

기주식물이 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)의 발육과 생식에 미치는 영향

이건휘* · 백채훈 · 황창연¹ · 최만영 · 김두호 · 나승용 · 김상수² · 최인후

호남농업시험장, ¹전북대학교 농생물학과, ²순천대학교 응용생물원에학부

Effect of Host Plants on the Development and Reproduction of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera : Thripidae)

Geon-Hwi Lee*, Chae-Hoon Paik, Chang-Yeon Hwang, Man-Young Choi, Doo-Ho Kim, Seung-Yeoung Na, Sang-Soo Kim and In-Hu Choi

National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan 570-080, Republic of Korea

¹Department of Agricultural Biology, Jeonbuk National University, Jeonju 561-756, Republic of Korea

²Faculty of Applied Biology and Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Republic of Korea

ABSTRACT : This study investigated the ecological characteristics of *Frankliniella occidentalis* on four horticultural crops. On red pepper leaves, larval developmental period and survival rate of *F. occidentalis* were 6.4 days and 67%, respectively. While adult female lived longer on cucumber leaves as long as 16 days, on petal lived 8.1 days. *F. occidentalis* adult female preferred tomato to eggplant, cucumber and red pepper, and higher number of hatched larva were from leaves of middle part of eggplant compared with those from other parts. *F. occidentalis* adult female fed preferably on petal compared with leaves and petals of eggplant, and among petals of four tested plants, the most preference was those of red pepper.

KEY WORDS : *Frankliniella occidentalis*, Ecological characteristics, Developmental period, Longevity, Preference

초 록 : 기주식물에 따른 꽃노랑총채벌레의 생태적 특성을 조사한 결과, 가지, 오이, 고추, 토마토의 잎과 꽃잎에서 꽃노랑총채벌레의 발육기간은 고추 잎에서 6.4일로 가장 길었고, 생존율도 고추 잎에서 67%로 가장 낮았다. 오이의 잎에서 암컷의 수명이 16일로 가장 길었고, 꽃잎에서는 8.1일로 가장 짧았다. 꽃노랑총채벌레 암컷 성충은 가지, 오이, 고추, 토마토 중 토마토 꽃잎을 가장 선호하는 것으로 나타났고, 가지 성묘의 잎 위치별 부화 유충수는 중위 잎에 가장 많았다. 가지의 잎과 꽃잎에 대한 꽃노랑총채벌레 암컷 성충의 서식 선호성은 꽃잎을 더 선호하였고, 4개 작물(가지, 오이, 고추, 토마토) 중 꽃잎에 대한 서식 선호성은 고추에서 가장 높았다.

검색어 : 꽃노랑총채벌레, 생태적 특성, 발육기간, 성충수명, 선호성

농산물 수출입이 자유화됨에 따라 농산물의 교역량이 증가하고 동시에 품목수도 다양화됨으로써, 수입농산물을 통하여 새로운 병해충이 국내에 유입되어 농작

물에 큰 피해를 주는 등 많은 문제점이 대두되고 있다. 특히, 1990년대 이후 글라디올라스총채벌레(*Thrips simplex* Morison, 1991), 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella*

*Corresponding author. E-mail: Leejhwi@rda.go.kr

occidentalis Pergande, 1993), 오이총채벌레(*Thrips palmi* Karny, 1993), 아메리카잎굴파리(*Liriomyza trifolii* Burgess, 1994) 등이 유입되어 과수, 채소 및 화훼류 작물에 많은 피해를 주고 있는 실정이다(Lee, 1996). 시설하우스 재배작물에 발생하며 피해를 많이 주고 있는 꽃노랑총채벌레는 아메리카 서부가 원산지로 하와이, 중앙아메리카, 남아프리카, 코스타리카, 콜롬비아, 유럽, 뉴질랜드 등에 분포하며(Robb, 1988), 일본에서는 1990년 6월 사이다마현에서 발견되었고(Saeki, 1998), 국내에서는 1993년 9월에 제주도 감귤연구소 시설재배 감귤에서 열매를 가해하고 있는 것이 처음으로 확인되었고(Han *et al.*, 1998), 그 이후 시설재배 면적의 증가와 더불어 전국적으로 분포가 확산되고 있다(Han *et al.*, 1998).

총채벌레에 의한 피해는 가해부위에 따라 다르게 나타나는데, 잎을 흡즙하였을 경우 은백화 현상(silvery grey), 뒤틀림 현상 및 표피에 흠(black spot)이 생기고, 과실을 가해하였을 경우 기형이 되거나 피해부위가 탈색되며, 꽃을 가해했을 경우 조기낙화를 유발하고 종실의 충실도가 저하되어 수확량이 떨어진다(Lewis, 1973; Ananthakrishnan, 1982, 1984). 또한, 꽃노랑총채벌레는 꽃을 선호하기 때문에 이차적으로 과채류에 큰 피해를 주는 해충이다. 이들은 주로 잎이나 꽃 등의 표피 조직 내에 한 개씩 산란하고, 유충 및 성충은 꽃속이나 신초 부위에서 주로 서식하기 때문에 약제방제가 어려운 해충으로 알려져 있으며(Robb *et al.*, 1995), 여러 가지 작물에 tomato spotted wilt virus (TSWV)를 매개할 가능성이 있는 매개충이기에 개체군 밀도를 항상 주의 깊게 관찰할 필요가 있다(Yudin *et al.*, 1987). 또한 꽃노랑총채벌레는 초본류를 포함하여 기주범위가 넓은 해충으로 알려져 있으며(Yudin *et al.*, 1986), 먹이식물 및 부위에 따라 발육기간이 달라질 뿐만 아니라(Katayama, 1997, 1998), 동일한 식물에서도 품종에 따라 생태적 차이가 있는데, 장미의 품종에 따라 선호성이 다르고(Bergh and Le Blanc, 1997), 감수성과 저항성 오이품종에서도 생태적 차이가 있는 것으로 알려져 있다(Soria and Mollema, 1995). Van Rijn *et al.* (1995)은 유럽에 유입된 꽃노랑총채벌레가 하우스 작물의 주요해충이 된 이유를 설명하기 위해서 파총채벌레(*Thrips tabaci* Lindeman)와 꽃노랑총채벌레의 발육기간을 비교하였는데, 꽃노랑총채벌레의 발육기간이 더 짧아 동일기간 동안 더 많은 밀도를 유지 할 수 있었다.

따라서, 본 연구는 시설재배지에서 많이 재배되고 있는 기주식물에 대한 꽃노랑총채벌레의 생태적 특성과 먹이선호성을 조사하여 꽃노랑총채벌레 생태에 대한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시충과 사육조건

꽃노랑총채벌레는 1999년 1월에 전남농업기술원의 국화포장에서 채집하여 25±2°C의 사육실(16L:8D, RH 60-70%)에서 강낭콩 떡잎과 꿀벌용 화분을 먹이로 공급하면서 누대 사육한 것을 사용하였다.

유충 발육기간, 생존율 및 성충수명

꽃노랑총채벌레의 발육기간을 조사하기 위하여 27±2°C의 항온조건(16L:8D, RH 60-70%)에서 4개 작물(가지: 신희산호가지, 오이: 신희진주오이, 고추: 부자고추, 토마토: 산체리엑스트라토마토)의 잎과 꽃잎을 직경 1.5 cm로 잘라서 바이엘 병(직경 1.5 cm, 길이 4 cm)에 각각 넣은 후, 꽃노랑총채벌레 부화유충을 한 마리씩 넣어 주고, 12시간 간격으로 각 태별 발육기간과 성충수명을 해부현미경(20×) 하에서 조사하였다. 이때 새로운 잎과 꽃잎을 매일 공급하였다.

산란 선호성

꽃노랑총채벌레의 작물별 잎에 대한 산란 선호성 조사는 페트리디쉬(직경 9 cm, 높이 3 cm)에 수분이 있는 탈지면과 필터 페이퍼를 깔고, 그 위에 가지, 오이, 고추, 토마토 잎을 직경 약 2.8 cm로 잘라 뒷면이 위로 향하고 서로 겹치도록 두었으며, 암컷 성충을 잎당 3마리씩 총 12마리를 접종하고 24시간이 경과한 후 성충은 모두 제거하였다. 이때 성충의 이탈을 방지하기 위하여 페트리디쉬 위에 미세한 망사(400 mesh)로 된 소형 아크릴 케이지(직경 5 cm, 높이 5 cm)를 덮은 후 항온기(25±2°C, 16L:8D, RH 60-70%)에 두고 매일 부화한 개체수를 해부현미경(20×) 하에서 조사하였다. 또한 잎의 위치에 따른 산란 선호성 조사는 파종 후 12주된 가지(eggplant, 초장: 50-60 cm)의 상위, 중위, 하위 잎을 약 직경 2.8 cm로 잘라 작물별 잎에 대한 산란선호성과 동일한 방법으로 처리하여 조사하였다. 이때 꽃노랑총채벌레 암컷 성충은 잎 당 3

마리씩 총 9마리를 접종하였고, 각각 7반복으로 처리하였다.

서식 선호성

가지 잎과 꽃잎에 대한 성충의 서식 선호성의 차이를 조사하기 위하여 산란 선호성과 동일한 방법으로 하였고, 이때 암컷 성충은 잎과 꽃잎에 각각 5마리씩 총 10마리를 접종하여 24시간 후 서식위치를 조사하였다. 또한, 4개 작물별 꽃잎에 대한 성충의 서식 선호성 조사는 페트리디쉬(직경 9 cm, 높이 3 cm)에 탈지면과 직경이 6 cm인 파라필름을 깔고, 4개 작물의 꽃잎을 동서남북에 각각 하나씩 두었으며, 꽃잎이 시들지 않게 하기 위하여 파라필름에 구멍을 뚫어 수분이 공급되도록 하였다. 접종 24시간 후 해부현미경(20×) 하에서 조사하였고, 각각 7반복으로 처리하였다.

자료분석

각 경우의 시험에서 꽃노랑총채벌레 유충 발육기간, 성충수명, 산란선호성 및 서식선호성에 대한 시험결과는 SAS (Statistical Analysis System, 1996) 통계프로그램을 이용하여 분산분석(Analysis of Variance: ANOVA)을 하였고, TUKEY 검정으로 각 처리별 평균값을 비교하였다.

결과 및 고찰

4개 작물(가지, 오이, 고추, 토마토)의 잎과 꽃잎에 대한 꽃노랑총채벌레의 발육기간 및 생존율을 조사한 결과(Table 1), 가지, 오이 및 토마토 잎에서 평균발육기간은 4.5-4.6일, 생존율은 80% 이상이었으나, 고추에

서는 발육기간이 6.4일로 조사된 작물 중에서 가장 길고, 생존율도 67%로 가장 낮았다. 한편, 가지, 오이 및 고추 꽃잎에서는 발육기간이 4.2-5.2일이었으며 생존율도 75% 이상을 보였지만, 토마토 꽃잎에서의 발육기간은 7.4일로 다른 작물에 비하여 길었고, 생존율도 67%로 낮았다. 따라서 기주식물에 따른 꽃노랑총채벌레 유충의 발육기간 및 생존율에 차이가 있어, 발육기간, 생존율 등을 고려해 보면 식물체 잎 중에서는 고추 잎이 꽃노랑총채벌레의 먹이로 적합하지 않는 것으로 생각되며, 꽃잎의 경우에는 토마토가 부적합한 먹이로 생각된다.

Katayama (1998)는 20°C에서 꽃노랑총채벌레 유충의 먹이별 발육기간은 강낭콩, 오이, 가지, 토마토 및 피망 잎에서 각각 6.9, 7.9, 8.1, 7.8 및 10.6일 이었으며, 먹이별 생존율은 각각 59, 77, 62, 90 및 57%로, 피망을 먹이로 공급한 경우가 발육기간이 가장 길고 생존율이 가장 낮았다고 하였다. 또한, 25°C에서 먹이로 오이 잎, 땅콩 잎 및 국화 꽃잎을 공급하면서 꽃노랑총채벌레의 유충기간을 조사한 결과, 각각 6.1-6.5일 (Gaum, et al., 1994; Van Rijn et al., 1995), 4.7일(Lowry et al., 1992) 및 5.3일(Katayama, 1997)로 보고되었다. 이상의 결과들을 비교해 보면 온도와 먹이에 따라 꽃노랑총채벌레 유충의 발육차이가 있었다. 본 실험에서도 고추의 잎에서 꽃노랑총채벌레 유충의 발육기간이 길고 생존율이 낮아 먹이종류별 발육기간 및 생존율에 차이가 있었다.

한편, 4개 작물(가지, 오이, 고추, 토마토)의 잎과 꽃잎에 대한 암·수별 성충수명을 조사한 결과(Table 2), 잎에서는 오이, 꽃잎에서는 고추와 토마토에서 성충의 생존기간이 길었으며, 오이 꽃잎에서 생존기간이 가장 짧은 것으로 나타났는데, 유충의 발육기간(Table 1)을 보면, 잎의 경우 오이와 가지에서, 꽃잎의 경우 가지에서 가장 짧았다. 이와 같이 성충의 생존기간이 길다고 해서 유충이 선호하는 먹이라고 할 수 없으며, 유충의 발육기간과 성충의 생존기간 사이에는 뚜렷한 관계가 없음을 말해준다.

25°C에서 국화 꽃잎을 먹이로 공급하면서 꽃노랑총채벌레 암/수별 성충의 수명을 조사한 결과 각각 46/42일 이었고(Katayama, 1997), 25°C에서 땅콩 잎을 먹이로 꽃노랑총채벌레를 사육시 암컷 성충의 수명이 2.3일(Lowry et al., 1992)로, 꽃노랑총채벌레 성충수명이 먹이에 따라서 차이가 있음이 보고되었다.

4개 작물별 꽃노랑총채벌레 암컷의 산란 선호성을

Table 1. Developmental period (mean±SE) and survival rate of *F. occidentalis* larvae on leaf and petal of four different plants at 27°C

Plant	Leaf		Petal	
	Developmental period (days)	Survival rate (%)	Developmental period (days)	Survival rate (%)
Eggplant	4.5±0.22 (28) ^a b	95.8	4.2±0.10 (28) ^a a ^b	95.8
Cucumber	4.5±0.14 (34) a	96.7	4.4±0.17 (23) a	75.0
Red pepper	6.4±0.60 (25) b	66.7	5.2±0.32 (27) b	91.7
Tomato	4.6±0.14 (29) a	80.0	7.4±0.33 (21) c	66.7

^aNumber of individuals tested

^bMeans followed by the same letters are not significantly different (P = 0.05; Tukey's studentized range test [SAS institute, 1996]).

Table 2. Longevity (mean \pm SE) of *F. occidentalis* adults on four different plants at 27°C

Plant	Longevity (days)			
	Leaf		Petal	
	Female	Male	Female	Male
Eggplant	9.3 \pm 0.46 (16) ^a b ^b	8.8 \pm 0.69 (12) ^a a ^b	15.1 \pm 0.86 (17) ^a b ^b	13.3 \pm 1.38 (11) ^a b ^b
Cucumber	16.0 \pm 0.92 (20) c	11.8 \pm 0.89 (14) a	8.1 \pm 0.82 (13) a	7.5 \pm 0.98 (10) a
Red pepper	12.7 \pm 1.22 (14) b	11.4 \pm 0.96 (11) a	18.4 \pm 1.02 (18) c	12.0 \pm 1.53 (9) ab
Tomato	12.2 \pm 0.72 (16) b	12.0 \pm 0.65 (13) a	18.7 \pm 1.29 (11) c	14.8 \pm 0.91 (10) b

^aNumber of individuals tested

^bMeans followed by the same letters are not significantly different (P=0.05; Tukey's studentized range test [SAS institute, 1996]).

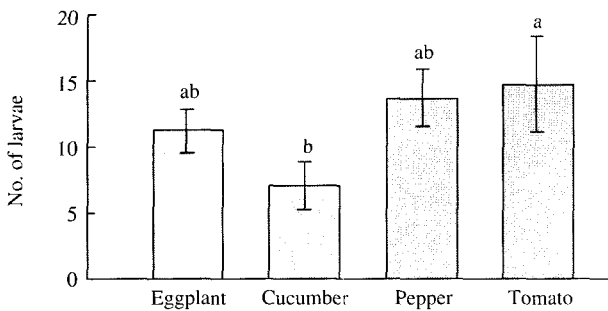


Fig. 1. Oviposition preference of *F. occidentalis* on leaves of different plants. Different letters above mean bars in each parameter experiment were significantly different at $\alpha = 0.05$ (Tukey's studentized range test [SAS institute, 1996]).

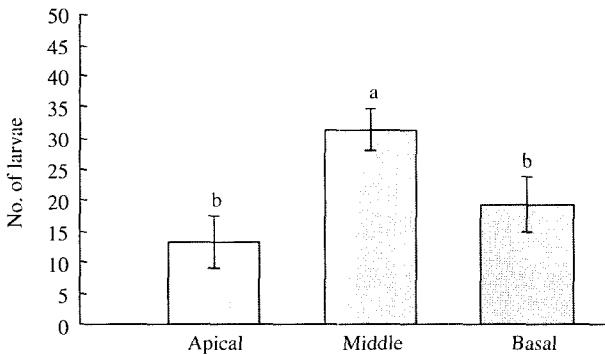


Fig. 2. Oviposition preference of *F. occidentalis* in relation to the leaf position (apical, middle, and basal leaf) of eggplant. Different letters above mean bars in each parameter experiment were significantly different at $\alpha = 0.05$ (Tukey's studentized range test [SAS institute, 1996]).

조사한 결과(Fig. 1), 가장 선호하는 것은 토마토 잎이었고, 선호성이 가장 낮은 것은 오이 잎으로 조사되었다. 또한, 가지 성묘의 잎 위치별(상, 중, 하위)로 난에서 부화한 유충수를 조사한 결과(Fig. 2), 중위 잎에서 부화한 유충수가 가장 많았고, 상위의 잎에서 가장 적었다.

꽃노랑총채벌레 암컷성충은 섭식하는 장소에 산란

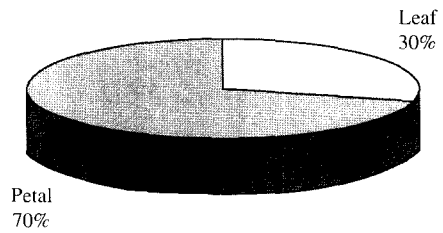


Fig. 3. Distribution preference of *F. occidentalis* female on leaf and petal of eggplant.

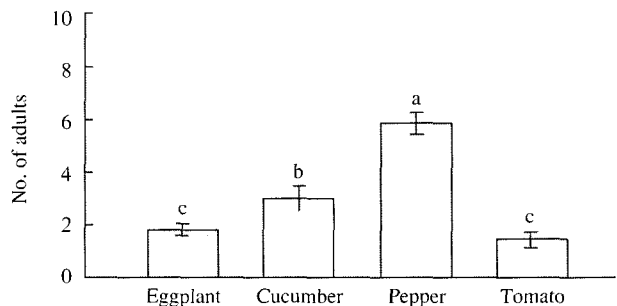


Fig. 4. Preference of *F. occidentalis* female found on petals of different plants. Different letters above mean bars in each parameter experiment were significantly different at $\alpha = 0.05$ (Tukey's studentized range test [SAS institute, 1996]).

하는 습성이 있기 때문에(Lewis, 1973), 사과나무의 신초와 꽃잎이 형성되는 시기에 따라 꽃노랑총채벌레 성충과 유충의 발생밀도가 달라지며(Terry, 1991), 장미꽃종에 따라 유충발육과 성충산란수가 크게 달라진다고 하였다(Bergh and Le Blanc, 1997). 또한, Katayama (1997)는 25°C에서 국화의 어린 잎과 성숙한 잎에 대한 암컷 성충의 산란수를 조사한 결과, 각각 8.4, 10.4개로 어린 잎의 경우 산란수가 적었다고 하였는데, 본 연구결과와 같은 경향임을 알 수 있었다. 따라서 꽃노랑총채벌레의 약제방제시 작물별 생육시기에 따른 산란습성이 고려되어야 할 것으로 생각된다.

가지의 잎과 꽃잎에 대한 꽃노랑총채벌레 암컷의

서식 선호성을 조사한 결과(Fig. 3), 꽃잎에서 발견되는 꽃노랑총채벌레의 비율이 70%로 꽃을 선호하였다. 또한, 작물별 꽃잎에 대한 꽃노랑총채벌레 성충의 서식 선호성을 조사한 결과(Fig. 4), 50% 이상이 고추 꽃잎을 가장 선호하였으며, 그 다음으로 오이, 가지, 토마토 순이었다.

Rosenheim et al. (1990)은 오이에서 복합적으로 발생하는 오이총채벌레와 꽃노랑총채벌레의 섭식양상을 조사하면서, 주로 오이총채벌레는 잎에, 꽃노랑총채벌레는 꽃잎에서 발생밀도가 높다고 하였으며, 결과적으로 꽃노랑총채벌레는 어린 과실에 피해를 준다고 하였다. 그리고 원예작물별 서식선호성의 경우, 고추 꽃잎을 가장 선호하였는데, 이것은 *Frankliniella*속의 총채벌레들이 대부분 꽃의 화분을 선호하기 때문에 화분의 양과 깊은 관련이 있을 것으로 생각되나 추후 더 많은 검토가 요구되어진다.

이상의 결과로서 가지, 고추, 토마토 등 여러 가지 원예작물에 발생되어 큰 피해를 주고 있는 꽃노랑총채벌레에 대해 생리·생태적 특성 구명 및 효율적인 방제대책을 수립하기 위한 시험사업을 수행하고자 꽃노랑총채벌레를 실내에서 대량사육시 성충수명, 유충발육기간 및 유충의 생존율을 고려해 보았을 때, 기주식물로 가지를 이용하는 것이 가장 합리적인 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Ananthkrishnam, T.N. 1982. Thrips and pollination Biology. *Curr. Sci.* 51: 168-172.
- Ananthkrishnam, T.N. 1984. Bioecology of thrips. Indira Pub. House. 233 pp.
- Bergh, J.C. and J.R. Le Blanc. 1997. Performance of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on cultivars of miniature rose. *J. Econ. Entomol.* 90: 679-688.
- Caum, W.G., J.H. Giliomee and K.L. Pringle. 1994. Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. *Bull. Entomol. Res.* 84: 219-224.
- Han, M.J., I.S. Kim, S.B. Ahn, M.L. Lee, K.J. Hong, G.H. Lee and D.S. Ku. 1998. Distribution and host plants of recently introduced western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in Korea. *RDA. J. Crop. Protec.* 40: 83-88.
- Katayama, H. 1997. Effect of temperature on development and oviposition of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 41: 225-231.
- Katayama, H. 1998. Occurrence and control of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) on vegetables and ornamentals. *Plant Protection.* 52: 176-179.
- Lee, Y.I. 1996. Present status of exotic insect pests in Korea and how to prepare for. 96 International symposium: Import and export of agricultural products and plant quarantine. pp. 61-86.
- Lewis, T. 1973. Thrips, their biology, ecology and economic importance. Academic press. London. 349 pp.
- Lowry, V.K., J.W. Smith JR. and F.L. Mitchell. 1992. Life-fertility tables for *Frankliniella fusca* (Hinds) and *F. occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on peanut. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 85: 744-754.
- McDonald, J.R., J.S. Bale and K.F.A. Walters. 1998. Effect of temperature on development of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Eur. J. Entomol.* 95: 301-306.
- Robb, K.L. 1988. Analysis of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) as a pest of floricultural crops in California greenhouses. Ph.D. dissertation, Univ. of Calif., Riverside.
- Robb, K.L., J. Newman, J.K. Virzi and M.P. Parrella. 1995. Insecticide resistance in western flower thrips. pp. 341-346. *In Thrips Biology and Management*, eds. by B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. NATO ASI Series. Series A.: Life Science Vol. 276.
- Rosenheim, J.A., S.C. Welter, M.W. Johnson, R.F.L. Mau and L.R. Gusukuma-Minuto. 1990. Direct feeding damage on cucumber by mixed-species infestations of *Thrips palmi* and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 1519-1525.
- Saeki, I. 1998. Circumstances of occurrence and distribution of western flower thrips in Japan. *Plant Protection.* 52: 170-171.
- Soria, C. and C. Mollema. 1995. Life-history parameters of western flower thrips on susceptible and resistant cucumber genotype. *Entomol. Exp. Appl.* 74: 177-184.
- Terry, L.I. 1991. *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) oviposition in apple buds: Role of bloom state, blossom phenology, and population density. *Environ. Entomol.* 20: 1568-1576.
- Van Rijn, P.C.J., C. Mollema and G.M. Steenhuis-Broers. 1995. Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. *Bull. Entomol. Res.* 85: 285-297.
- Yudin, L.S., J.J. Cho and W.C. Mitchell. 1986. Host range of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), with special reference to *Leucaena glauca*. *Environ. Entomol.* 15: 1292-1295.
- Yudin, L.S., W.C. Mitchell and J.J. Cho. 1987. Color preference of thrips (Thysanoptera: Thripidae) with reference to aphids (Homoptera: Aphididae) and leaf miners in Hawaiian lettuce farms. *J. Econ. Entomol.* 80: 51-55.

(Received for publication 19 March 2003;
accepted 24 November 2003)