

西花蓟马繁殖力与寄主营养物质的关系*

曹宇 鄧军锐** 孔译贤

(贵州大学昆虫研究所 贵州山地农业病虫害重点实验室 贵阳 550025)

摘 要 研究了西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 在 6 种蔬菜寄主上的繁殖力,同时测定了寄主植物叶片的可溶性糖、可溶性蛋白质和叶绿素含量,并分析了它们之间的相关性。研究结果表明,西花蓟马繁殖力与叶片可溶性蛋白质含量存在正相关关系,与叶片的可溶性含糖量、叶绿素含量及可溶性蛋白质含量与可溶性含糖量比例的相关关系不显著。

关键词 西花蓟马, 繁殖力, 营养物质, 叶绿素

Relationships between fertility of *Frankliniella occidentalis* and nutrient contents in host foliage

CAO Yu ZHI Jun-Rui** KONG Yi-Xian

(The Provincial Key Laboratory for Agricultural Pest Management of Mountainous Region, Institute of Entomology, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract The fertility of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) on 6 different vegetable hosts was investigated and their soluble sugar, soluble protein and chlorophyll content tested. The fertility of *F. occidentalis* displayed a significant positive correlation with soluble protein content, but was less correlated with soluble sugar content, chlorophyll content and the ratio of soluble protein and soluble sugar content.

Key words *Frankliniella occidentalis*, fertility, nutrient, chlorophyll

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 寄主广泛,可危害 60 多种 500 余种植物,尤其对于蔬菜、花卉危害严重 (Yudin *et al.*, 1986; Chau and Heinz, 2005),这种危害具有明显的差异性,突出表现在不同寄主上成虫、若虫数量上的差异,而这种差异归根结底恐怕要归结到西花蓟马在不同寄主上长期适应后的繁殖力的差异。研究表明西花蓟马一生的产卵量在萝卜上为 42 粒 (Bryan and Smith, 1956)、棉花上为 53 粒 (Trichilo and Leigh, 1988)、花生上为 9.44 粒 (Lowry *et al.*, 1992)、黄瓜上为 38.4 粒 (Kiers *et al.*, 2000);关于西花蓟马繁殖力在菜豆上的研究较多,如 43.8 粒 (Lublinkoh and Foster, 1977)、32.4 粒 (Bunte *et al.*, 1990)、29.6 粒 (Brødsgaard *et al.*, 1994)、41.43 粒 (Gerin *et al.*, 1994)、79.6 粒 (Zhi *et al.*,

2005)都是不同的研究结果,可见无论在不同寄主,还是相同寄主上,对西花蓟马的繁殖力不同研究,得出差异程度不同的结果,说明寄主是影响西花蓟马繁殖力的重要因素。现有研究表明,西花蓟马在花生上的繁殖力最低,总产卵量只有 9.44 头,内禀增长率只有 0.02,不适宜的西花蓟马的繁殖,而取食菜豆角繁殖力最高,产卵量可达 79.6 粒,适宜西花蓟马的生长繁殖。

本文选取 6 种不同科的寄主植物,研究西花蓟马繁殖力与其营养物质及其叶绿素的关系,在一定程度上了解其不同寄主上引起繁殖力差异性的因素,从寄主角度分析其繁殖适度以及寄主适应性,为西花蓟马不同寄主种群的监测和控制策略提供重要的科学依据,更为重要的是为培育抗性品种防治西花蓟马奠定基础,从而从源头上减

* 项目资助:国家自然科学基金项目(31060244)、公益性行业(农业)科研专项(20080325)和贵州省优秀科技教育人才省长专项资金项目(黔省专合字(2007)20号)资助。

**通讯作者, E-mail: jrzhi@yahoo.com.cn

收稿日期:2011-04-01,接受日期:2011-05-03

少西花蓟马的数量,克服单纯使用化学防治造成再猖獗的弊端。

1 材料与方法

1.1 西花蓟马繁殖力研究

1.1.1 供试虫源 西花蓟马采自贵州省贵阳市花溪区附近各类蔬菜上,带回实验室在人工气候室分别以甘蓝、莴苣、黄瓜、茄子、芹菜和大蒜叶片饲养3代纯化备用。

1.1.2 饲养条件 本实验在贵州大学昆虫研究所人工气候箱(RXZ系列多段可编程智能人工气候箱)中进行,温度设定为 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,湿度 $70\% \pm 1\%$,光照 L:D=14:10。

1.1.3 供试寄主 黄瓜、莴苣、芹菜、茄子、大蒜、甘蓝均种植在温室中且未喷洒农药,以获取无蓟马及其它害虫污染的干净寄主植物,其叶片作为供试材料。

1.1.4 实验方法 西花蓟马一生产卵量的观察。将若干西花蓟马雌、雄成虫分别置于食料为黄瓜、甘蓝、莴苣、茄子、大蒜和芹菜叶片的养虫盒内,任其产卵,12 h后移去成虫,将初孵若虫单头挑取在 $25.4\text{ mm} \times 76.2\text{ mm}$,凹面直径为 18 mm 的2片凹玻片形成的饲养小室内(顾秀慧等,2001)。凹玻片内事先分别放入6种寄主植物约 1 cm^2 的叶片小块,每种寄主植物下供试若虫为100头。每日早晚8:00各观察1次,每隔1~2天更换1次新鲜寄主植物。羽化为成虫后,马上把西花蓟马雌雄成虫配对在直径 3 mm ,高 2.5 mm 的透明朔料小瓶中,小瓶底部铺上滤纸,滴上适量蒸馏水,滤纸上再各放上稍小于小瓶底面积的6种植物叶片,每天记录成虫的存活情况,且每天更换植物叶片,并将更换的叶片保留至8 d以上,保证所有的卵均能孵化,记录孵化出的若虫数,以若虫数作为产卵量的估计(Watts, 1934),直到雌虫自然死亡。繁殖力有关参数计算:净增殖率 $R_0 = \sum l_x m_x$;内禀增长率 $r_m = (\ln R_0) / T$ 。式中 x 为按年龄划分的单位时间间距; l_x 表示任一个体在 x 期间的存活率; m_x 表示在 x 期间平均每雌产雌数。

1.2 寄主营养物质及叶绿素的测定

1.2.1 寄主可溶性含糖量的测定 采用蒽酮比色法。选取与上述试验中相同年龄和大小的供试植物叶片,剪碎混匀后,称取 1.0 g 放入三角瓶中,

加入 25 mL 沸水,在沸水浴中煮沸 10 min ,过滤定容至 50 mL ,取 5 mL 2次定容到 50 mL 为待测液。取待测液 1 mL ,加蒽酮试剂 4 mL 显色,在沸水浴中煮沸 10 min ,冷却后在 620 nm 波长下测定光密度。用葡萄糖绘制标准曲线。

1.2.2 寄主可溶性蛋白质含量的测定 采用考马斯亮蓝法。选取与上述试验中相同年龄和大小的供试植物叶片,剪碎混匀后,称取 0.2 g ,加入 5 mL 蒸馏水研磨后在 4000 rpm 下离心 10 min ,上清液倒入 10 mL 容量瓶,再向残渣中加入 2 mL 蒸馏水,摇匀悬浮后2次离心 10 min ,合并上清液,定容。取上清液 0.1 mL ,加 0.9 mL 蒸馏水及 5 mL 考马斯亮蓝G-250蛋白质试剂,混匀,显色后在 595 nm 波长下测定光密度。用牛血清蛋白绘制标准曲线。

1.2.3 寄主叶绿素含量的测定 选取与上述试验中相同年龄和大小的供试植物叶片,称取 0.2 g 叶片置于研钵中,加入少量石英砂和碳酸钙粉末以及加入 95% 的乙醇溶液 $2\sim 3\text{ mL}$ 研磨成匀浆,再加入乙醇 10 mL ,继续研磨至组织变白,静置 $3\sim 5\text{ min}$ 。把提取液倒入烧杯中,加入少量 95% 的乙醇冲洗研钵1次,静止数分钟后,用一层加乙醇湿润过的滤纸的漏斗过滤,再将纸上的色素冲洗干净,再用少量乙醇冲洗研棒以及残渣数次,过滤液定容至 25 mL 容量瓶中,摇匀。把叶绿体色素提取液倒入比色杯内,以 95% 乙醇为空白,在波长分别为 665 、 649 nm 下测定光密度值。

1.3 数据处理

实验数据用Excel2003进行数据处理,SPSS18.0程序进行统计分析、相关性分析,采用Duncan氏新复极差检测法比较差异显著性($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 西花蓟马在6种寄主上的繁殖参数

西花蓟马取食不同蔬菜时,一生之中,平均每雌每天产卵量、平均每雌总产卵量和平均每雌每天产雌量都存在不同程度的差异(表1)。平均每雌每天产卵量较高的为甘蓝和莴苣,分别为 2.88 和 2.48 粒;在大蒜上最低,为 0.77 粒。平均每雌总产卵量、平均每雌每天产雌量与平均每雌每天产卵量在不同寄主上呈现相同的趋势。其净增殖

率(R_0)及内禀增长率(r_m)在甘蓝、莴苣上也相对较大,分别为 34.5322,30.8523 和 0.1197,0.1228;在芹菜、大蒜上较小,分别为 8.9491,8.3536 和 0.0860,0.0791。说明西花蓟马在甘蓝、莴苣上繁殖较好,在芹菜、大蒜上繁殖较差。

表 1 25℃下西花蓟马在 6 种寄主上的繁殖参数
Table 1 Ovipositor parameters of *Frankliniella occidentalis* on 6 hosts at 25℃

寄主 Host	甘蓝 Cabbage	莴苣 Lettuce	黄瓜 Cucumber	茄子 Eggplant	芹菜 Celery	大蒜 Garlic
每雌每天产卵量/粒 Oviposition amount per day	2.88 ± 0.09a	2.48 ± 0.17b	1.91 ± 0.08c	1.68 ± 0.05cd	1.47 ± 0.07d	0.77 ± 0.04e
每雌总产卵量/粒 Oviposition amount per female	70.83 ± 3.23a	58.11 ± 6.63b	40.39 ± 2.68c	33.39 ± 2.14c	20.50 ± 1.81d	15.50 ± 1.48d
每天每雌产雌量/粒 Female offspring per day per female	1.97 ± 0.03a	1.75 ± 0.01a	1.10 ± 0.02b	0.97 ± 0.01bc	0.72 ± 0.02c	0.40 ± 0.01d
净增殖率(R_0) Net reproductive rate	34.5322	30.8523	19.1248	17.9322	8.9491	8.3536
内禀增长率(r_m) Intrinsic increase rate	0.1197	0.1228	0.1318	0.1154	0.0860	0.0791

注:表中数据为平均数 ± 标准误,同一行中小写字母不同表示西花蓟马各产卵参数在不同寄主之间达到显著水平($P < 0.05$; Duncan 氏新复极差测验法),下表同。
Data are presented as mean ± SE, and followed by different letters in the same row are significantly different at the 0.05 level by Duncan's new multiple range test. The same below.

2.2 6 种寄主上营养物质及叶绿素含量的测定
由表 2 可以看出,供试的 6 种寄主在可溶性含糖量、可溶性蛋白质含量以及叶绿素含量都存在不同的显著性差异。可溶性含糖量在大蒜上最高,为 16.5116 mg/g,在茄子上最低,为 0.9612 mg/g,约为大蒜含量的 1/16;可溶性蛋白含量在甘蓝和莴苣上最高,分别为 13.9652 和 13.8003 mg/g,它们之间没有明显的区别,在芹菜上含量最低,为 6.9708 mg/g;但叶绿素含量则在芹菜上最高,为 2.1966 mg/g。各寄主上,可溶性蛋白质含量与可溶性含糖量的比值也不相同,变化范围在 0.4807 ~ 11.9563 之间。

表 2 可溶性糖、蛋白质及叶绿素含量的测定
Table 2 Content of soluble sugar, protein and chlorophyll of the test plants

寄主 Host	可溶性糖 Soluble sugar (mg/g)	可溶性蛋白质 Soluble protein (mg/g)	叶绿素 Chlorophyll (mg/g)	可溶性蛋白质:可溶性糖 Soluble protein: Soluble sugar
甘蓝 Cabbage	4.9201 ± 0.0091 d	13.9652 ± 0.0890 a	1.4057 ± 0.0007d	2.8384
莴苣 Lettue	3.7308 ± 0.0507 e	13.8003 ± 0.0523 a	1.6673 ± 0.0013 c	3.6990
黄瓜 Cucumber	5.1400 ± 0.0235 c	9.7733 ± 0.0680 c	1.9290 ± 0.0021 b	1.9014
茄子 Eggplant	0.9612 ± 0.0199 f	11.4924 ± 0.0576 b	0.5810 ± 0.0011 f	11.9563
芹菜 Celery	12.7971 ± 0.0253 b	6.9708 ± 0.1518 e	2.1966 ± 0.0007 a	0.5447
大蒜 Garlic	16.5116 ± 0.0072 a	7.9364 ± 0.0506 d	0.7061 ± 0.0009 e	0.4807

2.3 西花蓟马繁殖力与寄主营养物质及叶绿素的关系
通过分析西花蓟马繁殖力与寄主叶片可溶性含糖量的关系发现,西花蓟马繁殖力与寄主可溶性含糖量具有一定的负相关关系,但未达到显著水平,相关系数为 -0.707 ($P = 0.116 > 0.05$, $F = 3.994$),说明可溶性含糖量不是影响西花蓟马繁殖力的主要因素;与寄主叶片可溶性蛋白质含量存在正相关关系,且达到显著水平,相关系数为 0.866 ($P = 0.026 < 0.05$, $F = 11.972$),说明寄主

叶片可溶性蛋白质含量越高,越有利于西花蓟马的繁殖;与寄主叶片叶绿素含量具有一定的正相关关系,但未达到显著水平,相关系数为 0.323 ($P = 0.532 > 0.05$, $F = 0.043$),说明叶绿素含量不是影响西花蓟马繁殖力的主要因素;同寄主叶片可溶性蛋白质含量与可溶性含糖量比例也存在一定的正相关关系,但未达到显著水平,相关系数为 0.142 ($P = 0.788 > 0.05$, $F = 0.083$),说明寄主叶片可溶性蛋白质与含糖量的比例并不影响西花蓟马的繁殖力。

3 讨论

有报道称昆虫的存活率、繁殖及生长发育与寄主的营养状况有关 (Strong *et al.*, 1984),寄主植物中可溶性蛋白质和可溶性糖的比例会影响植食性昆虫的取食和产卵,可溶性蛋白质含量高,昆虫的存活率、生长发育速率和繁殖力相对提高 (Mcneill and Southwood, 1978; Mattson, 1980)。本文研究结果表明,西花蓟马繁殖力与寄主叶片可溶性蛋白质含量成正相关关系,在甘蓝、莴苣蛋白质含量高的寄主上,繁殖力最高,这与西花蓟马在田间通常取食嫩枝、嫩梢以及花朵等蛋白质含量相对较高的部位表现一致 (Mound and Palmer, 1980; Ullman *et al.*, 1992; Brent *et al.*, 2001)。Scott 等 (2002) 的研究表明,温室蓟马繁殖力与寄主叶片可溶性蛋白质含量也存在正相关关系,同时其发现西花蓟马危害寄主的蛋白质含量高于非寄主,说明植物蛋白质含量对西花蓟马最初的寄主选择上就存在一定程度上的影响。研究还发现温室蓟马繁殖力与寄主的碳水化合物含量不存在相关关系,与本文中西花蓟马繁殖力与寄主叶片可溶性含糖量不存在相关关系结论一致。但是,本文的研究表明西花蓟马同可溶性蛋白质与可溶性糖含量的比值并不存在相关关系,所以对于不同的昆虫,影响其繁殖力的因素可能不同。另外,本研究中,西花蓟马繁殖力与寄主叶片叶绿素含量也不存在相关关系。

也有学者研究了害虫的繁殖力与寄主叶片之间的关系,戴小华等 (2001) 研究发现美洲斑潜蝇繁殖力与寄主叶片中的蛋白质含量无关,与寄主叶片中的可溶性糖含量呈负相关,但也有研究表明其与叶片可溶性糖及叶绿素含量呈正相关关系 (李勇等, 2003); 还有学者研究南美斑潜蝇繁殖力

与叶片中可溶性蛋白质含量及可溶性糖含量都不存在相关关系,而与叶片叶毛数呈负相关 (韩靖玲等, 2005)。由于不同寄主本生可能在营养物质等方面存在差异,导致其对昆虫繁殖力起主要作用的因素不同,或者不同昆虫的繁殖对于营养状况的需求不同,具有不同的繁殖机制,即昆虫为延续种群适应环境而采取的策略的不同,从而产生了这些不一致的研究结论。同时,研究还发现寄主的物理性状也会影响昆虫的繁殖力 (韩靖玲等, 2005) 另外,寄主的次生物质如单宁、黄酮等也可以影响昆虫的繁殖力 (李勇等, 2003),所以在这些结果存在冲突时,我们更应该综合多方面的影响因素进行深入研究,找出产生这种冲突的其他因素。除寄主本身外,其他外界因子,如温度、湿度、天敌等都可能其影响因素,所以关于昆虫繁殖力的研究今后涉及的因素将会更为复杂。

虽然研究表明西花蓟马繁殖力与寄主叶片可溶性蛋白质含量成正相关,其他某些昆虫也可能存在这种相关性,但这种相关性应该有一定的局限性,昆虫的繁殖力不可能随着蛋白质含量的上升一直上升,即昆虫繁殖力、蛋白质含量两者的上升都存在极限值。若几种高蛋白含量的寄主含量无显著差异时,但昆虫的繁殖力仍有差异,那么寄主的含糖量、叶绿素含量、次生物质等就可能成为主要的影响因素了。比如,Scott (2002) 发现在寄主叶片蛋白质含量相似的情况下,次生物质在蓟马-植物关系中起主要作用。所以,对于昆虫在不同寄主上繁殖力的差异性,也应该是多种因素共同作用的结果,物理性状、营养物质、次生物质等都可以影响。

西花蓟马的繁殖力与寄主的蛋白质含量存在一定的正相关关系,对于我们培育抗性品种有一定的启发,在考虑培育抗西花蓟马植株品种时,在不影响营养价值的前提下,是否可以考虑减少植株的蛋白质含量;尤其对于不同利用目的的植株,更应该考虑蛋白质含量问题,减少蛋白质含量利于减少西花蓟马的产卵量。Nikolay 等 (2004) 通过转半胱氨酸蛋白酶抑制剂和天冬氨酸蛋白酶抑制剂来获得转基因抗西花蓟马的马铃薯,在转基因马铃薯植株上幼虫和成虫的发生率减少了 20% 以上,说明植物对西花蓟马的抗性与其寄主蛋白质的确存在关系。另外,对于抗西花蓟马的植株品种的培育不应该仅限于对蛋白质的研究,比如

Rong 等(2005)、Dejager 等(1996)发现西花蓟马的抗性与菊花的异丁胺和次生物质有关,同时,植株的形态也能对西花蓟马危害产生抗性(Jager and Butot, 1992; 乔凤霞等, 2007; Joost and Riley, 2008)。因此,对于西花蓟马抗性品种的培育还有相当的难度,需要研究的内容以及深度都还有待加深增广。

参考文献(References)

- Brødsgaard HF, 1994. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *J. Appl. Entomol.*, 117(5): 498—507.
- Brent VB, Julianne S, Joseph EF, Peter CA, Steven MO, 2001. Flower nitrogen status and populations of *Frankliniella occidentalis* feeding on *Lycopersicon esculentum*. *Entomol. Exp. Appl.*, 99: 165—172.
- Bryan DE, Smith RF, 1956. The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California (Thysanoptera: Thripidae). *University of California Publications in Entomology*, 10: 359—410.
- Bunte R, Kuo S, Sell P, 1990. Pradation von *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) durch die Raubwanzen *Antbocoris nemorum* und *Antbocoris gallarum-ulmi* (Heteroptera: Anthocoridae). *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.*, 55(2a): 323—324.
- Chau A, Heinz KM, 2005. Influences of fertilization on population abundance, distribution, and control of *Frankliniella occidentalis* on chrysanthemum. *Entomol. Exp. Appl.*, 117(1): 27—39.
- 戴小华, 尤民生, 付丽君, 2001. 美洲斑潜蝇寄主选择性与寄主植物叶片营养物质含量的关系. *山东农业大学学报(自然科学版)*, 32(3): 311—313.
- Dejager CM, Butot RPT, Meijden EVD, 1996. The role of primary and secondary metabolites in chrysanthemum to *Frankliniella occidentalis*. *J. Chem. Ecol.*, 22(11): 1987—1999.
- Gerin C, Hance T, Van Impe G, 1994. Demographical parameters of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Appl. Entomol.*, 18: 370—377.
- 顾秀慧, 贝亚维, 高春先, 陈华平, 2001. 用凹玻片饲养棕榈蓟马. *昆虫知识*, 38(1): 71—73.
- 韩靖玲, 庞保平, 高书晶, 高俊平, 武威, 2005. 南美斑潜蝇对不同黄瓜品种的寄主选择性. *昆虫知识*, 42(6): 660—663.
- Jager DCM, Butot RPT, 1992. Susceptibility of chrysanthemum cultivars to thrips (*Frankliniella occidentalis*) infestation and the role of some physical plant characters. *Series Entomologica*, 49: 263—264.
- Joost PH, Riley DG, 2008. Tomato plant and leaf age effect on the probing and settling behavior of *Frankliniella fusca* and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology*, 37: 213—223.
- Kiers E, Kogel WJ, Balkema BA, Mollema C, 2000. Flower visitation and oviposition behaviour of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber plants. *J. Appl. Entomol.*, 124: 27—32.
- 李勇, 邓望喜, 韦新葵, 2003. 美洲斑潜蝇对番茄的选择性行为及其机制. *植物保护学报*, 30(1): 25—29.
- Lowry VK, Smith JW, Mitchell FL, 1992. Life-fertility tables for *Frankliniella fusca* (Hinds) and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peanut. *Ann. Entom. Soc. Am.*, 85(6): 744—754.
- Lublinkoh J, Foster DE, 1977. Development and reproductive capacity of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) reared at three temperatures. *Journal of Kansas Entomological Society*, 50(3): 313—316.
- Mattson WJ, 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 11: 119—161.
- McNeill S, Southwood TRE, 1978. Role of nitrogen in the development of insect plant relationships // Harborne JB (ed.). *Biochemical Aspects of Plant and Animal Convolution*. New York: Academic Press. 77—98.
- Mound LA, Palmer JM, 1980. Phylogenetic relationships between the families of recent Thysanoptera(Insecta). *Zool. J. Linn. Soc. Lond.*, 69(2): 111—141.
- Nikolay SO, Willem JDK, Antjie S, 2004. Specific cysteine protease inhibitors act as deterrents of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in transgenic potato. *Plant Biotechnology Journal*, 2(5): 439—448.
- 乔凤霞, 雀春平, 刘忠善, 李江涛, 丁元明, 肖春, 2007. 烟草植株不同部位上西花蓟马的动态分布调查. *江西农业学报*, 19(9): 65—66.
- Rong T, Chris M, Broadent A, 2005. Evidence for an isobutylamide associated with host, plant resistance to western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in chrysanthemum. *J. Chem. Ecol.*, 31(1): 103—110.
- Scott B, Simmonds SJ, Walter MB, 2002. Relationship between nutritional composition of plant species and infestation levels of thrips. *J. Chem. Ecol.*, 28: 2399—2409.
- Scott BAS, 2002. Interactions of thrips and their control agents on host plants within a glasshouse containing a diverse collection of plant species. PhD. Birkbeck College,

- University of London, London, United Kingdom. 84—92.
- Strong DR, Lawton JH, Southwood TRE, 1984. Insects on Plants: Community Patterns and Mechanisms. Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom. 65—68.
- Trichilo PJ, Leigh TF, 1988. Influence of resource quality on the reproductive fitness of flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Ann. Entom. Soc. Am.*, 81(1): 64—70.
- Ullman DE, Cho JJ, Mau RFL, Hunter WB, Westcot D, Custer DM, 1992. Thrips-tomato spotted wilt virus interactions: morphological, behavioural and cellular components influencing thrips transmission. *Adv. Dis. Vector Res.*, 9:195—240.
- Watts JG, 1934. Comparison of the life cycles of *Frankliniella tritici* (Fitch), *F. fasa* (Hind) and *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in South Carolina. *J. Entomol. Sci.*, 27: 1158—1159.
- Yudin LS, Cho JJ, Mitchem WC, 1986. Host range of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), with special reference to *Leucaena glauca*. *Environ. Entomol.*, 15(6): 1292—1295.
- Zhi JR, Fitch GK, Margolies DC, Nechols JR, 2005. Apple pollen as a supplemental food for the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*: Response of individuals and populations. *Entomol. Exp. Appl.*, 117: 185—192.