

北京地区西花蓟马田间种群的抗药性监测^{*}

王泽华^{1 2} 侯文杰¹ 郝晨彦¹ 吴青君^{1 **} 徐宝云¹ 张友军¹

(1. 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 北京 100081; 2. 北京市农林科学院植保环保所 北京 100097)

摘 要 采用叶管药膜法在室内测定了 2009—2010 年北京海淀地区和昌平地区西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 田间种群对 12 种杀虫剂敏感性的年度变化。结果表明,北京昌平和海淀地区的西花蓟马对多数的药剂仍处于敏感状态,但对氯氟氰菊酯已产生近 40 倍的抗性,昌平种群对多杀菌素具有产生低水平抗性的趋势(抗性倍数为 4 倍)。推荐药剂包括多杀菌素、阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(甲维盐)、毒死蜱和溴虫腈,应注意与其它药剂的轮换使用,灭多威对西花蓟马的毒力水平最低,不推荐使用。

关键词 西花蓟马,抗药性,监测

Monitoring the insecticide resistance of the field populations of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* in Beijing area

WANG Ze-Hua^{1 2} HOU Wen-Jie¹ HAO Chen-Yan¹ WU Qing-Jun^{1 **}

XU Bao-Yun¹ ZHANG You-Jun¹

(1. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

2. Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract The susceptibility of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) to 13 insecticides was evaluated in two Beijing districts, Haidian and Changping, in 2009 and 2010 using a modified TIBS method. The most toxic insecticides were spinosad and emamectin benzoate. The next most toxic were the pyrethroid insecticide cyhalothrin and the phenyl-pyrazole insecticide fipronil. Methomyl and omethoate were the least toxic. In 2009, western flower thrips populations in Haidian and Changping districts were relatively sensitive to the most of the insecticides tested (resistance ratio <3). The Haidian population had decreased susceptibility to chlorfenapyr and deltamethrin (resistance ratios of 4.6 and 4.13). The Changping population had decreased susceptibility to chlorfenapyr, deltamethrin and emamectin benzoate (resistance ratios of 4.61, 4.13 and 3.30 respectively). By 2010, the Haidian population had developed moderate levels of resistance to cyhalothrin (resistance ratio of 39.67), and had decreased susceptibility to deltamethrin (resistance ratio of 4.55), but was still sensitive to the other insecticides (resistance ratios <3). By 2010 the population of Changping developed low levels of resistance to indoxacarb, deltamethrin, methomyl and imidacloprid (resistance ratios of 6.50, 5.79, 5.46 and 9.55 respectively). It also had decreased susceptibility to emamectin benzoate and cypermethrin (resistance ratio of 4.55), but was still sensitive to esfenvalerate and chlorfenapyr (resistance ratio <3).

Key words *Frankliniella occidentalis*, insecticide resistance, monitoring

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 属缨翅目 (Thysanoptera) 蓟马科 (Thripidae), 已知的寄主植物达 62 科 200 多种, 包括一些重要的经济作物、蔬菜和花卉等 (Lewis, 1997)。张友军等 (2003) 首次报道在我国北京市郊发现西花蓟马,

目前西花蓟马已在局部地区暴发成灾, 是一种危险性的外来入侵害虫。

目前西花蓟马的防治仍以化学防治为主, 大量杀虫剂的不合理使用, 加之西花蓟马具有世代短, 繁殖快, 能进行孤雌生殖的特点 (Bielza *et al.*

* 资助项目: 973 项目 (2009CB119004)、公益性行业 (农业) 科研项目 (200803025)、北京市自然科学基金 (6092018)。

** 通讯作者, E-mail: wuqj@mail.caas.net.cn

收稿日期: 2011-02-28, 接受日期: 2011-04-28

2007a), 其对药剂抗性发展速度快。国外已有很多报道西花蓟马对有机磷、有机氯、氨基甲酸酯和拟除虫菊酯类药剂产生了不同程度的抗药性 (Immaraju *et al.*, 1992; Robb *et al.*, 1995; Broadbent and Pree, 1997; Zhao *et al.*, 1995)。任何一种杀虫剂的不合理使用, 均能导致西花蓟马抗药性的产生和发展, 包括一些新型环保类型杀虫剂如多杀菌素 (spinosad) 等, Bielza 等 (2007b) 报道了 2003 年从西班牙 Almeria 采集的西花蓟马对多杀菌素的抗药性超过了 13 500 倍。

在我国北方地区, 随着蔬菜保护地栽培方式的迅速发展, 西花蓟马的为害呈加重趋势。为了明确目前北京地区田间西花蓟马种群对传统化学药剂以及新型杀虫剂的抗性水平, 2009—2010 年监测了北京海淀地区和昌平地区的西花蓟马田间种群对 12 种不同杀虫剂的抗性现状, 以期对西花蓟马防治药剂的合理选择和施用提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

西花蓟马田间种群分别采集于中国农业科学院蔬菜花卉研究所的日光温室 (海淀种群) 和北京昌平区小汤山的日光温室 (昌平种群) 内, 栽培作物分别为辣椒 (*Capsicum frutescens* L.) 和黄瓜 (*Cucumis sativus* L.), 试虫均选用个体大小较一致的健康成虫。

敏感品系: 于 2003 年采自中国农业科学院蔬菜花卉研究所温室, 室内采用四季豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) 饲养至今, 饲养温度为 $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$, 光周期 L:D = 16:8, 期间从未接触任何杀虫剂。

1.2 供试药剂

灭多威 (methomyl, 万灵 90% 可溶性粉剂, 美国杜邦公司); 溴虫腈 (chlorfenapyr, 除尽 10% 悬浮剂, 美国氰氨公司); 茚虫威 (indoxacarb, 安打 15% 悬浮剂, 美国杜邦公司); 多杀菌素 (spinosad, 菜喜 2.5% 悬浮剂, 美国陶氏益农公司); 甲维盐 (emamectin benzoate, 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 1.5% 乳油, 山东京博农化有限公司); 阿维菌素 (abamectin, 阿维菌素 1.8% 乳油, 北京中农大生物技术股份有限公司); 毒死蜱 (chlorpyrifos, 毒死蜱 48% 乳油, 美国陶氏益农公司); 氯氟氰菊酯 (cyhalothrin, 功夫 2.5% 水乳剂, 瑞士先正达中国

投资有限公司); 氯氰菊酯 (cypermethrin, 氯氰菊酯 10% 乳油, 江苏扬农化工集团有限公司); 溴氰菊酯 (deltamethrin, 溴氰菊酯 2.5% 乳油, 江苏扬农化工集团有限公司); 顺式氰戊菊酯 (esfenvalerate, 5% 顺式氰戊菊酯乳油, 浙江威尔达化工有限公司); 吡虫啉 (imidacloprid, 康福多 20% 浓可溶剂, 德国拜耳作物科学有限公司)。

1.3 生物测定方法

生物测定方法是在 Alfredo 和 Anthony (2003) 的 TIBS 方法基础上经过改进的叶管药膜法。浸管: 将供试药剂稀释成 6~8 个浓度, 将每个浓度药液分别注满 1.5 mL 离心管, 放置 4 h, 然后倒掉药液, 将离心管置于实验台上晾干, 待用。将细针针尖经酒精灯加热, 在晾干的离心管管底烫直径约 2~3 mm 的小孔。每管为一个重复, 每个浓度 4 个重复。以清水浸管为对照。浸叶: 用打孔器将新鲜甘蓝叶片打成直径为 1.5 cm 的圆形叶片, 分别在每个浓度药液中浸 10 s, 以清水浸叶为对照。处理后的叶片置于吸水纸上晾干, 用小镊子夹入相应药液浓度的离心管中, 每管 1 片, 放置平整。

吸虫: (1) 田间试虫的采集: 采用吸虫器采集田间植株上的成虫, 吸虫器的基本构造为: 接虫部分为直径 40 mm、高 70 mm 的透明塑料瓶, 瓶盖为双孔软木塞, 穿两根细钢管弯成直角, 钢管的外端均接上胶皮管, 其中一根钢管的瓶内一端镀纱。将一端的胶皮管对准试虫, 在另一端吸气, 便将试虫吸入瓶中。将瓶中的试虫轻轻拍打, 使试虫进入已经处理好的 1.5 mL 离心管中。每管约 15 头试虫。然后盖好管盖, 用封口膜封好烫孔。

(2) 室内试虫: 将真空泵的接口用纱布封好, 套在处理好的离心管管口, 打开真空泵, 调节气流大小, 把离心管管底的烫孔对准试虫, 使试虫顺气流吸入离心管。先对照后处理, 每个重复吸 15 头成虫, 然后盖好管盖, 用封口膜封好烫孔。

在温度为 25°C , 光照 L:D = 16:8 的环境下放置 48 h 后检查死亡率, 以毛笔尖轻触虫体不能爬动者视为死亡。各药剂生物测定结果采用 POLO 软件分析 LC_{50} 值, 95% 置信区间和斜率等。抗性倍数值为田间种群的 LC_{50} 与敏感种群 LC_{50} 的比值。

2 结果与分析

2.1 2009 年的监测结果

从表 1 的结果中可以看出,相比敏感种群,2009 年海淀地区和昌平地区的西花蓟马种群对大部分药剂仍处于敏感状态(抗性倍数 < 5),但 2 地区的西花蓟马对溴氰菊酯的敏感度下降较多,抗性倍数为 4.13 倍,昌平种群对甲维盐的抗性倍数

达到 3.30 倍。在 12 种药剂中,多杀菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐和氯氟氰菊酯对西花蓟马种群毒力最高,其 LC_{50} 值小于 1;其次为阿维菌素、溴氰菊酯、毒死蜱和溴虫腈,其 LC_{50} 值小于 15; LC_{50} 值小于 55 的药剂包括茚虫威、顺式氰戊菊酯和氯氰

表 1 北京地区西花蓟马田间种群对 12 种药剂的抗药性水平(2009)

Table 1 Resistance of the field population of *Frankliniella occidentalis* to 12 kinds of insecticides in Beijing area (2009)

药剂 Insecticide	种群 Population	斜率(SE) Slope(SE)	LC_{50} (95% 置信区间) (mg/L) (95% confidence interval)	卡方 Chi square	抗性倍数 Resistance ratio
多杀菌素 Spinosad	敏感种群	1.89 ± 0.38	0.026 (0.019 – 0.035)	1.05	1.00
	昌平种群	2.23 ± 0.24	0.065 (0.056 – 0.078)	2.29	2.50
	海淀种群	2.58 ± 0.28	0.043 (0.033 – 0.058)	4.82	1.65
甲维盐 Emamectin benzoate	敏感种群	1.07 ± 0.22	0.090 (0.057 – 0.134)	1.18	1.00
	昌平种群	1.08 ± 0.16	0.297 (0.215 – 0.449)	3.95	3.30
	海淀种群	1.26 ± 0.21	0.168 (0.118 – 0.236)	2.57	1.86
氯氟氰菊酯 Cyhalothrin	敏感种群	1.20 ± 0.18	0.254 (0.169 – 0.363)	1.08	1.00
	昌平种群	1.27 ± 0.18	0.345 (0.255 – 0.458)	3.32	1.35
	海淀种群	1.46 ± 0.16	0.621 (0.489 – 0.788)	1.07	2.44
阿维菌素 Abamectin	敏感种群	1.07 ± 0.20	1.793 (1.178 – 2.821)	2.02	1.00
	昌平种群	1.16 ± 0.16	3.899 (2.847 – 5.494)	0.73	2.17
	海淀种群	1.21 ± 0.18	4.841 (3.538 – 6.949)	0.91	2.69
溴氰菊酯 Deltamethrin	敏感种群	1.43 ± 0.20	2.095 (1.503 – 2.788)	1.43	1.00
	昌平种群	1.23 ± 0.14	8.644 (6.547 – 11.978)	1.72	4.13
	海淀种群	1.16 ± 0.12	8.665 (5.606 – 13.310)	7.29	4.13
毒死蜱 Chlorpyrifos	敏感种群	1.76 ± 0.19	5.400 (4.240 – 6.733)	1.75	1.00
	昌平种群	1.71 ± 0.22	6.774 (5.112 – 8.978)	2.06	1.25
	海淀种群	1.82 ± 0.24	13.260 (10.160 – 16.610)	0.37	2.45
溴虫腈 Chlorfenapyr	敏感种群	1.55 ± 0.21	9.546 (7.133 – 12.690)	1.33	1.00
	昌平种群	1.60 ± 0.27	11.240 (4.288 – 27.180)	4.99	1.18
	海淀种群	1.39 ± 0.25	11.210 (7.757 – 16.110)	2.49	1.17
顺式氰戊菊酯 Esfenvalerate	敏感种群	1.07 ± 0.19	11.530 (7.850 – 19.660)	0.59	1.00
	昌平种群	1.15 ± 0.16	20.720 (12.800 – 40.780)	5.25	1.79
	海淀种群	1.82 ± 0.25	15.160 (11.540 – 19.820)	1.12	1.31
茚虫威 Indoxacarb	敏感种群	1.06 ± 0.21	13.540 (8.839 – 19.570)	0.34	1.00
	昌平种群	1.12 ± 0.13	24.250 (18.160 – 33.010)	3.68	1.79
	海淀种群	2.150 ± .29	19.570 (15.550 – 24.510)	1.98	1.44
氯氰菊酯 Cypermethrin	敏感种群	1.69 ± 0.15	38.180 (31.170 – 46.080)	1.37	1.00
	昌平种群	1.87 ± 0.24	40.720 (30.710 – 53.590)	1.87	1.06
	海淀种群	1.86 ± 0.24	52.850 (40.780 – 66.290)	1.49	1.38
吡虫啉 Imidacloprid	敏感种群	1.49 ± 0.22	61.960 (43.370 – 85.170)	0.74	1.00
	昌平种群	1.53 ± 0.20	142.100 (110.820 – 190.110)	1.84	2.29
	海淀种群	1.25 ± 0.17	162.810 (119.110 – 238.700)	2.35	2.62
灭多威 Methomyl	敏感种群	1.48 ± 0.20	88.620 (65.300 – 117.410)	2.08	1.00
	昌平种群	1.17 ± 0.14	177.810 (136.210 – 244.300)	1.36	2.00
	海淀种群	1.55 ± 0.17	176.220 (134.910 – 226.920)	1.56	1.98

注:抗性倍数 = LC_{50} (田间种群) / LC_{50} (敏感种群)。下表同。

Resistance ratio = LC_{50} (field population) / LC_{50} (susceptible population). The same below.

菊酯;吡虫啉和灭多威对西花蓟马的毒力水平最低。

2.2 2010 年的监测结果

从表 2 的结果中可以看出 2 地区的西花蓟马种群对所测定的 12 种杀虫剂的敏感性年度间有波动。与敏感种群相比,海淀种群对氯氟氰菊酯产生了中等水平抗药性,抗性倍数为 39.67;昌平

种群对溴氰菊酯、茚虫威和吡虫啉也分别产生低水平抗性;值得注意的是,昌平种群对多杀菌素的抗性水平达到 4 倍,有产生低水平抗性的趋势;海淀种群对毒死蜱、海淀和昌平种群对顺式氰戊菊酯的敏感性有所提高,西花蓟马对其它药剂仍比较敏感。

表 2 北京地区西花蓟马田间种群对 12 种药剂的抗药性水平(2010)

Table 2 Resistance of the field population of *Frankliniella occidentalis* to 12 kinds of insecticides in Beijing area (2010)

药剂 Insecticide	种群 Population	斜率(SE) Slope(SE)	LC ₅₀ (95% 置信区间) (mg/L) (95% confidence interval) /	卡方 Chi square	抗性倍数 Resistance ratio
多杀菌素 Spinosad	敏感种群	1.09 ± 0.18	0.005 (0.004 – 0.006)	0.697	1.00
	昌平种群	3.46 ± 0.43	0.018 (0.013 – 0.025)	4.335	4.00
	海淀种群	2.70 ± 0.40	0.013 (0.008 – 0.019)	6.923	2.89
甲维盐 Emamectin benzoate	敏感种群	1.07 ± 0.22	0.090 (0.057 – 0.134)	1.180	1.00
	昌平种群	1.34 ± 0.19	0.318 (0.233 – 0.474)	0.763	3.53
	海淀种群	1.31 ± 0.18	0.132 (0.062 – 0.175)	8.520	1.47
氯氟氰菊酯 Cyhalothrin	敏感种群	1.20 ± 0.18	0.254 (0.169 – 0.363)	1.080	1.00
	海淀种群	0.81 ± 0.18	10.077 (5.289 – 36.970)	4.146	39.67
	敏感种群	1.07 ± 0.20	1.793 (1.178 – 2.821)	2.020	1.00
阿维菌素 Abamectin	昌平种群	1.75 ± 0.25	2.705 (1.961 – 3.610)	1.961	1.51
	海淀种群	1.26 ± 0.17	1.807 (1.289 – 2.425)	1.044	1.01
	敏感种群	1.76 ± 0.19	5.400 (4.240 – 6.733)	1.750	1.00
毒死蜱 Chlorpyrifos	海淀种群	2.19 ± 0.46	1.763 (1.044 – 2.372)	0.623	0.33
	敏感种群	1.43 ± 0.20	2.095 (1.503 – 2.788)	1.430	1.00
	昌平种群	1.67 ± 0.23	12.126 (6.501 – 29.931)	5.024	5.79
溴氰菊酯 Deltamethrin	海淀种群	2.18 ± 0.25	9.541 (7.732 – 11.637)	3.382	4.55
	敏感种群	1.40 ± 0.25	2.436 (1.750 – 3.668)	0.591	1.0
	昌平种群	1.14 ± 0.20	4.649 (2.809 – 6.725)	0.319	1.91
溴虫腈 Chlorfenapyr	海淀种群	2.42 ± 0.33	2.848 (1.480 – 4.172)	6.416	1.17
	敏感种群	1.06 ± 0.21	13.539 (8.839 – 19.570)	0.340	1.00
	昌平种群	1.53 ± 0.21	88.007 (53.145 – 180.090)	6.307	6.50
茚虫威 Indoxacarb	海淀种群	0.86 ± 0.19	32.283 (18.116 – 98.358)	0.788	2.38
	敏感种群	1.07 ± 0.19	11.527 (7.850 – 19.657)	0.590	1.00
	昌平种群	1.15 ± 0.21	7.983 (5.362 – 12.282)	2.933	0.69
顺式氰戊菊酯 Esfenvalerate	海淀种群	1.21 ± 0.20	8.338 (5.808 – 12.943)	2.650	0.72
	敏感种群	1.69 ± 0.15	38.176 (31.169 – 46.079)	1.370	1.00
	昌平种群	2.15 ± 0.34	143.169 (106.988 – 183.781)	2.299	2.32
氯氰菊酯 Cypermethrin	海淀种群	1.32 ± 0.20	61.871 (44.062 – 88.861)	0.083	1.62
	敏感种群	1.49 ± 0.22	61.964 (43.370 – 85.167)	0.740	1.00
	昌平种群	1.57 ± 0.21	591.488 (392.535 – 1008.271)	4.237	9.55
吡虫啉 Imidacloprid	海淀种群	1.01 ± 0.24	176.681 (111.576 – 349.779)	1.991	2.85
	敏感种群	1.48 ± 0.20	88.618 (65.300 – 117.382)	2.080	1.00
	昌平种群	2.14 ± 0.36	483.989 (366.170 – 638.450)	0.592	5.46
灭多威 Methomyl	海淀种群	1.90 ± 0.23	135.722 (89.598 – 189.820)	6.188	1.53

3 讨论

西花蓟马在我国是一种重要的危险性外来入侵害虫,目前已经在我国多地定殖,对农作物生产带来了极大损失。本文在室内测定了北京2个地区的西花蓟马田间种群对12种药剂敏感性的年度变化。2个地区因种植结构和用药水平不同,其抗性水平也有一定的差异,总体上海淀地区的田间西花蓟马表现更为敏感,这可能与昌平地区是蔬菜生产基地,用药相对频繁有关。综合2年的监测结果,对西花蓟马活性高的药剂包括多杀菌素、阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(甲维盐)、毒死蜱和溴虫腈,可在种群密度高时使用。但是特别注意的是昌平种群西花蓟马对多杀菌素具有产生抗性的趋势,应注意与其它药剂的轮换使用,避免在一个生产季节连续重复使用,以延缓西花蓟马抗药性的产生和发展;溴氰菊酯和氯氰菊酯已产生低至高水平的抗性,虽然对顺式氰戊菊酯的敏感性有所提高,但由于同类药剂之间存在交互抗性的风险,因此建议停止使用拟除虫菊酯类杀虫剂,防止其抗性继续发展;灭多威对西花蓟马的毒力效果较差,不推荐使用。

吡虫啉属于内吸性药剂,在国内外均登记用于蓟马的防治。本研究测定的吡虫啉对西花蓟马的活性并不高(LC_{50} 为61.96 mg/L),这可能与实验方法有关,通常内吸性药剂被植物的茎、叶、根和种子吸收而进入植物体内,并传导到植株各部位,当西花蓟马等害虫取食植株汁液时,药液就随植株汁液进入害虫体内而发挥作用。本实验中的叶片是经过直接浸渍处理,未经过植物的吸收传导,从而降低了对西花蓟马的毒力效果,今后实验中对于内吸性药剂可考虑用灌根处理然后再采集叶片。西花蓟马个体微小且隐匿为害,非常必要筛选更多的内吸性药剂。

在田间生产中,西花蓟马的抗性治理主要考虑以下几点:1)根据当地西花蓟马的抗性水平和实际情况制定抗性治理对策和方案。2)限用和停用原则。对已经产生抗性的杀虫剂应限用或者停用,以防抗性水平的发展。3)不同抗性机制的杀虫剂轮换使用原则。在实际生产上采用不同抗性机理或无交互抗性的杀虫剂轮用。4)针对西花蓟马的生物学和行为学特性合理用药和施药。西花蓟马的生活史中各虫态都表现出隔离的行为特

性。卵被产在植株器官的表皮下;若虫和成虫通常喜欢在花蕊或叶芽等包被严密的组织上取食;预蛹和蛹在土壤或叶等残骸中化蛹。因此需要采用精密的能够产生足够小(小于100 μm)的雾滴的施药设备,这样雾滴才能够渗透到西花蓟马进行取食的花蕾和叶芽等植物器官中,使杀虫剂能够较好的接触到虫体(Bielza, 2008)。并且应严格按照规定的施药间隔期施药,防治西花蓟马时可以间隔5 d至少重复施药2次,以保证第2次施药可以有效防治第1次施药时正处于卵期的若虫和在土壤中化蛹羽化出的成虫(Robb *et al.*, 1995)。在施药时期上,应选择在花瓣脱落、刚形成果实的时期喷洒农药比较有效,因为此时授粉已经结束,西花蓟马主要集中在开着的花朵和小果实上,此时喷洒农药害虫极易接触到农药,从而可以提高防治效果。另外可以利用杀虫剂进行土壤处理以有效地使西花蓟马化蛹的数量减少(Helyer *et al.*, 1995)。5)防治方法和施药方法的多样化。把化学防治和生物防治、农业防治等其他防治方法结合起来,在西花蓟马发育的不同时期采取不同的防治方法,以减少杀虫剂的施用量,降低杀虫剂对西花蓟马的选择压。另外,对于内吸性强的药剂,建议在苗期灌根处理,降低西花蓟马的初始虫口密度。

参考文献(References)

- Alfredo R, Anthony MS, 2003. Development of a bioassay system for monitoring susceptibility in *Thrips tabaci*. *Pest Manag. Sci.*, 59(5):553—558.
- Bielza P, 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest Manag. Sci.*, 64(11):1131—1138.
- Bielza P, Quinto V, Contreras J, Torn 'e M, Mart'in A, Espinosa PJ, 2007b. Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain. *Pest Manag. Sci.*, 63: 682—687.
- Bielza P, Quinto V, Fern'andez E, 2007a. Genetics of spinosad resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ Entomol.*, 100:916—920.
- Broadbent AB, Pree DJ, 1997. Resistance to insecticides in populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) from greenhouses in the Niagara

- Region of Ontario. *Can. Entomol.* , 129:907—913.
- Helyer NL , Brobyn PJ , Richardson PN , 1995. Control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) pupae in compost. *Ann. Appl. Biol.* , 127(3):405—412.
- Immaraju JA , Paine TD , Bethke JA , Roob KL , Newman JP , 1992. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *J. Econ. Entomol.* , 85:9—14.
- Lewis T , 1997. Thrips as Crop Pests. London: Cambridge Press. 1—13.
- Robb KL , Newman J , Virzi JK , Parrella P , 1995. Insecticide resistance in western flower thrips // Parker BL , Skinner M , Lewis T (eds.). Thrips Biology and Management. Plenum Press , New York. 341—346.
- 张友军 , 吴青君 , 徐宝云 , 朱国仁 2003. 危险性外来入侵生物——西花蓟马在北京发生危害. 植物保护 , 29(4): 58—59.
- Zhao GY , Liu W , Brown JM , Knowles , Charles O , 1995. Insecticide resistance in field and laboratory strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* , 88:1164—1170.