

不同类型杀虫剂对烟粉虱捕食性天敌 日本刀角瓢虫的毒力^{*}

赵建伟 郑宇 栗丽娜 何玉仙^{**} 翁启勇

(福建省农业科学院植物保护研究所 福州 350013)

摘要 采用试管药膜法,测定了不同类型杀虫剂对日本刀角瓢虫 *Serangium japonicum* Chapin 的毒力。结果表明,灭多威和敌敌畏对日本刀角瓢虫具有极强的毒力,其 25% 推荐剂量即可导致日本刀角瓢虫全部死亡;氯虫苯甲酰胺、吡虫啉和噻虫嗪对日本刀角瓢虫也具有很强的毒力,其田间推荐剂量可导致日本刀角瓢虫全部死亡,其 50% 推荐剂量对日本刀角瓢虫的致死率也高达 73.33% ~ 100.00%;乐果、烯啶虫胺、丁醚脲田间推荐剂量对日本刀角瓢虫的致死率分别为 40.00%、56.67%、50.00%,预示着上述这些杀虫剂的田间应用对刀角瓢虫具有很高的直接杀伤风险。高效氯氰菊酯、联苯菊酯、毒死蜱、甲氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、虫螨腈、阿维菌素、吡蚜酮、噻嗪酮、定虫隆和氟虫脲对日本刀角瓢虫的毒力较低甚至没有直接致死作用。研究结果将为合理使用杀虫剂,协调利用化学防治与生物防治对烟粉虱进行综合防治提供依据。

关键词 杀虫剂, 日本刀角瓢虫, 毒力

Toxicity of various classes of insecticides to *Serangium japonicum*, a predator of *Bemisia tabaci*

ZHAO Jian-Wei ZHENG Yu LI Li-Na HE Yu-Xian^{**} WENG Qi-Yong

(Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, China)

Abstract The toxicity of various classes of insecticides to *Serangium japonicum* Chapin was tested by contact with dry residues on glass tubes. Both methomyl and dichlorovos were highly toxic to *S. japonicum* with only 25% of the recommended field dose could cause 100% mortality. Chlorantraniliprole, imidacloprid and thiamethoxam caused 100% mortality at the recommended doses and 73.33% ~ 100.00% mortality at 50.06% of the recommended doses. The recommended doses of dimethoate, nitenpyram, and diafenthiuron caused 40.00%, 56.67% and 50.00% mortality, respectively. Thus, application of any of these insecticides can cause significant mortality in *S. japonicum* in the field. The other tested insecticides, beta-cypermethrin, bifenthrin, fenpropathrin, beta-cyfluthrin, chlorpyrifos, chlorfenapyr, avermectin, pymetrozine, buprofezin, chlorfluazuron and flufenoxuron, showed relatively low toxicity, or were even not fatal to, *S. japonicum*. These results provide the basis for future guidelines for rational insecticide use, and also help the development of effective IPM programs involving both natural enemies and insecticides for the control of *B. tabaci* in China.

Key words insecticides, *Serangium japonicum*, toxicity

目前世界范围内对烟粉虱的防治仍然主要依靠杀虫剂,然而,杀虫剂的大量使用导致烟粉虱 *Bemisia tabaci* 对许多常规杀虫剂产生抗药性

(Palumbo *et al.*, 2001)。在我国,各种不同类型杀虫剂(包括有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯以及新烟碱类杀虫剂)被广泛应用于防治烟粉虱,然

^{*} 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(200803005)、福建省自然科学基金项目(2008J0062)、福建省属公益类科研院所专项(2011R1026-6)、福建省财政专项-福建省农业科学院科技创新团队建设基金项目(STIF-Y07)。

^{**} 通讯作者, E-mail: hyx163@yahoo.com.cn

收稿日期:2011-08-29,接受日期:2012-03-12

而,由于抗药性的迅速发展,利用常规杀虫剂和—些新类型药剂对烟粉虱的防治难度明显加大,甚至失去防治效果(何玉仙等,2007; Wang *et al.*, 2010)。所以有必要寻求—些相应的替代措施,如生物防治方法的应用等,以缓解害虫抗药性的发展。

烟粉虱的天敌资源很多,包括寄生性天敌、捕食性天敌和昆虫病原真菌等(Faria and Wraight, 2001; Gerling *et al.*, 2001; 任顺祥等, 2004)。在我国,烟粉虱的捕食性天敌有17种,其中有潜力的种类是引进的小黑瓢虫 *Delphastus catalinae* 和本地的日本刀角瓢虫 *Serangium japonicum* Chapin 与淡色斧瓢虫 *Axinoscymnus cardilobus* 等(Ren *et al.*, 2001)。日本刀角瓢虫可捕食烟粉虱卵、若虫和成虫,且瓢虫成虫嗜食烟粉虱卵,雌成虫对烟粉虱卵的日捕食量高达723.7粒(姚松林等, 2004),因此能有效地控制烟粉虱种群数量的增长,将烟粉虱控制在猖獗为害之前,这在生物防治上具有特殊意义。

在一定时期内化学杀虫剂还不可能完全摒弃不用,然而部分杀虫剂在杀死靶标害虫的同时对害虫天敌也有一定程度的杀伤性,已有较多文献报道了杀虫剂对捕食性天敌如龟纹瓢虫(朱福兴等, 1998; 邱思鑫等, 2000; 宋化稳等, 2001)、七星瓢虫(郝小草等, 1990a; 朱福兴等, 1998)、异色瓢虫(郝小草等, 1990b; 吴红波等, 2007; 席敦芹, 2008)、草蛉(李美等, 2000; 宋化稳等, 2001)、以及捕食螨 *Neoseiulus californicus*、*Phytoseiulus macropilis* (Polettia *et al.*, 2007)、*Galendromus occidentalis*、*Neoseiulus fallacis* 和 *Amblyseius andersoni* (James, 2003)的毒力测定。由于杀虫剂的种类和剂型发展迅速,而且杀虫剂对天敌的影响因杀虫剂品种、使用剂量以及天敌种类的不同,其伤害程度有所不同,因此,本论文以日本刀角瓢虫为试验对象,测定了不同类型杀虫剂对瓢虫的毒力,以期评价各类型杀虫剂田间应用对日本刀角瓢虫的安全性,为合理使用杀虫剂、协调化学防治与生物防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验昆虫

供试烟粉虱和日本刀角瓢虫均是田间采集并室内饲养的实验种群。

1.2 供试药剂

高效氯氟菊酯 beta-cypermethrin (4.5% 天龙宝 EC, 江苏龙灯化学有限公司)、甲氰菊酯 fenpropathrin (25% 灭扫利 EC, 浙江威尔达化工有限公司)、联苯菊酯 bifenthrin (25% 天王星 EC, 苏州富美实植物保护剂有限公司)、高效氯氟氰菊酯 beta-cyfluthrin (25% 高效氯氟氰菊酯 EC, 先正达南通作物保护有限公司)、灭多威 methomyl (90% 快灵 WP, 江苏龙灯化学有限公司)、毒死蜱 chlorpyrifos (40% 毒丝本 EC, 上海惠光化学有限公司)、敌敌畏 dichlorvos (80% 敌敌畏 EC, 福建福农生化有限公司)、乐果 dimethoate (40% 乐果 EC, 江苏滕龙生物药业有限公司)、丁醚脲 diafenthiuron (25% 丁醚脲 EC, 江西正邦生物化工股份有限公司)、噻嗪酮 buprofezin (25% 扑虱灵 WP, 浙江龙湾化工有限公司)、定虫隆 chlorflazuron (5% 抑太保 EC, 日本石原产业株式会社)、氟虫脲 flufenoxuron (5% 卡死克 DC, 巴斯夫贸易(上海)有限公司)、虫螨腈 chlorfenapyr (10% 除尽 SC, 巴斯夫贸易(上海)有限公司)、烯啶虫胺 nitenpyram (10% 烯啶虫胺水剂, 北京市新锐植物保护有限公司)、啉虫脒 acetamiprid (3% 莫比朗 EC, 日本曹达株式会社)、噻虫嗪 thiamethoxam (25% 阿克泰 WG, 先正达(苏州)作物保护有限公司)、吡虫啉 imidacloprid (10% 比丹 WP, 沈阳科创化学用品有限公司)、吡蚜酮 pymetrozine (25% 吡蚜酮 WP, 江苏安邦电化有限公司)、氯虫苯甲酰胺 chlorantraniliprole (20% 康宽 SC, 美国杜邦公司)、阿维菌素 avermectin (2% 阿维菌素 CS, 河北威远生物化工有限公司)。以上20种杀虫剂的试验浓度均参考这些药剂的田间推荐剂量设置,毒力测定时用无离子水将各供试药剂稀释成系列浓度药液。

1.3 杀虫剂对日本刀角瓢虫的安全性测定

测定方法参照朱福兴等(1998)的试管药膜法。取各供试浓度药液装满玻璃试管(直径1.8 cm × 长度18 cm),30 s后倒掉药液自然晾干,使药液在试管内壁形成均匀药膜,然后在每个试管内分别接入大小相对一致、健康、活跃的刀角瓢虫雌成虫10只,用干净纱布罩住管口,置于温度25℃、相对湿度65%和光照L:D=14:10的恒温光照培养箱内。24 h后检查各处理瓢虫死亡情况,

以无离子水处理为对照,每处理重复 6 次。

1.4 数据分析与处理

采用 DPSV7. 05 软件进行统计分析(唐启义, 2010),显著性测定采用 Duncan 氏新复极差法。

2 结果与分析

拟除虫菊酯、有机磷和氨基甲酸酯等常规杀虫剂对日本刀角瓢虫成虫的毒力测定结果(表 1, 表 2)显示,灭多威和敌敌畏对日本刀角瓢虫具有很强的杀伤力,其田间推荐剂量、50% 推荐剂量和 25% 推荐剂量对瓢虫的致死率均高达 100%;乐果对瓢虫也有一定的杀伤力,其田间推荐剂量、50% 推荐剂量和 25% 推荐剂量对日本刀角瓢虫的致死率分别为 40. 00%、16. 67%、13. 33%;而毒死蜱、联苯菊酯、高效氯氰菊酯、甲氰菊酯和高效氯氟氰菊酯对瓢虫较为安全,其田间推荐剂量对瓢虫的致死率均在 10. 00% 之下。

昆虫生长调节剂类杀虫剂对日本刀角瓢虫成虫的毒力测定结果(表 3)显示,丁醚脲田间推荐剂量对瓢虫表现较高的毒力(致死率达 50%),而其 50% 推荐剂量和 25% 推荐剂量对瓢虫的毒力较低(致死率分别仅为 10. 00% 和 3. 33%);噻嗪酮、定虫隆和氟虫脲对瓢虫均无致死作用。

几种新型杀虫剂对刀角瓢虫成虫的毒力测定结果(表 4)显示,氯虫苯甲酰胺、吡虫啉和噻虫嗪对日本刀角瓢虫成虫具有很强的接触毒力,该 3 种杀虫剂田间推荐剂量对瓢虫的致死率均高达 100. 00%,其 50% 推荐剂量和 25% 推荐剂量对瓢虫的致死率也分别达 100. 00%、76. 67%, 73. 33% 和 40. 00%, 43. 33%、43. 33%;烯啶虫胺对瓢虫也具有较强的接触毒力,其田间推荐剂量、50% 推荐剂量和 25% 推荐剂量对瓢虫的致死率分别为 56. 67%、36. 67% 和 33. 33%。啶虫脒对日本刀角瓢虫的毒力较低,其田间推荐剂量和 50% 推荐剂量对瓢虫的

表 1 有机磷和氨基甲酸酯杀虫剂对日本刀角瓢虫成虫的毒力
Table 1 Toxicity of organophosphorus and carbamate insecticides to *Serangium japonicum* adults

供试药剂 Insecticides	处理浓度 Concentration	死亡率(%) Mortality	供试药剂 Insecticides	处理浓度 Concentration	死亡率(%) Mortality
灭多威 Methomyl	田间推荐剂量 Field rate (300 mg/L)	100a	敌敌畏 Dichlorvos	田间推荐剂量 Field rate (400 mg/L)	100a
	50% 推荐剂量 50% of field rate (150 mg/L)	100a		50% 推荐剂量 50% of field rate (200 mg/L)	100a
	25% 推荐剂量 25% of field rate (75 mg/L)	100a		25% 推荐剂量 25% of field rate (100 mg/L)	100a
	对照 Control	0b		对照 Control	0b
毒死蜱 Chlorpyrifos	田间推荐剂量 Field rate (500 mg/L)	0	乐果 Dimethoate	田间推荐剂量 Field rate (400 mg/L)	40.00 (15.28) a
	50% 推荐剂量 50% of field rate (250 mg/L)	0		50% 推荐剂量 50% of field rate (200 mg/L)	16.67 (8.82) ab
	25% 推荐剂量 25% of field rate (125 mg/L)	0		25% 推荐剂量 25% of field rate (100 mg/L)	13.33 (3.33) ab
	对照 Control	0		对照 Control	0 b

注:表中数据为 3 次重复的平均值(标准误)。同一列数据后标有不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。
Values are mean (SE) of three replications. Values within a column followed by the different letters indicate significantly different at 0.05 level. The same below.

表 2 拟除虫菊酯类杀虫剂对刀角瓢虫成虫的毒力
Table 2 Toxicity of pyrethroid insecticides to *Serangium japonicum* adults

供试药剂 Insecticides	处理浓度 Concentration	死亡率 (%) Mortality	供试药剂 Insecticides	处理浓度 Concentration	死亡率 (%) Mortality
高效氯氰菊酯 Beta-cypermethrin	田间推荐剂量 Field rate (30 mg/L)	10.00 (5.77) a	联苯菊酯 Bifenthrin	田间推荐剂量 Field rate (125 mg/L)	6.67 (3.33) a
	50% 推荐剂量 50% of field rate (15 mg/L)	6.67 (3.33) a		50% 推荐剂量 50% of field rate (62.5 mg/L)	0a
	25% 推荐剂量 25% of field rate (7.5 mg/L)	0a		25% 推荐剂量 25% of field rate (31.25 mg/L)	0a
	对照 Control	0a		对照 Control	0a
甲氰菊酯 Fenpropathrin	田间推荐剂量 Field rate (100 mg/L)	0	高效氯氟 氰菊酯 Beta-cyfluthrin	田间推荐剂量 Field rate (125 mg/L)	0
	50% 推荐剂量 50% of field rate (50 mg/L)	0		50% 推荐剂量 50% of field rate (62.5 mg/L)	0
	25% 推荐剂量 25% of field rate (25 mg/L)	0		25% 推荐剂量 25% of field rate (31.25 mg/L)	0
	对照 Control	0		对照 Control	0

表 3 昆虫生长调节剂类杀虫剂对刀角瓢虫成虫的毒力
Table 3 Toxicity of insect growth regulators to *Serangium japonicum* adults

供试药剂 Insecticides	处理浓度 Concentration	死亡率 (%) Mortality	供试药剂 Insecticides	处理浓度 Concentration	死亡率 (%) Mortality
丁醚脲 Diafenthiuron	田间推荐剂量 Field rate (250 mg/L)	50.00 (5.77) a	噻嗪酮 Buprofezin	田间推荐剂量 Field rate (125 mg/L)	0
	50% 推荐剂量 50% of field rate (125 mg/L)	10.00 (10.0) b		50% 推荐剂量 50% of field rate (62.5 mg/L)	0
	25% 推荐剂量 25% of field rate (62.5 mg/L)	3.33 (3.33) b		25% 推荐剂量 25% of field rate (31.25 mg/L)	0
	对照 Control	0b		对照 Control	0
定虫隆 Chlorfluazuron	田间推荐剂量 Field rate (25 mg/L)	0	氟虫脲 Flufenoxuron	田间推荐剂量 Field rate (25 mg/L)	0
	50% 推荐剂量 50% of field rate (12.5 mg/L)	0		50% 推荐剂量 50% of field rate (12.5 mg/L)	0
	25% 推荐剂量 25% of field rate (6.25 mg/L)	0		25% 推荐剂量 25% of field rate (6.25 mg/L)	0
	对照 Control	0		对照 Control	0

表 4 几种新型杀虫剂对刀角瓢虫成虫的毒力

Table 4 Toxicity of several classes of new insecticides to *Serangium japonicum* adults

供试药剂 Insecticides	处理浓度 Concentration	死亡率(%) Mortality	供试药剂 Insecticides	处理浓度 Concentration	死亡率(%) Mortality
吡虫啉 Imidacloprid	田间推荐剂量 Field rate (40 mg/L)	100.00a	噻虫嗪 Thiamethoxam	田间推荐剂量 Field rate (50 mg/L)	100.00a
	50% 推荐剂量 50% of field rate (20 mg/L)	76.67 (5.58) b		50% 推荐剂量 50% of field rate (25 mg/L)	73.33 (8.82) b
	25% 推荐剂量 25% of field rate (10 mg/L)	43.33 (2.11) c		25% 推荐剂量 25% of field rate (12.5 mg/L)	43.33 (8.82) c
	对照 Control	1.67 (1.67) e		对照 Control	0d
啶虫脒 Acetamiprid	田间推荐剂量 Field rate (20 mg/L)	16.67 (8.82) a	烯啶虫胺 Nitenpyram	田间推荐剂量 Field rate (33.33 mg/L)	56.67 (21.86) a
	50% 推荐剂量 50% of field rate (10 mg/L)	10.00 (5.77) a		50% 推荐剂量 50% of field rate (16.67 mg/L)	36.67 (8.82) a
	25% 推荐剂量 25% of field rate (5 mg/L)	0a		25% 推荐剂量 25% of field rate (8.33 mg/L)	33.33 (5.77) a
	对照 Control	0a		对照 Control	0b
吡蚜酮 Pymetrozine	田间推荐剂量 Field rate (100 mg/L)	0	氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole	田间推荐剂量 Field rate (66.67 mg/L)	100.00a
	50% 推荐剂量 50% of field rate (50 mg/L)	0		50% 推荐剂量 50% of field rate (33.33 mg/L)	100.00a
	25% 推荐剂量 25% of field rate (25 mg/L)	0		25% 推荐剂量 25% of field rate (16.67 mg/L)	40.00 (5.77) b
	对照 Control	0		对照 Control	0c
虫螨腈 Chlorfenapyr	田间推荐剂量 Field rate (100 mg/L)	3.33 (3.33) a	阿维菌素 Avermectin	田间推荐剂量 Field rate (4 mg/L)	3.33 (3.33) a
	50% 推荐剂量 50% of field rate (50 mg/L)	0a		50% 推荐剂量 50% of field rate (2 mg/L)	0a
	25% 推荐剂量 25% of field rate (25 mg/L)	0a		25% 推荐剂量 25% of field rate (1 mg/L)	0a
	对照 Control	0a		对照 Control	0a

致死率分别仅为 16.67% 和 10.00% , 与对照组相比差异不显著;吡蚜酮、虫螨腈和阿维菌素对日本刀角瓢虫基本上没有直接的致死作用。

3 讨论

目前我国农业生产上应用杀虫剂防治害虫仍

然主要采用叶片喷雾,当田间施药后,爬行于叶面的害虫天敌将直接接触残留于叶片表面的杀虫剂并可能产生致死作用。模拟田间环境,在室内条件下评价杀虫剂接触毒性对天敌的安全性已有一些研究报道,但对于不同的杀虫剂品种、不同使用剂量和不同的作用对象,其影响的结果是不同的,如高效氯氰菊酯、三氯氟氰菊酯、甲胺磷对龟纹瓢虫具有很强的毒力,而硫丹对龟纹瓢虫较为安全(朱福兴等,1998;花日茂等,2004);三氯氟氰菊酯对异色瓢虫具有很强的毒力(席敦芹,2008),而啉虫脒、阿维菌素、抑太保(氟啉脒)、卡死克(氟虫脒)、灭幼脒对异色瓢虫较安全(郝小草等,1990b;席敦芹,2008);阿维菌素和吡虫啉田间低限推荐剂量对异色瓢虫较安全,但高限推荐剂量对异色瓢虫幼虫有一定的杀伤力(吴红波等,2007);氰戊菊酯、氯氟氰菊酯对中华草蛉与棉铃虫表现出一定程度的选择性,但对中华草蛉与棉蚜则表现为非选择性(李美等,2000);吡虫啉对捕食螨 *N. californicus* 和 *P. macropilis* 的残留毒性低(Polettia *et al.*, 2007),对桃蚜与龟纹瓢虫(邱思鑫等,2000)、桃蚜与异色瓢虫(王小艺和沈佐锐,2002)、以及温室白粉虱与中华草蛉和微小花蝽(汤方等,2007)也表现明显的选择性毒力,但对捕食螨 *G. occidentalis* 和 *N. fallacis* 具有很高的残留毒性(James, 2003)。从本研究结果来看,常规杀虫剂灭多威和敌敌畏、以及新型杀虫剂氯虫苯甲酰胺、吡虫啉、噻虫嗪对日本刀角瓢虫成虫均具有很强的杀伤力,其田间推荐剂量残留接触可导致瓢虫全部死亡,其 50% 推荐剂量和 25% 推荐剂量对瓢虫的致死率也分别高达 73.33% ~ 100% 和 40% ~ 100%,预示着上述这些杀虫剂的田间应用对日本刀角瓢虫具有很高的直接杀伤风险;新型杀虫剂烯啶虫胺和昆虫生长调节剂丁醚脒田间推荐剂量残留接触对日本刀角瓢虫成虫致死率分别达 57.67% 和 50%,预示着田间应用烯啶虫胺和丁醚脒对瓢虫也具有一定的直接杀伤风险;高效氯氰菊酯、联苯菊酯、毒死蜱、甲氰菊酯、高效氯氟氰菊酯、虫螨腈、阿维菌素、吡蚜酮以及昆虫生长调节剂噻嗪酮、定虫隆和氟虫脒对刀角瓢虫较为安全,其田间推荐剂量处理对刀角瓢虫成虫的杀伤力较低甚至没有致死作用,田间应用这些杀虫剂对瓢虫较为安全。

参考文献 (References)

- Faria M, Wraight SP, 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. *Crop Prot.*, 20 (9): 767—778.
- Gerling D, Alomar O, Arno J, 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. *Crop Prot.*, 20 (9): 779—799.
- James DG, 2003. Toxicity of imidacloprid to *Galendromus occidentalis*, *Amblyseius andersoni* and *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) from hops in Washington State, USA. *Exp. Appl. Acarol.*, 31 (3/4): 275—281.
- Palumbo JC, Horowitz AR, Prabhaker N, 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.*, 20 (9): 739—765.
- Polettia M, Maiab AHN, Omoto C, 2007. Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Biol. Control*, 40 (1): 30—36.
- Ren SX, Wang ZZ, Qiu BL, Xiao Y, 2001. The pest status of *Bemisia tabaci* in China and non-chemical control strategies. *Insect Sci.*, 8 (3): 279—288.
- Wang ZY, Yan HF, Yang YH, Wu YD, 2010. Biotype and insecticide resistance status of the whitefly *Bemisia tabaci* from China. *Pest Manag. Sci.*, 66 (12): 1360—1366.
- 郝小草, 胡发清, 方昌源, 1990a. 七星瓢虫不同虫态对杀虫剂反应的研究初报. *昆虫天敌*, 12 (2): 62—65.
- 郝小草, 胡发清, 方昌源, 1990b. 十三种杀虫剂对异色瓢虫成虫的室内毒力测定. *棉花学报*, 2 (1): 91—94.
- 何玉仙, 翁启勇, 黄建, 梁智生, 2007. 烟粉虱田间种群的抗药性. *应用生态学报*, 18 (7): 1578—1582.
- 花日茂, 操海群, 许光文, 汤锋, 李学德, 2004. 高效氯氰菊酯对龟纹瓢虫幼虫—棉蚜的综合作用效应. *植物保护学报*, 31 (1): 96—100.
- 李美, 赵德友, 孙作文, 朱福兴, 王金信, 慕立交, 2000. 杀虫剂对中华草蛉幼虫的毒力及其选择性研究. *农药学报*, 2 (3): 57—61.
- 邱思鑫, 邱思琴, 余可德, 徐金汉, 关雄, 2000. 杀虫剂对烟蚜及龟纹瓢虫的选择毒杀作用. *江西农业大学学报*, 22 (4): 519—522.
- 任顺祥, 黄振, 姚松林, 2004. 烟粉虱捕食性天敌研究进展. *昆虫天敌*, 26 (1): 34—39.
- 宋化稳, 慕立义, 王金信, 2001. 13 种杀虫剂对龟纹瓢虫及大草蛉的毒力研究. *农药科学与管理*, 22 (6): 17—18.
- 汤方, 李生臣, 孔祥波, 王开运, 2007. 吡虫啉等杀虫剂对温室白粉虱及其两种天敌的选择毒力. *农药学报*,

- 9(1):88—91.
- 唐启义, 2010. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘(第二版). 北京:科学出版社. 315—398.
- 王小艺, 沈佐锐, 2002. 亚致死剂量杀虫剂对异色瓢虫捕食作用的影响. 生态学报, 22(12):2278—2284.
- 吴红波, 张帆, 王素琴, 张君明, 2007. 几种常用杀虫剂对异色瓢虫的敏感性测定. 中国生物防治, 23(3): 213—217.
- 席敦芹, 2008. 5 种药剂对异色瓢虫安全性测定试验. 农药, 47(1):50—51, 54.
- 姚松林, 任顺祥, 黄振, 2004. 日本刀角瓢虫形态特征及生物学特性研究. 昆虫天敌, 26(1):22—27.
- 朱福兴, 王金信, 刘峰, 慕卫, 张新, 1998. 瓢虫对杀虫剂的敏感性研究. 昆虫学报, 41(4): 359—365.