

# 植物提取物和常用药剂对蚜茧蜂的 存活、羽化和寄生的影响

周 琼<sup>1</sup>, 梁广文<sup>2</sup>, 曾 玲<sup>2</sup>, 岑伊静<sup>2</sup>, 陆永跃<sup>2</sup>

(1. 湖南科技大学生命科学学院, 湖南湘潭 411201; 2. 华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

**摘要:**天然源药剂由于具有与环境良好的相容性而日益受到重视。研究测试苍耳 *Xanthium sibiricum* Petr. et Widd. 和白蝴蝶 *Synгонium podophyllum* Schott 的提取物以及几种药剂在田间常用浓度下对蚜茧蜂的影响。结果表明, 几种药剂对蚜茧蜂成虫有明显杀伤力, 毒性的大小次序是: 绿福(4.5% 高效顺反氯氰菊酯乳油)(稀释 3000 倍) > 0.3% 印楝素乳油(稀释 2000 倍) > 0.6% 阿维菌素(稀释 2000 倍), 2h 内可致半数以上的试虫死亡, 2.5% 鱼藤酮精(稀释 800 倍)次之, 99.9% 机油乳剂(稀释 400 倍)和两种植物提取物(0.04gDW · ml<sup>-1</sup>)对成蜂的存活无显著影响; 处理僵蚜的结果表明, 印楝素乳油和机油乳剂影响较明显, 僵蚜羽化率分别比对照降低 14.67% 和 18.67%, 而两种植物提取物和其余药剂无显著影响; 鱼藤精和印楝素乳油处理后, 蚜茧蜂寄生蚜虫的效能明显降低, 而机油乳剂和两种植物提取物对蚜茧蜂的寄生作用无明显影响。可以看出, 目前使用的一些天然源药剂虽然对害虫有较好的控制作用, 但在害虫天敌的某些生长期, 其仍存在不利影响, 因此应根据田间害虫和天敌的发生情况和不同发育期, 有选择性地合理用药; 同时, 筛选对害虫特异性强, 对害虫天敌不利影响小的作用物质, 是当前乃至将来筛选和应用天然源物质的目标。

**关键词:**植物提取物; 药剂; 蚜茧蜂; 存活率; 羽化率; 寄生作用

**文章编号:**1000-0933(2005)06-1357-05 **中图分类号:**Q143, Q968 **文献标识码:**A

## Effect of plant extracts and some pesticides on survival, emergence and parasitism of the aphid parasitoids *Aphidius gifuensis* Ashmead and *Diaeretiella rapae* M'Intosh

ZHOU Qiong<sup>1</sup>, LIANG Guang-Wen<sup>2</sup>, ZENG Ling<sup>2</sup>, CEN Yi-Jing<sup>2</sup>, LU Yong-Yue<sup>2</sup> (1. School of Life Science, Hu'nan University of Science and Technology, Hu'nan 411201, China; 2. Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(6): 1357~1361.

**Abstract:** The research interest in pesticides derived from natural products has recently increased because of their compatibility with the environment. However, to be effective natural product pesticides need to be active against target pests while having no adverse effect on natural enemies. Plant extracts from two plant species (*Xanthium sibiricum* Petr. et Widd. and *Synгонium podophyllum* Schott) were selected for this study from a screening of 63 species against *Myzus persicae* (Sulzer) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) on vegetables. The effects of *X. sibiricum* and *S. podophyllum* extracts as well as Beta-Cypermethrin EC, Azadirachtin EC, Avermectin EC, Petroleum spray oil and Rotenone on survival, emergence and parasitism of the aphid parasitoids *Aphidius gifuensis* Ashmead and *Diaeretiella rapae* M'Intosh were investigated in laboratory studies. The toxicity sequence of pesticides to adult parasitoids was 4.5% Beta-Cypermethrin EC (3000×) > 0.3% Azadirachtin EC (2000×) >

**基金项目:**国家自然科学基金重点资助项目(39930120); 湖南省教育厅资助科研资助项目(01C269); 湖南科技大学博士基金资助项目(E53107)

**收稿日期:**2004-03-27; **修订日期:**2004-09-19

**作者简介:**周琼(1965~), 女, 湖南长沙人, 博士, 教授, 主要从事农业害虫生态控制和化学生态研究。E-mail: zhoujoan2004@163.com

**致谢:**承蒙张维球教授鉴定蚜茧蜂种类, 澳大利亚籍专家 Debbie 博士修改英文摘要, 特此致谢

**Foundation item:** National Natural Science Foundation of China (No. 39930120), Scientific Research Fund of Hu'nan Provincial Education Department(No. 01C269) and Doctor Fund of Hu'nan University of Science and Technology(No. E53107)

**Received date:**2004-03-27; **Accepted date:**2004-09-19

**Biography:** ZHOU Qiong, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in ecological control of agricultural pest and chemical ecology. E-mail: zhoujoan2004@163.com

0.6% Avermectin EC (2000×) > rotenone (800×). Adult mortality in the remaining treatments, Petroleum spray oils (400×), *X. sibiricum* extract (0.04gDW/ml) and *S. podophyllum* extract (0.04gDW/ml) did not differ significantly from the control. However, for 0.3% Azadirachtin EC and Petroleum spray oil, the emergence rate of the parasitoids was reduced by 14.67% and 18.67% compared to the control. The parasitism of aphid parasitoids was reduced by treatment with 2.5% rotenone (800×) and 0.3% Azadirachtin EC (2000×) while the plant extracts and Petroleum spray oil had no adverse effect on parasitism. Results indicated that alcohol extracts of *X. sibiricum* and *S. podophyllum* were safe for the aphid parasitoids tested. Azadirachtin EC and Petroleum spray oil could also be used in an aphid control program if applications were carefully timed to avoid emergence of parasitoids.

**Key words:** plant extracts; pesticides; parasitoids of aphids; survival rate; emergence rate; parasitism

某些非选择性化学合成杀虫剂的大量使用,造成农业生态系统生物多样性的降低,亦减弱了系统的自然控制力量——天敌的作用。因此寻找对害虫有特异性杀伤或控制力,同时对天敌相对安全的药剂,在强调可持续发展和环境保护的今天日益引起重视。本研究为植物保护剂<sup>[1]</sup>筛选的一部分内容,测试经筛选出来的对蔬菜蚜虫有较好控制作用的两种植物提取物苍耳 *Xanthium sibiricum* Petr. et Widd. 和白蝴蝶 *Syngonium podophyllum* Schott<sup>[2]</sup>对蚜虫重要天敌——蚜茧蜂的影响,同时测试了几种常用杀虫药剂对蚜茧蜂的毒性,为其研究利用以及合理用药提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 供试植物提取物和药剂** 苍耳 *Xanthium sibiricum* Petr. et Widd. (茎叶)、白蝴蝶 *Syngonium podophyllum* Schott (蔓叶),2000 年 9~10 月采自广州五山;采用索氏提取法<sup>[2]</sup>,用 95%乙醇作溶剂,回流 24h,浓缩成 1g/ml 干物质(1gDW/ml)的相应植物提取物,冰箱保存供试。测试前临时稀释。

0.3%印楝素乳油为深圳农宝生物工程有限公司生产;2.5%鱼藤酮精为广州市农药厂生产;99.1%机油乳剂为加德士(Caltex)公司生产;0.6%阿维菌素乳油为海正集团-浙江海门化工厂生产;绿福(4.5%高效顺反氯氰菊酯乳油)为广东省江门市农药厂生产。

**1.1.2 供试天敌虫源** 菜蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmead、菜少脉蚜茧蜂 *Diaeretiella rapae* M’Intosh,自深圳市龙岗区碧岭生态村未施农药的萝卜菜田采集僵蚜,室内羽化后,成蜂释放于网笼中,让其在盆栽萝卜叶上大量群集的蚜虫上自然产卵,取僵蚜供试。

同上法获得僵蚜,取 24h 内羽化的成蜂,供试。

**1.1.3 供试虫源及其寄主植物** 桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer),2000 年 12 月~2001 年 5 月采自深圳碧岭生态村菜场的萝卜地,并饲养于 40cm×40cm×70cm 铝质养虫笼中的盆栽小白菜苗上。

小白菜 *Brassica chinensis* L.,茭白品种。栽种于小杯中,长出 5~6 片真叶时,供试。

### 1.2 方法

(1)蚜茧蜂成虫存活的测试方法 采用药膜法,分别将植物提取物(0.04gDW/ml)和药剂倒入 15mm×120mm 的指形管中,静置 10s 后倒弃,晾干,使之在指形管内壁形成 1 层药膜,将一浸有 10%蜂蜜的小棉球放入管中,接入 24h 内从僵蚜中羽化的蚜茧蜂成蜂 10~15 头,80 目纱网封口。分别于 1、2、4、8、12、24、48、72 h 检查记录死亡虫数,处理 3d 后每天记录 1 次。每处理重复 5 次,每管为 1 重复。

(2)对蚜茧蜂羽化影响的测试方法 采用浸渍法,在 10mm×60mm 的指管中移入僵蚜,分别倒入苍耳提取物(0.04gDW/ml)、白蝴蝶提取物(0.04gDW/ml)和 2.5%鱼藤酮精(稀释 1000 倍)、0.3%印楝素乳油(稀释 2000 倍)、机油乳剂(稀释 400 倍),浸 5s 后倒弃,自然晾干僵蚜,用棉球塞管口,每天观察记录羽化率,并将羽化的蚜茧蜂成蜂转入另一支内有 10%蜂蜜的小棉球的指管中,观察记录成蜂的存活时间。每处理 5 管,每管 10~15 头僵蚜。

(3)对蚜茧蜂成虫寄生作用的影响 将桃蚜成蚜数头接于盆栽无虫的小白菜苗上,任其自然繁殖到 300~500 头/株,将带桃蚜的菜苗分别用手持喷雾器喷施苍耳提取物(0.04gDW/ml)、白蝴蝶提取物(0.04gDW/ml)、鱼藤酮精(800 倍)、0.3%印楝素乳油(2000 倍),至叶面有药液滴下为宜。待药液晾干后,每株苗接入 2 对新羽化的蚜茧蜂,用 200mm×400mm 的透明塑料圆筒、上顶为 80 目纱网的网罩,罩住整株菜苗,24h 时移去蚜茧蜂成虫,第 5 天开始每天观察记录并去除已形成的僵蚜,至不再形成僵蚜为止。

## 2 结果与分析

### 2.1 对蚜茧蜂成虫存活的影响测定

表 1 植物提取物和药剂处理后蚜茧蜂成虫的累计校正死亡率

| 植物种类和药剂名称<br>Plant species and pesticides              | 累计校正死亡率 Cumulative corrected mortality rate (%) (mean±S. E. ) |              |              |              |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                        | 2h                                                            | 4h           | 12h          | 24h          |
| 4.5%氯氰菊酯乳油 Beta-Cypermethrin EC (3000×)                | 75.76±8.43A                                                   | 78.03±8.38A  | 86.38±6.27A  | 86.37±6.27A  |
| 0.3%印楝素乳油 Azadirachtin EC(2000×)                       | 50.09±18.09A                                                  | 56.37±14.53A | 68.19±13.13A | 76.42±9.92A  |
| 0.6%阿维菌素乳油 Avermectin EC(2000×)                        | 48.63±20.03A                                                  | 50.90±18.46A | 59.27±15.12B | 64.51±15.00B |
| 2.5%鱼藤酮精 Rotenone(800×)                                | 4.00±2.45B                                                    | 7.64±4.69B   | 26.08±3.67B  | 35.03±3.12B  |
| 99.9%机油乳剂 Petroleum spray oils(400×)                   | 0.00±0.00B                                                    | 2.00±2.00B   | 2.00±2.00C   | 2.00±2.00C   |
| 苍耳提取物 Extract from <i>X. sibiricum</i> (0.04gDW/ml)    | 0.00±0.00B                                                    | 1.67±1.67B   | 3.33±3.33C   | 3.33±3.33C   |
| 白蝴蝶提取物 Extract from <i>S. podophyllum</i> (0.04gDW/ml) | 0.00±0.00B                                                    | 0.00±0.00B   | 0.00±0.00C   | 1.67±1.67C   |
| CK                                                     | 0.00±0.00B                                                    | 0.00±0.00B   | 0.00±0.00C   | 0.00±0.00C   |

同列数据后大写字母不同表示经 DMRT 新复极差多重比较在 0.01 水平有极显著差异 The data in the same row with the different small letters showed significant difference at  $p=0.01$

药膜法测试的对蚜茧蜂成蜂存活影响的结果见表 1。可以看出,在所测试的浓度下,绿福(稀释 3000 倍)、0.3%印楝素乳油(稀释 2000 倍)和阿维菌素(稀释 2000 倍)对蚜茧蜂成虫均有较强毒性,近半数以上的试虫在处理 2h 死亡;鱼藤酮精(稀释 800 倍)的毒性次之,处理后 12h 的成蜂累计死亡率与对照之间存在极显著的差异,累计死亡率达 26.08%,48h 的累计死亡率接近 50%;机油乳剂(稀释 400 倍)、苍耳提取物(0.04gDW/ml)和白蝴蝶提取物(0.04 gDW/ml)在处理 24h,蚜茧蜂成虫的累计死亡率与对照之间差异不显著,表明这几种处理对蚜茧蜂成虫均无显著影响。

将处理后蚜茧蜂成虫的存活时间整理成图 1。可以看出,供试的几种药剂和植物提取物对蚜茧蜂成虫影响由大至小的顺序是:绿福(稀释 3000 倍)、0.3%印楝素乳油(稀释 2000 倍)、阿维菌素(稀释 2000 倍)、鱼藤酮精(稀释 800 倍)、机油乳剂(稀释 400 倍)、苍耳提取物(0.04gDW/ml)和白蝴蝶提取物(0.04gDW/ml)。因此,机油乳剂和苍耳提取物、白蝴蝶提取物对蚜茧蜂成虫相对安全。

2.2 对僵蚜的羽化和羽化后蚜茧蜂成虫存活的影响

常用药剂和植物提取物处理僵蚜,其羽化率及羽化后蚜茧蜂成虫的存活时间见表 2。结果表明,阿维菌素、绿福和鱼藤精以及苍耳提取物、白蝴蝶提取物处理后,僵蚜的羽化与对照之间无显著差异,羽化率分别是 83.33%、80.00%、72.00%、68.00%、68.00%、80.67%;而印楝素乳油、机油乳剂处理后,僵蚜羽化率明显降低,与对照之间存在极显著差异,表明印楝素乳油、机油乳剂对蚜茧蜂蛹具有一定毒性。从羽化后成蜂的存活时间比较,处理僵蚜后,各种药剂和植物提取物对羽化后蚜茧蜂成虫的存活时间与对照比较,无明显缩短,表明处理僵蚜后,能羽化出来的蚜茧蜂生活力未受到药剂处理僵蚜的明显影响。

2.3 植物提取物对蚜茧蜂寄生作用的影响

将测试结果整理成图 2。可以看出,白蝴蝶提取物(0.04gDW/ml)、苍耳提取物(0.04gDW/ml)和机油乳剂(400×)对蚜茧蜂寄生桃蚜的影响与对照之间不存在显著差异,两种提取物处理后,蚜茧蜂寄生蚜虫量较对照稍有增加,三者平均寄生量分别为 11 头蚜虫/(只·d)、13 头蚜虫/(只·d)和 7.33 头蚜虫/(只·d),而印楝素乳油和鱼藤酮精在所测试的浓度可显著降低蚜茧蜂的寄生作用,寄生量分别为 4.67 头蚜虫/(只·d)和 3.33 头蚜虫/(只·d)。

3 结论与讨论

所测试的几种药剂,除绿福(高效顺反氯氰菊酯,为拟除虫菊酯类杀虫剂)外,其余均为天然源杀虫药剂,它们对蔬菜、果树

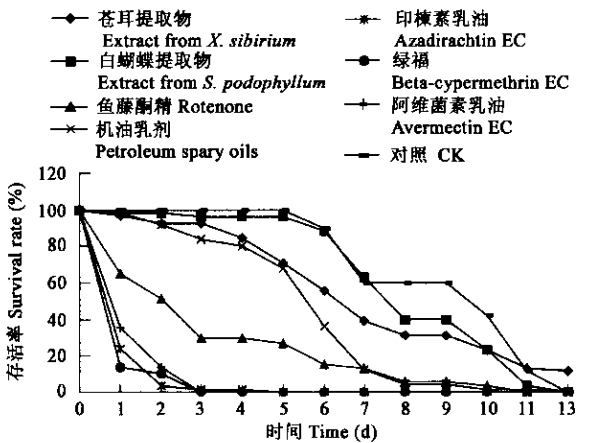


图 1 植物提取物和药剂对蚜茧蜂成虫存活的影响  
Fig. 1 Effect of plant extracts and pesticides on survival of parasitoids of aphids

和棉花害虫有明显防效<sup>[3~12]</sup>。

表 2 不同药剂处理僵蚜后蚜茧蜂的羽化率及羽化后成蜂的存活时间

| 药剂名称                                                   | 羽化率 (%)        | 成蜂存活时间(d)                             |
|--------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Pesticides and plant species                           | Emergence rate | Survival days of the emergence adults |
| 阿维菌素乳油 Avermectin EC(2000×)                            | 83.33±6.83A    | 6.43±0.33D                            |
| 绿福 Beta-Cypermethrin EC(3000×)                         | 80.00±4.47AB   | 6.50±0.17CD                           |
| 鱼藤酮精 Rotenone(800×)                                    | 72.00±8.00ABC  | 9.42±0.68A                            |
| 苍耳提取物 Extract from <i>X. sibiricum</i> (0.04gDW/ml)    | 68.00±9.70ABC  | 7.00±0.30CD                           |
| 白蝴蝶提取物 Extract from <i>S. podophyllum</i> (0.04gDW/ml) | 68.00±5.83ABC  | 7.80±0.86B                            |
| 印楝素乳油 Azadirachtin EC(2000×)                           | 66.00±9.80BC   | 6.91±0.29CD                           |
| 机油乳剂 Petroleum spray oil(400×)                         | 62.00±2.00C    | 7.15±0.39C                            |
| CK                                                     | 80.67±3.16A    | 7.05±0.40CD                           |

同列数据后大写字母不同表示 DMRT 法检验在 0.01 水平差异显著 The data in the same row with the different small letters showed significant difference at  $p=0.01$

而全面衡量一种害虫控制剂或杀虫剂的使用效果,除了掌握药剂对害虫的控制或杀伤作用,还要了解其对害虫天敌和周围环境的影响。已有研究表明,鱼藤酮精、0.3%印楝素乳油和机油乳剂对瓢虫卵有较强杀伤力,苍耳提取物(0.04gDW/ml)和白蝴蝶的提取物(0.04gDW/ml)对瓢虫较为安全<sup>[13]</sup>,阿维菌素对烟蚜 *Myzus persicae* 的天敌南方小花蝽 *Orius similis* 的各虫态均有一定的毒杀作用,显著降低小花蝽对烟蚜的捕食能力<sup>[14]</sup>。

本研究的结果,4.5%高效顺反氯氰菊酯乳油(绿福)、0.3%印楝素乳油和 0.6%阿维菌素乳油、2.5%鱼藤酮精在所测试的常用浓度下对蚜茧蜂成虫均有一定毒性,后者与已报道<sup>[15]</sup>的结果一致;但氯氰菊酯乳油、阿维菌素乳油和鱼藤酮精对僵蚜的羽化以及羽化后蚜茧蜂成虫的存活没有显著影响;机油乳剂、印楝素乳油可显著降低僵蚜羽化率,说明氯氰菊酯乳油、阿维菌素和鱼藤酮精对僵蚜的渗透性不强,只对成蜂有触杀毒性,田间应用

时需避开蚜茧蜂成虫形成高峰期;机油乳剂对成蜂的作用较小,但明显影响僵蚜的羽化,可能是封闭了僵蚜外壳的通气孔的结果,适宜于在僵蚜未大量形成的早期使用;印楝素乳油对成蜂和僵蚜羽化均有显著毒性,不宜使用在有蚜茧蜂的田间控制蚜虫。因此,虽然上述化学合成药剂或天然源药剂对农业害虫能起到一定的控制效果(部分已有产生抗性的报道),但如果对天敌的杀伤力较强,仍不能起到持续控制害虫的作用,使用时应根据田间害虫和天敌的发生情况,选择性地使用不同药剂,使药剂使用与天敌保护之间的关系得到协调,害虫得到持续控制。

尽管一些天然源药剂对害虫天敌的某些生活期存在不利影响,然而比较纯化学合成的非天然杀虫剂,由于其降解途径早已形成,因此与环境的相容性好,优势仍然凸显。如果能从中筛选出特异性强,对害虫天敌相对安全的药剂,将更有广阔的应用前景。本研究中的苍耳提取物(0.04gDW/ml)和白蝴蝶的提取物(0.04gDW/ml),对蚜茧蜂成虫无明显毒性、对僵蚜羽化以及成蜂的寄生作用也没有显著的降低作用;同时,处理后蚜茧蜂的寄生量还有所增加,表明此两种植物提取对蚜茧蜂相对安全。当然,两种植物提取物中控制蚜虫的有效活性成分及其对天敌的影响,仍有待进一步的研究。

References:

[1] Pang X F. Plant protectants and plant immune engineering insect pests. *World Science and Technology Research and Development*, 1999, 21(2):24~28.

[2] Zhou Q, Liang G W, Zeng L, et al. The Control Efficiency of Plant Alcohol Extracts on the Laboratory Populations of *Myzus persicae* (Sulzer) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach). *Agricultural Sciences in China*, 2002, 1(1):1199~1203.

[3] Mo M H, Huang Z X. Studies on the effects of rotenone and its admixture against insect pests on vegetables. *Journal of South China Agricultural University*, 1994, 15(4):58~62.

[4] Hou Y M, Pang X F, Liang G W. Effects of azadirachtin against the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Acta Entomologica Sinica*,

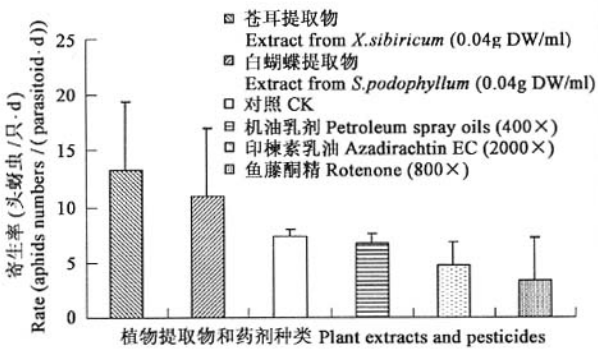


图 2 植物提取物和药剂处理对蚜茧蜂寄生作用的影响  
Fig. 2 Effect of plant extracts and some pesticides on the parasitism of aphid parasitoids

2002, **45**(1):47~52.

[ 5 ] Wan W T, Watts R G, Isman M B,*et al.* Evaluation of the Acute Toxicity to Juvenile Pacific Northwest Salmon of Azadirachtin, Neem Extract, and Neem-Based Products. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*,1996,**56**(3): 0432~0439.

[ 6 ] Punzo F. Effects of Azadirachtin on Mortality, Growth, and Immunological Function in the Wolf Spider, *Schizocosa episinga* (Araneae: Lycosidae). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 1997,**58**(3): 0415~0421.

[ 7 ] Xu X L, Gu Z Y, Han L J. Study on the Toxicity and the Effect of Abamectin against Main vegetable Pests. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 2002,**4**(1):39~44.

[ 8 ] Li X D, Zhao S H, The Toxic effects and Mode of Azadirachtin on insects. *J. South China Agr. Univ.* , 1995,**17**(1):118~122.

[ 9 ] Surinder S B, Darshan S. Toxic, developmental and reproductive effects of AZT-VR-K and some neem products against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach). World Neem Conference, India, 1993. 287~296.

[10] Lowery D T, Isman M B, Brard N L. Laboratory and field evaluation of neem for the control of aphids (Homoptera:Aphididae). *J. Econ. Entomol.* , 1993,**86**(3):864~870.

[11] Powell G, Hardie J and Pickett J A. The effects of antifeedant compounds and mineral oil on stylet penetration and transmission of potato virus Y by *Myzus persicae*(Sulz. )(Hom. , Aphididae). *J. Appl. Ent.* ,1998,**122**:331~333.

[12] Cen Y J, Xu C B, Tian M Y. Advances in the use of Petroleum Spray oils in Control of Pests in Citrus. *Journal of South China Agricultural University*, 1999, **20**(2):118~122.

[13] Zhou Q, Liang G W, Zeng L, *et al.* Effect of plant extracts and some biorational insecticides on egg atch, survival and predation rates of *Menochilus sexmaculata* (Fabricius) and *Coccinella transversalis* Fabricius-the key natural enemies of cruciferous vegetable aphids in south China. *Acta Ecologica Sinica*,2003,**23**(12):2736~2740.

[14] Jiang Y, ZHANG Z L, NIU C Y, *et al.* Effects of avermectin on the suppression of the peach aphid,*Myzus persicae*, by *Orius Similis*. *Acta Entomologica Sinica* , 2003,**45**(2):215~220.

[15] Zhou Q, Liang G W. Effect of plant alcohol extracts on vegetable aphids and their parasitoids.*Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, **14**(2):249~252.

参考文献:

[ 1 ] 庞雄飞. 植物保护剂与植物免害工程. 世界科技研究与发展,1999,**21**(2):24~28.

[ 3 ] 莫美华,黄彰欣. 鱼藤酮及其混剂对蔬菜害虫的毒效研究. 华南农业大学学报, 1994,**15**(4):58~62.

[ 4 ] 侯有明,庞雄飞,梁广文. 印楝素乳油对小菜蛾种群的控制作用. 昆虫学报,2002,**45**(1):47~52.

[ 7 ] 许小龙,顾中言,韩丽娟. 阿维菌素对十字花科蔬菜主要害虫的生物活性及防治小菜蛾、菜青虫的田间应用研究. 农药学学报,2002,**4**(1):39~44.

[ 8 ] 李晓东,赵善欢. 印楝素对昆虫的毒理作用机制. 华南农业大学学报,1995,**17**(1):118~122.

[12] 岑伊静,徐长宝,田明义. 机油乳剂防治柑桔害虫的研究进展. 华南农业大学学报,1999,**20**(2):118~122.

[13] 周琼,梁广文,曾玲,等. 植物提取物和常用药剂对蚜虫重要天敌瓢虫孵化、存活和捕食效能的影响. 生态学报, 2003,**23**(12):2736~2740.

[14] 姜勇,张钟宁,牛长缨,等. 阿维菌素对南方小花蝽抑制烟蚜的影响. 昆虫学报,2002,**45**(2):215~220.

[15] 周琼,梁广文. 植物乙醇提取物对蔬菜蚜虫和蚜茧蜂的影响. 应用生态学报, 2003,**14**(2):249~252.