

doi 10.3969/j.issn.1674-0858.2010.01.010

6种常用杀菌剂对苹果黄蚜及其天敌异色瓢虫的影响

李浩^{1,2}, 杨星科^{2*}, 刘强^{1*}

(1. 天津师范大学化学与生命科学学院, 天津 300387; 2. 中国科学院动物研究所, 北京 100101)

摘要: 本文研究了有机苹果园常用的6种杀菌剂, 包括农抗120、绿乳铜、高锰酸钾、大生M-45、成标和多菌灵对果园重要害虫苹果黄蚜 *Aphis citricola* van der Goot 及其天敌异色瓢虫 *Hamonia axyridis* Pallas 死亡率的影响。结果表明, 这6种杀菌剂使用喷雾和浸叶饲喂法对蚜虫的死亡率均有一定的影响, 但校正死亡率均小于21%。喷雾处理和二次中毒处理对瓢虫幼虫的死亡率均无显著影响。上述结果说明6种供试杀菌剂的常用浓度对蚜虫有较低的致死率, 而对其天敌异色瓢虫则是安全的, 因此我们推测上述杀菌剂的常规使用不会对果园昆虫的群落结构造成重大影响。

关键词: 杀菌剂; 苹果黄蚜; 异色瓢虫; 死亡率

中图分类号: Q969

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858(2010)01-0060-06

Impacts of six gemicides on *Aphis citricola*, and its natural enemy ladybird beetle *Hamonia axyridis*

LI Hao^{1,2}, YANG Xing-Ke^{2*}, LIU Qiang^{1*} (1. College of Chemistry and Biology, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China; 2. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract Impacts of six common gemicides on mortality of the pest in organic apple orchard *Aphis citricola* and its natural enemy *Hamonia axyridis* were tested. The results showed that all of the six gemicides had toxicity to *A. citricola* whatever treated by spray or feed methods, however, the corrected mortalities were always less than 21%. The gemicides did not increase mortality of larva *H. axyridis* treated by spray method or feeding with aphids treated by gemicides. The above results indicated that the six gemicides used in present study did not induce a high mortality to *A. citricola* and did not affect the mortality of *H. axyridis* either. Therefore, we concluded that the using of above mentioned gemicides did not affect the insect community structure very much in apple orchard.

Key words gemicides; *Aphis citricola*; *Hamonia axyridis*; mortality rate

随着人们生活水平的不断提高和环保意识的逐渐增强, 无公害绿色果品已成一种时尚, 并得到社会的普遍认可(曲柏宏, 2005)。近年来, 生态果园(或称有机果园)的建设在我国呈快速发展趋势(张君明等, 2007)。但有机农业不准使用化学合成农药的限制使果园有机果品生产中的害虫防治成为瓶颈问题。目前, 已出现了不少对生态果园虫害综合防治的探索(张养安, 2005; 刘奇志等,

2008; 冯术快和卢绪利, 2009), 生物防治无疑是其中必不可少的一环。有机生产提倡尽量不使用杀虫剂, 但由于果园除虫害之外还会有多种病害的发生, 因此有机生产允许范围内的杀菌剂的使用仍常常不可避免。于是, 杀菌剂对果园昆虫的群落结构产生怎样的影响成为一个值得关注的问题。目前杀虫剂对果园“害虫-天敌”系统影响的研究非常多(田明义等, 1995; 朱福兴等, 1998; 谢钦铭等,

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-42-04-03)

作者简介: 李浩, 男, 1977年生, 江苏盐城人, 硕士研究生, 主要从事农林昆虫生态学研究。

* 通讯作者 Authors for correspondence: E-mail yangxk@ioz.ac.cn; E-mail lqjnu@126.com

收稿日期 Received 2009-09-28; 接受日期 Accepted 2010-01-03

2003; 刘慧平等, 2007; 刘永齐等, 2008), 但是国内学者关于杀菌剂对昆虫, 特别是对果园昆虫影响的研究相对较为缺乏。已有研究表明, 不同类型的杀菌剂对昆虫的影响不尽相同, 例如, 异稻瘟净和甲基立枯磷对褐飞虱 *Nilaparvata lugens* Stål 黑肩绿盲蝽 *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter 成虫及其天敌尖钩宽尾蝽 *Microvelia horvathi* Lundblad 均有明显杀伤作用, 多菌灵、三环唑、叶青双对黑肩绿盲蝽成虫有一定的杀伤作用, 但叶枯灵、井冈霉素、百菌清对褐飞虱及上述天敌的杀伤不明显 (陈建明等, 1999); 代森锰锌等 4 种杀菌剂对七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* L 的幼虫有极强或强的选择性, 对幼虫成活率影响不大, 但代森锰锌会引起七星瓢虫成虫畸形 (王春良等, 2003)。

苹果黄蚜 *Aphis citricola* van der Goot 又名绣线菊蚜, 是苹果的主要害虫之一, 主要刺吸苹果树的茎、叶及嫩枝汁液传播病毒, 使叶片出现卷缩、黄斑或全部枯黄, 幼嫩枝条全部枯死等症状, 严重影响苹果的品质和产量 (刘慧平等, 2007)。异色瓢虫 *Hamonia axyridis* Pallas 在我国分布广、捕食范围广, 可取食各类蚜虫和松干蚧、粉蚧、绵蚧、木虱, 以及某些鳞翅目和鞘翅目昆虫的卵、低龄幼虫和蛹等, 尤喜食蚜虫 (吴红波等, 2007), 其各龄幼虫和成虫均有捕食蚜虫的能力, 作为蚜虫的优势种天

敌, 对蚜虫有显著的控制作用 (马菲等, 2005)。北京市昌平区王家园有机果园自 2005 年起仅施用少量有机生产允许使用的生物农药、植物源农药和矿物源农药, 目前已进入有机生产阶段 (冯术快和卢绪利, 2009)。我们以此为研究基地, 选择果园常用的 6 种杀菌剂, 测定常规浓度下对果园重要害虫苹果黄蚜及其捕食性天敌异色瓢虫幼虫的影响, 进一步筛选出对天敌影响小的杀菌剂品种, 以满足绿色果品生产的需要。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试虫源: 苹果黄蚜采自北京市昌平区流村镇王家园果园苹果树的嫩枝上。异色瓢虫成虫捕获于果园, 带回实验室室内饲养, 成虫交配产卵后, 集中收集虫卵孵化得到一龄幼虫。

供试药剂: 4% 农抗 120 水剂 (武汉科诺生物农药有限公司)、绿乳铜乳油 (珠海焦点科技有限公司)、高锰酸钾 (市售)、大生 M-45 80% 可湿性粉剂 (美国罗门哈斯公司)、80% 成标干悬浮剂 (德国巴斯夫股份有限公司)、50% 多菌灵 (山东绿丰农药有限公司), 各药剂有效成分、纯度和具体使用浓度见表 1。

表 1 6 种杀菌剂及其浓度设置

Table 1 Six germicides and the used concentrations

杀菌剂 Germicides	有效成分 Active principle	纯度 Purity	实验浓度 (倍数) Used concentration (folds)					常规使用浓度 (倍数) Recommended concentration (folds)
			浓度 1	浓度 2	浓度 3	浓度 4	浓度 5	
农抗 120 水剂 Agricultural antibiotic 120 aqueous solution	嘧啶核苷类抗菌素 Pyrimidine nucleotide bacteriophage	4%	200	400	600	800	1000	200~400
绿乳铜乳油 Copper abietate emulsion	铜离子 Copper ion	12%	400	600	800	1000	1200	800~1000
高锰酸钾 Potassium permanganate	高锰酸钾 Potassium permanganate	100%	400	500	800	1000	1200	600~1000 ¹
大生 M-45 可湿性粉剂 Dithane M-45 wettable powders	代森锰锌 Mancozeb	80%	200	400	600	800	1000	600~800
成标干悬浮剂 Sulfur dry suspending agent	硫磺 Sulfur	80%	250	500	750	1000	1250	500~1000
多菌灵 Carbendazim	苯并咪唑 44 号 Carbendazim	50%	500	1000	1500	2000	2500	1000~2000

¹ 果园实际使用浓度, Used concentrations in orchard

1.2 方法

1.2.1 药物浓度的配制

计算各倍数药剂所需的药量, 然后分别用纯净水配成各浓度倍数的药液(表 1)。

1.2.2 测定方法

1.2.2.1 对蚜虫的处理

喷雾法: 用小型微量喷雾器对蚜虫喷洒相应浓度的待测药液, 以虫体被药液全部浸润为标准, 之后用小毛笔挑选大小、体形基本一致的灵活爬动蚜虫, 与未经处理的鲜嫩苹果叶片一同置于垫有湿滤纸的培养皿内, 盖上皿盖后置于光照培养箱(温度为 26 °C, 相对湿度 70% 左右, 光周期为 L : D = 16 : 8)(下同), 清水处理为对照, 20 头/皿, 每处理重复 6 次。12 h、24 h 后分别检查蚜虫的死亡情况, 以小毛笔尖轻触蚜虫, 不动则认为死亡, 统计 24 h 后死亡情况。

浸叶饲喂法: 将鲜嫩叶片浸入药液 10 s, 取出叶片后用滤纸吸掉表面多余的药液, 放入垫有滤纸的培养皿内, 用毛笔选取大小、体形基本一致的活泼的无翅成蚜, 接到处理过的叶片上, 盖上皿盖后放入培养箱, 清水处理为对照, 20 头/皿, 每处理重复 6 次。12 h、24 h 后分别检查蚜虫的死亡情况, 以小毛笔尖轻触蚜虫, 不动则认为死亡, 统计 24 h 后的死亡情况。

1.2.2.2 对异色瓢虫一龄幼虫的处理

异色瓢虫幼虫(特别是一龄阶段)对药剂的敏感程度高于成虫阶段(吴红波等, 2007), 因此, 试验选择了一龄幼虫为研究对象。每种药剂进行了 3 个浓度梯度处理(具体见表 2)。

喷雾法: 用小号毛笔挑选大小、体形基本一致, 孵化时间相差不大的异色瓢虫一龄幼虫, 用装有药液的小型喷雾器喷洒瓢虫, 然后把处理后的瓢虫与载有足够蚜虫的叶片一同放入垫有湿滤纸的培养皿内, 置于光照培养箱中, 清水处理为对照。10 头/皿, 每处理重复 10 次。12 h、24 h、48 h 后分别检查瓢虫幼虫的死亡情况, 统计最终 48 h 后的死亡情况。

二次中毒法: 选择初孵化的异色瓢虫一龄幼虫, 与被喷药处理之后的蚜虫一同放入铺有湿滤纸的培养皿内, 置于培养箱中。瓢虫 10~15 头/皿, 每个浓度处理为 5 个重复。12 h、24 h、48 h 后分别检查瓢虫幼虫的死亡情况, 统计 48 h 后的死亡情况。

1.3 统计方法

运用 SPSS 13.0 统计软件进行单因素方差分析

(One-way ANOVA)来评价杀菌剂对试虫死亡率的影 响, 并采用最小显著差数检验(LSD)对各个处理之间的差异进行多重比较分析, 方差分析前数据进行反正弦平方根转换。校正死亡率(%) = [(处理组死亡率 - 对照组死亡率) / (1 - 对照组死亡率)] × 100。

2 结果与分析

2.1 杀菌剂对苹果黄蚜的触杀作用和胃毒作用

2.1.1 喷雾法

供试杀菌剂对苹果黄蚜具有明显的触杀作用($P < 0.001$)。除农抗 120 的 800 倍和 1000 倍液外, 6 种供试杀菌剂的其它所有供试浓度对蚜虫均有显著的触杀作用, 其死亡率随着药剂浓度的增大而呈增加趋势(表 2)。其中 80% 成标干悬浮剂 250 倍液对蚜虫的影响最大, 死亡率为 23.33%, 其它依次为多菌灵 500 倍液为 20.83%, 大生 M-45 200 倍液为 19.17%。其校正死亡率介于 0.88% ~ 20.69% (见表 3)。

2.1.2 浸叶饲喂法

供试杀菌剂对苹果黄蚜具有明显的胃毒作用($P < 0.001$)。和对照相比, 以下浓度条件下杀菌剂对蚜虫的死亡率无显著影响: 绿乳铜 400 倍、1000 倍和 1200 倍液, 大生 M-45 200 倍、800 倍和 1000 倍液, 成标 1250 倍液。6 种杀菌剂的其余浓度均对蚜虫死亡率有显著影响(表 2)。其中农抗 120 的 400 倍液对蚜虫的影响作用最为显著, 死亡率为 22.50%, 其它依次为高锰酸钾 600 倍液为 21.67%, 成标 500 倍液为 20%。其校正死亡率介于 0.83% ~ 19.33% (见表 3)。

2.2 杀菌剂对异色瓢虫的触杀作用和胃毒作用

2.2.1 对异色瓢虫一龄幼虫触杀作用

喷雾法的各种处理情况下异色瓢虫一龄幼虫死亡率无显著差异($P = 0.857$)。多重比较结果显示, 农抗 120 的 600 倍液和成标 250 倍液的死亡率高于对照, 但绝对死亡率仅为 3% (校正死亡率仅为 2% 左右, 见表 3), 6 种杀菌剂的其余浓度与对照相比无显著差异。

2.2.1 对异色瓢虫一龄幼虫的胃毒作用

饲喂 6 种杀菌剂(18 个浓度)处理过的蚜虫在 48 h 异色瓢虫的死亡率无显著差异($P = 0.424$) (表 2)。

表 2 6种杀菌剂对苹果黄蚜和异色瓢虫死亡率的影响
Table 2 Mortality of six germicides on *A. citricola* and *H. axyridis*

杀菌剂 Germicides	浓度(倍数) Concentration (Foli)	蚜虫死亡率 ± SE% (喷雾法) Mortality rate of <i>A. citricola</i> ± SE% (Spraying)	蚜虫死亡率 ± SE% (浸 叶饲喂法) Mortality rate of <i>A. citricola</i> ± SE% (Dipping leaves and feeding)	瓢虫死亡率 ± SE% (喷雾法) Mortality rate of <i>H. axyridis</i> ± SE% (Spraying)	瓢虫死亡率 ± SE% (二 次中毒法) Mortality rate of <i>H. axyridis</i> ± SE% (Secondary poisoning)
农抗 120 Agricultural antibiotic 120	200	15.83 ± 1.54 defg	18.33 ± 3.07 ghi	2.00 ± 2.00 ab	0 a
	400	13.33 ± 2.47 bcdef	22.50 ± 3.10 i	2.00 ± 1.33 ab	-
	600	11.67 ± 2.11 abede	15.83 ± 3.01 fgh	3.00 ± 1.53 b	0 a
	800	7.50 ± 1.12 ab	10.83 ± 2.01 bcdef	1.00 ± 1.00 ab	-
	1000	5.83 ± 2.01 a	9.17 ± 3.01 bcd	0 a	0 a
绿乳铜 Copper abietate	400	17.50 ± 2.14 efg	8.33 ± 1.67 abcd	1.00 ± 1.00 ab	2.00 ± 2.00 a
	600	15.83 ± 2.01 defg	14.17 ± 2.39 defg	2.00 ± 1.33 ab	-
	800	15.00 ± 1.29 cdef	10.83 ± 1.54 bcdef	1.00 ± 1.00 ab	2.86 ± 1.75 a
	1000	13.33 ± 1.67 bcdef	7.50 ± 2.14 abc	1.00 ± 1.00 ab	-
高锰酸钾 Potassium permanganate	400	17.50 ± 3.10 efg	18.33 ± 4.22 ghi	0 a	5.45 ± 3.64 a
	600	15.83 ± 3.52 defg	21.67 ± 2.11 h	2.00 ± 1.33 ab	-
	800	15.00 ± 1.83 cdefg	15.83 ± 2.01 fgh	1.00 ± 1.00 ab	0 a
	1000	14.17 ± 3.96 cdef	12.50 ± 1.12 cdef	0 a	-
大生 M-45 Dihane M-45	200	19.17 ± 3.00 fg	6.67 ± 1.05 abc	2.00 ± 1.33 ab	0 a
	400	17.50 ± 1.71 efg	10.00 ± 3.42 bcde	1.00 ± 1.00 ab	-
	600	11.67 ± 4.01 abede	9.17 ± 2.39 bcd	2.00 ± 1.33 ab	0 a
	800	10.00 ± 1.29 abcd	7.50 ± 1.12 abc	0 a	-
	1000	9.17 ± 3.27 abc	5.00 ± 1.29 ab	1.00 ± 1.00 ab	2.00 ± 2.00 a
成标 Sulfur	250	23.33 ± 2.11 h	9.17 ± 1.54 bcd	3.00 ± 2.13 b	4.00 ± 2.45 a
	500	19.17 ± 3.00 fgh	20.00 ± 1.83 ghi	2.00 ± 1.33 ab	-
	750	15.00 ± 3.16 cdefg	15.83 ± 0.83 fgh	2.00 ± 1.33 ab	1.82 ± 1.82 a
	1000	13.33 ± 1.05 bcdef	11.67 ± 3.33 cdef	1.00 ± 1.00 ab	-
	1250	11.67 ± 2.11 abede	8.33 ± 3.80 abc	1.00 ± 1.00 ab	2.00 ± 2.00 a
多菌灵 Carbendazin	500	20.83 ± 3.75 g	9.17 ± 2.39 bcd	0 a	4.00 ± 2.45 a
	1000	16.67 ± 3.07 efg	15.00 ± 2.24 efg	0 a	-
	1500	13.33 ± 2.11 bcdef	11.67 ± 1.67 cdef	1.00 ± 1.00 ab	1.67 ± 1.67 a
	2000	11.67 ± 2.11 abede	10.00 ± 2.89 bcde	1.00 ± 1.00 ab	-
	2500	10.83 ± 3.00 abede	9.17 ± 1.54 bcd	0 a	3.64 ± 2.22 a
对照 ck		6.50 ± 0.55 a	3.75 ± 0.73 a	0.67 ± 0.33 a	0 a

同列具有相同字母者表示在 0.05 水平上差异不显著。Means followed by the same letter in each line are not significantly different at $P = 0.05$.

表 3 6种杀菌剂对苹果黄蚜和异色瓢虫校正死亡率的影响

Table 3 Corrected mortality of six germicides on *A. citricola* and *H. axyridis*

杀菌剂 Germicides	浓度(倍数) Concentration (Fold)	蚜虫校正死亡率(喷雾法) Corrected mortality rate of <i>A. citricola</i> (%) (Spraying)	蚜虫校正死亡率(浸叶饲喂法) Corrected mortality rate of <i>A. citricola</i> (%) (Dipping leaves and feeding)	瓢虫校正死亡率(喷雾法) Corrected mortality rate of <i>H. axyridis</i> (%) (Spraying)	瓢虫校正死亡率(二次中毒法) Corrected mortality rate of <i>H. axyridis</i> (%) (Secondary poisoning)
农抗 120 Agricultural antibiotic 120	200	11.40	13.27	1.01	0
	400	8.77	17.70	1.01	-
	600	7.02	10.62	2.02	0
	800	2.63	5.31	0	-
	1000	0.88	3.54	-1.01	0
绿乳铜 Copper abietate	400	11.61	5.17	0	2.00
	600	9.82	11.21	1.01	-
	800	8.93	6.03	0	2.86
	1000	7.14	4.31	0	-
	1200	2.68	2.59	1.01	1.54
高锰酸钾 Potassium permanganate	400	16.10	15.52	0	5.45
	600	14.41	18.97	2.00	-
	800	13.56	12.93	1.00	0
	1000	12.71	9.48	0	-
	1200	10.17	7.76	2.00	0
大生 M-45 Diflufenican M-45	200	14.91	0.85	1.01	0
	400	13.16	7.69	0	-
	600	7.02	7.16	1.01	0
	800	5.26	5.13	-1.01	-
	1000	4.39	2.56	0	2.00
成标 Sulfur	250	20.69	8.40	2.02	4.00
	500	16.38	19.33	1.01	-
	750	12.07	15.13	1.01	1.82
	1000	10.34	10.92	0	-
	1250	8.62	7.56	0	2.00
多菌灵 Carbendazim	500	18.11	4.39	0	4.00
	1000	13.79	10.53	0	-
	1500	10.34	7.02	1.00	1.67
	2000	8.62	5.26	1.00	-
	2500	7.76	4.39	0	3.64

3 结论与讨论

本文研究结果表明,喷雾法处理对异色瓢虫的死亡率几乎没有影响,和对照相比,农抗 120 和成标的部分浓度对异色瓢虫的死亡率会产生一些影响,但造成的死亡率均非常低(校正死亡率仅为 2% 左右),二次中毒试验也表明饲喂药剂处理的蚜虫对异色瓢虫 48 h 内的死亡率未产生显著影响,因此我们认为 6 种供试杀菌剂对异色瓢虫均较为安全,这与其他学者关于杀菌剂对异色瓢虫幼虫致死率的研究结果一致 (Michaud, 2001; Michaud and Grant, 2003; Youn et al., 2003; James, 2004)。6

种供试药剂的大部分浓度在两种处理条件下(喷雾和浸叶喂食法)对苹果黄蚜的死亡率均产生显著影响,但无论喷雾法还是胃毒法造成的死亡率均不太高,最高死亡率都不超过 25% (其中校正死亡率均不超过 21%)。由此我们推测,几种杀菌剂的施用对果园内蚜虫—瓢虫的种群动态关系不会产生实质性的影响。

一些杀菌剂虽然对昆虫的死亡率不会产生显著影响,但却会影响到昆虫的幼期发育历期和成虫生殖力等指标 (Michaud, 2001; Michaud and Grant, 2003)。本文仅就用药后短期内蚜虫和瓢虫的死亡率进行了统计分析,杀菌剂对两种昆虫的个体发育及生殖力是否存在显著的影响尚需进一步研究,因

为上述因素也是影响昆虫种群消长的重要方面。

就试验当中杀菌剂浓度的差异对蚜虫和瓢虫的影响效果而言, 喷雾法结果显示杀菌剂浓度越高对蚜虫的影响也越大, 而胃毒法结果显示, 6种杀菌剂均为所使用的第二高浓度对蚜虫的影响最大, 并不是浓度越高杀虫效果最好。这可能提示我们杀菌剂的渗透性或保护性功效的充分体现与浓度之间有密切的联系, 因此, 杀菌剂的浓度和其选择性的相关性还有待进一步研究探讨。本研究结论基于室内数据, 因此, 要得到更进贴合实际的结果还需要我们开展进一步的田间实验。

致谢 本研究得到了北京昌平区流村镇王家果园赵连祥先生和北京市农林科学院张帆研究员的帮助, 特此致谢!

参考文献 (References)

- Chen JM, Yu XP, Lu ZX, Zheng XS, Chen JA, 1999 Effects of herbicides and fungicides on the brown planthopper *Nilaparvata lugens* and its predatory enemies. *Acta Phytotaphylocica Sinica*, 26 (2): 162-166 [陈建明, 俞晓平, 吕仲贤, 郑许松, 程家安, 1999 除草剂和杀菌剂对褐飞虱及其天敌的影响. 植物保护学报, 26(2): 162-166]
- Feng SK, Lu XL, 2009. Technology of insect pest control in organic orchards. *China Agricultural Technology Extension*, 25(2): 38-40 [冯术快, 卢绪利, 2009. 有机苹果园病虫害综合防治技术初探. 中国农技推广, 25(2): 38-40]
- James DG, 2004. Beneficial Arthropods in Washington Vineyards. Screening the Impact of Pesticides on Survival and Function. Final Report for Washington State Commission for Pesticide Registration. 2004.
- Liu HP, Han JC, Xu Q, Lu ZJ, Liu HQ, 2007. Selective toxicity of insecticides between *Aphis citricola* and *Coccinella septempunctata*. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 15(2): 126-129 [刘慧平, 韩巨才, 徐琴, 吕朝军, 刘慧芹, 2007 杀虫剂对苹果黄蚜与七星瓢虫的毒力及选择性研究. 中国生态农业学报, 15(2): 126-129]
- Liu YQ, Liu HP, Han JC, Liu HQ, 2008. Susceptibility monitoring of *Coccinella Septempunctata* (Linn.) to common insecticide. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 24(11): 416-419 [刘永齐, 刘慧平, 韩巨才, 刘慧芹, 2008. 七星瓢虫对常用杀虫剂的敏感性监测. 中国农学通报, 24(11): 416-419]
- Liu ZQ, Fu ZF, Wang YZ, Zhang LJ, Li ZR, Qi LP, Chen MX, 2008. Suggestion on insect pest control of organic orchards in Northern China. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 24(6): 296-300. [刘奇志, 付占芳, 王玉柱, 张丽娟, 李振茹, 亓丽萍, 陈梅香, 2008 中国北方有机果园害虫防治建议. 中国农学通报, 24(6): 296-300]
- Ma F, Yang RS, Gao DS, 2005. Occurrence of aphid in orchard and control of aphid using *Hamonia axyridis*. *Liaoning Agricultural Sciences* (2): 37-39 [马菲, 杨瑞生, 高德三, 2005 果园蚜虫的发生及应用异色瓢虫控蚜. 辽宁农业科学, (2): 37-39]
- Michaud JP, 2001. Responses of two ladybeetles to eight fungicides used in Florida citrus. Implications for biological control. *Journal of Insect Science*, 1: 6
- Michaud JP, Grant AK, 2003. Sub-lethal effects of a copper sulfate fungicide on development and reproduction in three coccinellid species. *Journal of Insect Science*, 3: 16
- Qu BH, 2005. Produce technique rules of green apple-pear. *Journal of Agricultural Science Yanbian University*, 27(2): 141-146 [曲柏宏, 2005 绿色苹果梨生产技术规程. 延边大学学报, 27(2): 141-146]
- Tian MY, Liang GW, Pang XF, 1995. Effects on two pesticides on population dynamics of citrus red mite. *Journal of South China Agricultural University*, 16(1): 64-67. [田明义, 梁广文, 庞雄飞, 1995 杀虫剂对桔全爪螨自然种群动态的影响. 华南农业大学学报, 16(1): 64-67]
- Wang CL, Qin L, Li QB, Bratu E, 2003. A study on selective toxicity of insecticides to *Coccinella septempunctata*. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*, (3): 23-25. [王春良, 靳力, 李秋波, Elena Bratu, 2003 七星瓢虫对农药的选择性研究. 宁夏农林科技, (3): 23-25]
- Wu HB, Zhang F, Wang SQ, Zhang JM, 2007. Susceptibility of *Hamonia axyridis* (Pallas) to several insecticide. *Chinese Journal of Biological Control*, 23(3): 213-217 [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]
- Xie QM, Liang GW, Zeng L, Lu YY, 2003. Effects of different control measures on the spider group in litchi orchard. *Jiangxi Science*, 21(3): 269-271. [谢钦铭, 梁广文, 曾玲, 陆永跃, 2003 不同防治措施对荔枝果园蜘蛛类群的影响. 江西科学, 21(3): 269-271]
- Youn YN, Seo MJ, Shin J, Jang C, Yu YM, 2003. Toxicity of greenhouse pesticides to multicolored Asian lady beetles *Hamonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 28: 164-170
- Zhang JM, Wang H, Zhao LX, Zhang F, Yu GY, 2007. Damage to an organic apple orchard by the brown-marmorated stink bug *Halyomorpha halys* and its control strategy. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(6): 898-901. [张君明, 王合, 赵连祥, 张帆, 虞国跃, 2007. 茶翅蝽在生态苹果园的危害和防治策略. 昆虫知识, 44(6): 898-901]
- Zhang YA, 2005. Recent advance in environment friendly integrated control of orchard pests. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 21(2): 256-259 [张养安, 2005 果园害虫的无公害治理研究进展. 中国农学通报, 21(2): 256-259.]
- Zhu FX, Wang JX, Liu F, Mu W, 1998. Selective toxicity of nine insecticides to *Propylaea japonica* (Thunberg) and *Aphis citricola* van der Goot. *Acta Phytotaphylocica Sinica*, 25(1): 93-94 [朱福兴, 王金信, 刘峰, 慕卫, 1998 常用杀虫剂对苹果黄蚜、龟纹瓢虫的毒力及其选择性测定. 植物保护学报, 25(1): 93-94]