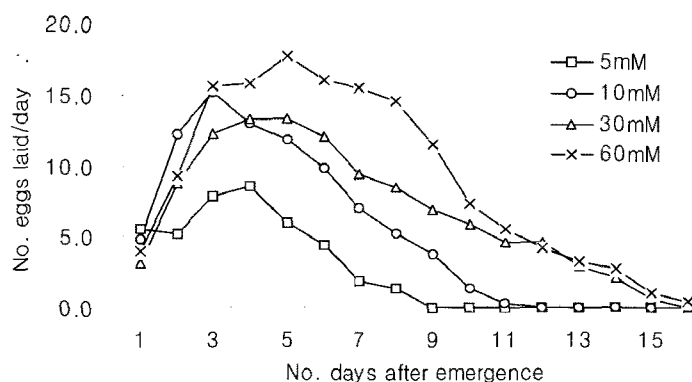
질소 시비수준에 따른 점박이응애 산란수는 Table 9와 같이 질소함량이 증가할수록 증가하였는데, 60 mM이 마리당 144.4개를 산란하였으며, 30 mM이 108.4개, 10 mM이 84.7개, 5 mM이 41.0개를 나타내어 5 mM과 60 mM과는 3.5배 차이가 났다( $F = 10.67$ ,  $df = 3, 51$ ,  $p = 0.0001$ ). 암컷의 일일산란수는 60 mM이 9.0개로 가장 많았고, 10 mM과 30 mM이 각각 7.7개, 7.2개, 5 mM이 4.6개이었다. 이는 질소함량이 증가할수록 산란기간이 길어지고 결과적으로 산란수도 증가한 것으로 생각된다. Wermelinger and Delucchi (1990)는 사과나무 잎에 질소수준이 2.07%일 때 산란수는 13.4개, 2.50%일 때는 15.0개, 2.73%일 때 18.8개로 산란수가 증가한다고 하였는데, 질소시비농도가 증가함에 따라 잎의 질소함량은 높아졌고 이에 따라 산란수가 증가한 것으로 조사되어 같은 경향이였다.

Fig. 4는 일일산란수를 그림으로 나타낸 것인데, 우화 3~5일경에 모든 처리에서 산란최성기를 보이며 시간이

경과함에 따라 점차 일일산란수는 감소하였고, 질소수준이 증가할수록 산란이 늦게까지 지속되었다.

#### 점박이응애의 부화율과 성비

질소 시비수준을 달리하였을 때 산란된 알의 부화율은 처리간에 차이가 없었다(Table 10). 그러나 성비에는 통계적 차이가 있었는데 10 mM의 암컷 비율이 0.75로 가장 높았고, 30 mM이 0.71, 그리고 5 mM과 60 mM은 각각 0.69, 0.67을 나타내었다( $F = 1.81$ ,  $df = 3, 51$ ,  $p = 0.1580$ ). 이러한 성비는 점박이응애의 증가율에 영향을 미치는 중요한 요인으로 질소함량이 높거나 낮은 경우 암컷의 비율이 낮아졌는데, 이러한 경향에 대해서는 연구가 필요하다. Wermelinger and Delucchi (1990)는 사과나무 잎에 질소수준이 1.8에서 3.0%로 높아질 때 성비가 0.64에서 0.76으로 증가한다고 하였다. 본 실험에서는 엽내 질소함량이 3.6%에서 가장 높았고, 6.8%수준에서는 오히려 암컷비율이 낮아졌는데, 이는 엽내 질소함량의 정도가 Wermelinger and Delucchi (1990)의 3.0%보다 높았기 때문으로 생각된다. 또한 암컷의 비율은 계통, 교미기간, 수컷의 생명력,

**Fig. 4.** Daily fecundity of *T. urticae* on leaves of eggplant grown at various nitrogen application levels in the laboratory.

**Table 10.** Rate of hatching and sex ratio (Mean±SD) of *T. urticae* on leaves of eggplant grown at various nitrogen application levels in the laboratory

Nitrogen application level (mM)	No. eggs tested	Hatchability (%)	Sex ratio (%)
5	410	89.0±6.10 a <sup>z</sup>	0.69±0.10 ab
10	932	89.1±6.71 a	0.75±0.08 a
30	1842	92.9±4.48 a	0.71±0.09 ab
60	2022	89.3±3.67 a	0.67±0.06 b

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

**Table 11.** Life table statistics (mean±SD) of *T. urticae* on leaves of eggplant grown at various nitrogen application levels

Nitrogen application level (mM)	$R_0$	$r_m$	$\lambda$	T	DT
5	21.84±7.83	0.33±0.03	1.39±0.04	9.32±0.66	2.09±0.16
10	51.83±13.83	0.40±0.02	1.49±0.03	9.74±0.52	1.71±0.07
30	69.11±19.65	0.38±0.02	1.47±0.03	11.06±0.83	1.81±0.11
60	88.88±14.66	0.40±0.01	1.50±0.02	11.16±0.66	1.72±0.06

$R_0$ ; net reproductive rate (female/female),  $r_m$ ; intrinsic rate of increase (female/female/day), DT; doubling time (day),  $\lambda$ ; finite rate of increase (female/female/day), T; mean generation time (day)

밀도, 암컷어미의 나이, 기주의 질 등에 의해 결정되고 성비는 점박이용애의 밀도증가에 매우 중요한 요인이다 (Wermelinger and Delucchi 1990).

### 점박이용애의 생명표

발육기간, 산란수, 암수비율등을 토대로 생명표를 작성한 결과는 Table 11과 같다. 순증가율( $R_0$ )은 질소수준별로 각각 21.8, 51.8, 69.1, 88.9로 질소함량이 증가할수록 증가하였고, 평균세대기간은 질소함량이 증가할수록 각각 9.3, 9.7, 11.1, 11.2일로 증가하였으며, 배가기간(DT)은 5 mM이 가장 높았다. 내적자연증가율( $r_m$ )은 10mM과 60 mM이 0.40으로 높았고 5 mM이 가장 낮아, 전체적으로 질소수준이 높은 60 mM처리가 점박이용애의 발육에 좋은 것으로 생각된다. Busch and Phelan (1999)은 질소함량이 증가할수록 점박이용애의 내적증가율이 증가한다고 하였으나 질소 성분 하나로 결정되는 것이 아니라 황과 인의 복합관계에 의해 결정된다고 하였다. 인의 성분이 증가하면  $r_m$ 이 감소하고 S은 많거나 적으면 감소한다고 하였다. Wermelinger and Delucchi (1990)는 사과나무 잎에 질소함량이 2.07, 2.50, 2.73% 수준에서 점박이용애의  $r_m$ 을 조사한 결과, 각각 0.136, 0.157, 0.176로 질소함량이 증가할수록 증가하였고,  $R_0$ 는 13.4, 15.0, 18.8로 질소함량이 증가할수록 증가한다고 하여 본 실험과 비슷한 경향이였다.

이상의 결과를 종합해보면 배양액내 질소수준이 증가함에 따라 엽내의 질소함량 또한 증가하게 되고, 조단백질과 수분 함량의 증가를 가져왔으며, 잎의 두께는 두꺼워지고 엽록소함량은 증가하였다. 점박이용애는 질소함량이 높은 식물체에 대한 식이와 산란선호성을 보이고, 발육속도에는 질소함량에 따른 일정한 경향이 없었으나 엽내 질소함량이 높아질수록 사충률이 감소하고 산란수가 증가하였으며, 성충의 수명도 길어졌다. 이러한 결과로 점박이용애의 순증가율( $R_0$ )이 증가하였다. 따라서 시설가지 재배에 있어 과도한 질소 시비는 점박이용애의 발생을 조장하는 원인이 되고, 천적증식을 위한 점박이용애 사육 시 식물체에 질소시비량은 늘려주는 것이 좋을 것으로 생각된다.

### Literature Cited

- Auclair, J.L. 1967. Effects of pH and sucrose on rearing the cotton aphid, *Aphis gossypii*, on a germ-free and holidic diet. *J. Insect Physiol.* 13: 431-446.
- Bentz, J.A., J. Reeves III, P. Barbosa, and B. Francis. 1995. Nitrogen fertilizer effect on selection, acceptance, and suitability of *Euphorbia pulcherrima* (Euphorbiaceae) as a host plant to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ. Entomol.* 24: 40-45.
- Broadway, R.M. and S.S. Duffet. 1988. The effect of plant protein quality on insect digestive physiology and the toxicity of plant proteinase inhibitors. *J. Insect Physiol.* 34(12): 1111-1117.
- Busch, J.W and P.L. Phelan. 1999. Mixture models of soybean growth

- and herbivore performance in response to nitrogen-sulphur-phosphorous nutrient interactions. *Ecol. Entomol.* 24: 132-145.
- Chau, A., K.M. Hevin, and F.T. Davies Jr. 2005. Influences of fertilization on population abundance, distribution and control of *Frankliniella occidentalis* on chrysanthemum. The Netherlands Entomological Society *Entomologia Experimentalis et Applicata* 117: 27-39.
- Fritzsche, R., H. Wolffgang, E. Reiss, and S. Thiele. 1980. Studies on the causes of varietal differences in infestation of apple tree by *Oligonychus ulmi* Koch. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* 16(3): 193-198.
- Hoffland, E., M. Dicke, W. Van Tinrelen, H. Dijkman, and M. L. Van Beusichem. 2000. Nitrogen availability and defense of tomato against two-spotted spider mite. *Journal of Chemical Ecology* 26(12): 2697-2711.
- K.F.D.A. 2005. Food code. Korean Food Industry Association. pp. 41-42.
- Kim, J.M., J.M. Choi, H.J. Chung, and J.S. Jeong. 2005. Effect of nitrogen concentration in fertigation solution on growth and nutrient uptake of cut chrysanthemum 'Biarritz'. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 13(3): 143-151.
- Kwon, O.S. 2002. The effect of changes in organic nitrogen concentration of *Rumex obtusifolius* L. on the population dynamics of *Aphis rumicis* L. (Homoptera: Aphididae). *Korean J. Entomol.* 32(3): 193-200.
- Lee, B.Y. and J.B. Hwang. 1998. Some Components analysis for Chinese water chestnut processing. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30(3): 717-720.
- 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. Hyangmoonsa, Seoul, Korea, pp. 159-170.
- Lee, Y.H., Y.K. Shin, and G.S. Rhee. 1993. Studies on chemical properties of soils under the plastic house cultivation of vegetables. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 26(4): 236-240.
- Leite, G.L. D., M. Picanco, R.N.C. Guedes, and J.C. Zanuncio. 1999. Influence of canopy height and fertilization levels on the resistance of *Lycopersicon hirsutum* to *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae). *Experimental and Applied Acarology* 23: 633-642.
- Park, J.M., D.S. Kim, H.M. Ro, M.S. Yiem and S.H. Yoo. 1999. Effect of nitrogen rates and drip-irrigation levels on leaf mineral contents and growth of lysimeter grown 'Fuji'/M.26 apples. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40(6): 711-714.
- R.D.A. 2002. Eggplant growth technics. Rural Development Administration. pp. 25-159.
- Rodriguez, J.G., 1951. Mineral nutrition of the two-spotted spider mite, *Tetranychus bimaculatus* Harvey. *Ann. Ento. Soc. Amer.* 44: 511-525.
- Suski, Z.W. and T. Balowska. 1975. Effect of the host plant nutrition on the population of the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae). *Ekol. Pol.* 23: 185-209.
- 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., J.H. An and Y.I. Lee, 1993. Relationships between morphological characteristics of apple leaf and resistance to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *RDA. J. Agri. Sci.* 35(2): 464-470.
- Yuk, C.S, J.J. Kim, S.D. Hong and B.G. Kang. 1993. Salt accumulation in horticultural soils of PE film house in Chungbuk area. *J. Korean Soc. Soil. Sci. Fert.* 26(3): 172-180.

(Received for publication May 21 2008;  
revised September 17 2008; accepted September 17 2008)