

# 螺螨酯对山楂叶螨的生物活性和防治效果<sup>\*</sup>

孙瑞红<sup>\*\*</sup> 王贵芳 李爱华 李晓军

(山东省果树研究所 泰安 271000)

**Effects of spiroticlofen on activity and efficacy of *Tetranychus vinnensis*.** SUN Rui-Hong<sup>\*\*</sup>, WANG Gui-Fang, LI Ai-Hua, LI Xiao-Jun (Shandong Institute of Pomology, Taian 271000, China)

**Abstract** Spiroticlofen (SC) is an efficient, low toxicity and broad-spectrum acaricide. In order to study the effectiveness of spiroticlofen in controlling *Tetranychus vinnensis*, eggs, immature and adults of this mite were treated with a range of concentrations of 24% SC. The results show that spiroticlofen was most efficient at killing eggs and nymphs; the  $LC_{50}$  of these life stages was 0.76 mg/L and 19.07 mg/L respectively. The corrected mortality rates of adult mites treated by slide-dipping with 48, 96 and 192 mg/L of spiroticlofen were 2.6%, 19.4% and 19.4% after 48 h exposure. Female fecundity and fertility was significantly reduced when they were sprayed directly with concentrations of 1.5, 3, 6, 12, 24 and 48 mg/L. In a glasshouse trial, mite numbers were reduced by 100% 21 days after treatment with 60 mg/L of spiroticlofen. This was much more effective than the 33.3% reduction observed following treatment with 250 mg/L of clofentezine. In conclusion, spiroticlofen was most toxic to eggs and nymphs of *T. vinnensis*. Although adult females were less susceptible, their fecundity and fertility were significantly reduced. We therefore recommend the application of this pesticide for controlling mites in orchards. It is particularly suitable for spraying during the egg - stage of the first generation.

**Key words** spiroticlofen, *Tetranychus vinnensis*, fecundity, activity, rate of decrease

**摘 要** 螺螨酯是一种高效、低毒、广谱性杀螨剂,为研究螺螨酯对山楂叶螨 *Tetranychus vinnensis* 各螨态的影响,用 24% 的螺螨酯悬浮剂分别处理山楂叶螨卵、若螨和成螨。试验结果表明,螺螨酯对螨卵和若螨活性高,其致死中浓度  $LC_{50}$  分别为 0.76 mg/L 和 19.07 mg/L。采用玻片浸渍法分别用螺螨酯 48、96、192 mg/L 处理成螨,48 h 校正死亡率为 2.6%、19.4%、19.4%。采用喷洒叶片法,分别用螺螨酯 1.5、3、6、12、24 和 48 mg/L 处理成螨,成螨的繁殖力显著下降。在温室盆栽苹果上,药后 21 d 螺螨酯 60 mg/L 处理山楂叶螨的减退率为 100%,显著高于对照药剂四螨嗪 250 mg/L 的减退率 33.3%。总之,螺螨酯对山楂叶螨各阶段都有良好的控制效果,可以作为防治该螨的推荐药剂,施药适宜时期为第 1 代卵期。

**关键词** 螺螨酯,山楂叶螨,繁殖力,生物活性,减退率

螺螨酯(商品名称:螨危)是法国拜耳作物科学公司研发的一种高效、低毒、广谱性杀螨剂,其有效成分为季酮螨酯。它能有效防治柑桔全爪螨、柑桔始叶螨、柑桔锈壁虱、苹果全爪螨、山楂叶螨、朱砂叶螨和二斑叶螨等常见农业害螨<sup>[1]</sup>。黄后琚等<sup>[2]</sup>、李孝斌等<sup>[3]</sup>的研究表明,24% 螺螨酯悬浮剂对柑桔全爪螨具有很高的防效,田间持效期长。李晓军等<sup>[4]</sup>、张怀江等<sup>[5]</sup>的研究表明,螺螨酯对苹果红蜘蛛的防治效果明显高于阿维菌素、哒螨灵。Dejan 研究

发现螺螨酯对二斑叶螨雌成螨的生殖力有明显影响,用 96 mg/L 剂量处理的雌成螨不产卵且几天后全部死亡,48 mg/L 处理的雌成螨仅产极少量的有效卵<sup>[6]</sup>。山楂叶螨 *Tetranychus vinnensis* 是我国北方落叶果树的主要害螨,以

<sup>\*</sup> 资助项目:国家公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-057)、十一五科技支撑计划项目(2006BASD07B00)。

<sup>\*\*</sup>E-mail: ruih@sdip.cn

收稿日期:2009-12-16,修回日期:2010-05-29

各活动态螨群集于叶片背面吸食汁液,受害严重时引起叶片提早脱落,严重削弱树势,影响果树产量和品质<sup>[7]</sup>。目前,有关螺螨酯对山楂叶螨的研究仅限于田间防效,其生物活性和对成螨繁殖的影响尚未见报道。为此,本研究测定了螺螨酯对山楂叶螨各螨态的影响,旨在为生产应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试害螨

供试害螨为山楂叶螨,采自山东省果树研究所院内苹果树上,未曾接触过螺螨酯。然后在室内樱桃叶片上连续饲养,温度 25~30℃,光照 16 h。

### 1.2 供试药剂

24% 螺螨酯悬浮剂,法国拜耳作物科学公司。50% 四螨嗪悬浮剂,陕西现代化工研究所生产。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 螨卵的毒力测定** 参照 FAO 推荐的叶片残毒法。从未喷洒过药剂的大樱桃树上采集叶片,叶面朝下放在海绵水隔离台上,叶片边缘围上滤纸条,每个隔离台放一张叶片。每片叶上挑放雌成螨 15 头,24 h 后移除成螨,检查记录卵数。配置 6 个系列浓度的药液,药剂浓度分别为 0.375、0.75、1.5、3、6 和 12 mg/L,用药液浸渍处理带卵叶片 5 s,取出后放置在吸水纸上,晾干后再放回水隔离台上。以清水处理作对照,每浓度处理重复 4 次。放置在温度(26±1)℃、光照 16 h 的养虫室内。待对照卵孵化并发育至若螨时,在显微镜下检查死亡数量。

**1.3.2 若螨的毒力测定** 按照 1.3.1 方法获取山楂叶螨同一天产下的卵,待卵孵化发育至 2 日龄若螨时进行药剂处理,药剂浓度分别为 12、24、48、96、192 和 384 mg/L,以清水处理作对照,每浓度处理重复 4 次,处理方法同 1.3.1。分别于 24 h、48 h 检查若螨死亡情况。

**1.3.3 雌成螨的毒力测定(玻片浸渍法)** 参照 FAO 推荐的玻片浸渍法和李瑞娟等的测定方法<sup>[8]</sup>。将透明胶带(宽 1 cm)固定在载玻片一端,

胶面朝上。用零号毛笔轻轻挑起健壮雌成螨,使其背面粘在胶带上,每片粘 20 多头,于室温下放置 2 h 后,剔除死亡和不活泼的螨,使其数量保持每片 20 头。配置 3 个系列浓度的药液,分别为 48、96 和 192 mg/L,以清水处理作对照,每浓度处理重复 4 次,处理方法同 1.3.1。把处理后玻片摆放在大培养皿中,放置在上述养虫室内。分别于 24 h、48 h 检查成螨死亡数量。

**1.3.4 雌成螨的生殖力测定** 参照 Dejan 方法<sup>[6]</sup>。从未喷洒过药剂的大樱桃树上采集叶片,叶面朝下放在培养皿内的海绵水隔离台上,接上山楂叶螨雌成螨 15 头使其产卵,24 h 去除成螨,放于上述养虫室内,每天培养皿加适量的水以保持叶片新鲜。待卵孵化后发育至 0.5 日龄成螨时,把成螨转移到新的樱桃叶片上,每片叶接 7 头雌成螨和 3 头雄成螨。用蒸馏水把 24% 螺螨酯悬浮剂稀释成 1.5、3、6、12、24 mg/L 5 个浓度药液,用手持小型喷雾器分别将各浓度药液均匀喷洒于叶片上。以蒸馏水做对照,每浓度重复 5 次。24 h 检查死亡率。从存活螨中挑取 25 头雌成螨分别转移到新的樱桃叶片上(此时雌成螨存活率以  $P_{FS}$  表示),继续放置在养虫室内,每天检查螨的存活数( $F_s$ )及产卵数量,每天的雌成螨存活率为  $(F_s/25) \times P_{FS}$ 。并将存活的雌成螨再转移到新的叶片上,将带卵的叶片留在原隔离台上观察卵孵化情况。

**1.3.5 温室防治试验** 试验于山东省果树研究所温室内进行。在温室内 2 年生盆栽苹果树上接山楂叶螨实验室种群,待繁殖 1 代后进行试验。每处理 5 盆,药前调查每株树上的所有成螨数。2009 年 4 月 6 日,用手持小喷雾器均匀喷洒药液。药后 2、5、7、14、21 d 各调查一次存活成螨数量,按照下面公式计算减退率和防治效果。

$$\text{减退率}(\%) = \frac{\text{药前螨数} - \text{药后螨数}}{\text{药前螨数}} \times 100,$$

$$\text{防治效果}(\%) =$$

$$\left( 1 - \frac{\text{对照处理药前螨数} \times \text{药剂处理药后螨数}}{\text{对照处理药后螨数} \times \text{药剂处理药前螨数}} \right) \times 100。$$

2 结果与分析

2.1 螺螨酯对卵和若螨的活性

用浸渍叶片法处理山楂叶螨卵。试验结果(表1)表明,螺螨酯具有直接杀卵作用,并随药剂浓度增加,杀卵效果逐步提高。经回归分析,螺螨酯对卵的致死中浓度为0.76 mg/L,表现较高的杀卵活性。

表1 螺螨酯对山楂叶螨卵的作用效果

| 药剂浓度<br>(mg/L) | 试卵数<br>(粒) | 死卵率<br>(%) | 校正死卵率<br>(%) |
|----------------|------------|------------|--------------|
| 0.375          | 156        | 47.4       | 41.7         |
| 0.75           | 214        | 50.0       | 44.5         |
| 1.50           | 160        | 74.4       | 71.6         |
| 3.00           | 190        | 78.4       | 76.1         |
| 6.00           | 174        | 79.9       | 77.7         |
| 12.00          | 244        | 99.6       | 99.5         |
| CK             | 152        | 9.8        | —            |

注:死卵率是指卵的未孵化率。

分别用螺螨酯12、24、48、96、192和384 mg/L药液处理若螨。药后24 h若螨出现死亡,校正死亡率分别为33.5%、64.7%、67.1%、84.0%、91.9%和95.8%,并随试验浓度增加死亡率提高(表2)。至48 h,各浓度处理的若螨死亡数量进一步增加,校正死亡率分别提高至64.9%、89.8%、93.8%、94.2%、95.9%和100%。经回归分析,24 h螺螨酯对若螨的致死中浓度为19.07 mg/L(表3)。说明螺螨酯杀若螨活性低于杀卵活性。

表2 螺螨酯对山楂叶螨若螨的作用效果

| 药剂浓度<br>(mg/L) | 试螨数<br>(头) | 24 h       |              | 48 h       |              |
|----------------|------------|------------|--------------|------------|--------------|
|                |            | 死亡率<br>(%) | 校正死亡<br>率(%) | 死亡率<br>(%) | 校正死亡<br>率(%) |
| 12             | 148        | 35.8       | 33.5         | 66.2       | 64.9         |
| 24             | 164        | 65.9       | 64.7         | 90.2       | 89.8         |
| 48             | 217        | 68.2       | 67.1         | 94.0       | 93.8         |
| 96             | 142        | 84.5       | 84.0         | 94.4       | 94.2         |
| 192            | 129        | 92.2       | 91.9         | 96.1       | 95.9         |
| 384            | 194        | 95.9       | 95.8         | 100.0      | 100.0        |
| CK             | 234        | 3.4        | —            | 3.8        | —            |

2.2 螺螨酯对山楂叶螨雌成螨的作用效果

2.2.1 对雌成螨存活率的影响 表4结果表

明,用玻片浸渍法处理山楂叶螨雌成螨,螺螨酯对成螨直接杀伤效果很低,192 mg/L处理24 h和48 h的校正死亡率分别为10.3%和22.5%。

表3 螺螨酯对山楂叶螨卵和若螨的毒力

| 虫态 | 回归方程<br>$Y = a + bx$   | LC <sub>50</sub><br>(mg/L) | 相对毒力<br>(RT) |
|----|------------------------|----------------------------|--------------|
| 卵  | $Y = 5.1920 + 1.6067x$ | 0.76                       | 1            |
| 若螨 | $Y = 3.2549 + 1.3629x$ | 19.07                      | 25           |

表4 螺螨酯对山楂叶螨雌成螨的作用效果(玻片法)

| 药剂浓度<br>(mg/L) | 24 h       |              | 48 h       |              |
|----------------|------------|--------------|------------|--------------|
|                | 死亡率<br>(%) | 校正死亡率<br>(%) | 死亡率<br>(%) | 校正死亡率<br>(%) |
| 48             | 2.5 b      | 0.0          | 6.3 b      | 2.6          |
| 96             | 12.5 a     | 10.3         | 22.5 a     | 19.4         |
| 192            | 12.5 a     | 10.3         | 22.5 a     | 19.4         |
| CK             | 2.5 b      | —            | 3.8 b      | —            |

注:采用单因素方差分析和Duncan新复极差测验比较差异显著性,表中同列标不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。(下表同)

2.2.2 螺螨酯对成螨繁殖力的影响 在山楂叶螨成螨产卵前期,分别用不同浓度的螺螨酯处理成螨,结果见图1。从图1可以看出,24 h后(1.5 d)雌成螨的存活率分别为94%(1.5 mg/L)、92%(3 mg/L)、85%(6 mg/L)、78%(12 mg/L)、70%(24 mg/L)和67.0%(48 mg/L),清水对照的存活率为100%。随着调查时间延长,所有处理的雌成螨存活率下降,但经螺螨酯处理过的存活率明显低于清水对照,并且存活率与浓度成反比。其中螺螨酯24 mg/L处理残存螨数在之后的4 d急剧下降,4.5 d的存活率已低至5%。

用螺螨酯处理后的第1天,各处理成螨都能产卵,但产卵数量显著低于清水对照处理(图2),并且只有1.5 mg/L和3 mg/L处理成螨产下的卵孵化,6 mg/L、12 mg/L和24 mg/L处理成螨所产卵均为无效卵(图3)。此后,24 mg/L处理的雌成螨停止产卵。随着叶螨不断被转移到新鲜无药叶片上取食,经螺螨酯1.5~12 mg/L处理成螨单雌日产卵数量从第3

天开始提高,其中 1.5 mg/L 和 3 mg/L 处理的增加幅度显著高于 12 mg/L 处理,并且两个低浓度的产卵量一直持续增加,第 6 天的产卵量已经明显超过对照,说明此时螺螨酯对成螨产卵已失去控制。在调查的 8 d 内,螺螨酯

6 mg/L、12 mg/L 处理的平均产卵数量一直低于对照,说明螺螨酯一定浓度下可持续抑制山楂叶螨成螨产卵,从而减少其后代数。综合螺螨酯对成螨存活率和产卵量的影响,试验的所有螺螨酯处理,累计产卵总数均显著低于清

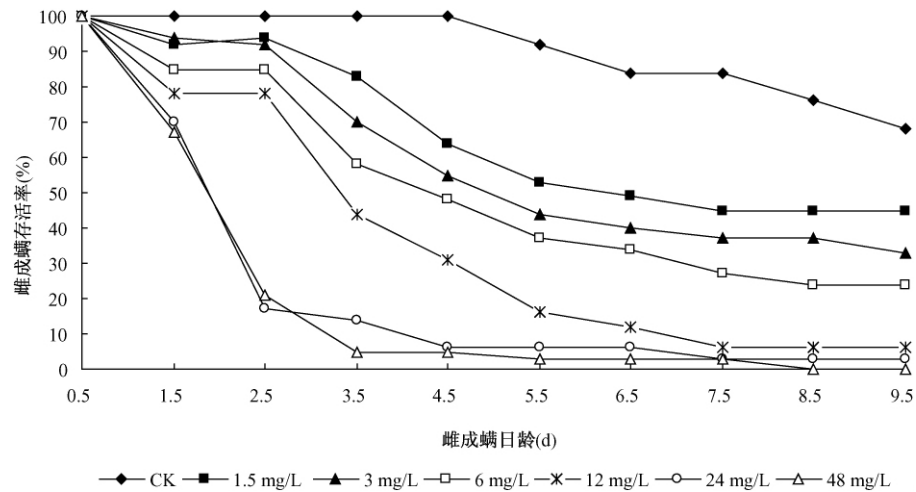


图 1 螺螨酯不同浓度处理后雌成螨的存活率

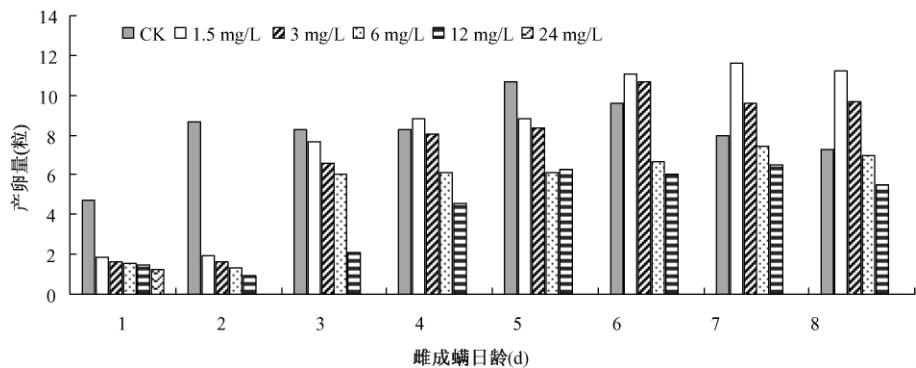


图 2 螺螨酯处理后雌成螨产卵量

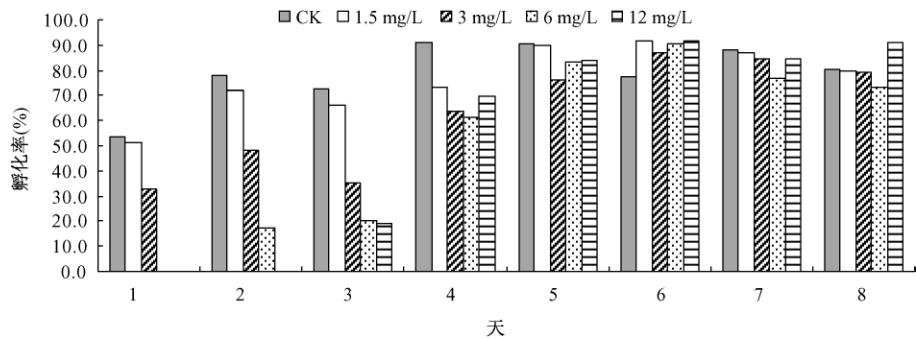


图 3 螺螨酯处理成螨后所产卵孵化率

水对照处理(表5),并随浓度提高而降低,分别减少40.2%~99.2%。

从图3可看出,螺螨酯处理后1~5 d对照处理后代卵的孵化率高于螺螨酯各处理,第6天螺螨酯处理的卵孵化率高于对照,说明通过母体传递的药剂活性随时间递减。但总体计算,所有经螺螨酯处理的总卵孵化率低于对照(表5),并且随螺螨酯浓度提高孵化率而降低,其中6 mg/L和12 mg/L的孵化率分别为

表5 螺螨酯处理雌成螨累计产卵及卵孵化率

| 浓度<br>(mg/L) | 累计产卵<br>(粒) | 产卵减少<br>(%) | 卵孵化率<br>(%) |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 1.5          | 34.32       | 40.2        | 77.7ab      |
| 3.0          | 26.00       | 54.7        | 69.4b       |
| 6.0          | 17.16       | 70.1        | 55.2c       |
| 12.0         | 6.16        | 89.3        | 47.4c       |
| 24.0         | 0.44        | 99.2        | 0.0d        |
| CK           | 57.40       | —           | 80.1a       |

表6 螺螨酯对温室内山楂叶螨的防治效果

| 处理           | 药前螨数<br>(头) | 螨口减退率(%) |        |        |         | 防治效果(%) |        |        |        |
|--------------|-------------|----------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
|              |             | 2 d      | 7 d    | 14 d   | 21 d    | 2 d     | 7 d    | 14 d   | 21 d   |
| 螺螨酯 60 mg/L  | 46.4        | 85.8     | 100.0  | 100.0  | 100.0   | 90.0a   | 100.0a | 100.0a | 100.0a |
| 四螨嗪 250 mg/L | 36.8        | 56.5     | 85.9   | 62.5   | 33.7    | 69.3b   | 93.5a  | 62.5b  | 33.7b  |
| CK           | 35.6        | -41.6    | -116.3 | -105.1 | -3633.1 | —       | —      | —      | —      |

3 结论与讨论

一些研究结果表明,螺螨酯对二斑叶螨卵和若螨有直接杀伤致死作用,对成螨直接杀死效果差,但受药雌成螨生存率、产卵数量和后代卵孵化率降低<sup>[6,9]</sup>。本试验以山楂叶螨为试验对象,用不同浓度的螺螨酯处理也获得了同样的作用效果,但不同的是山楂叶螨对螺螨酯的敏感性高于二斑叶螨。如同样用螺螨酯12 mg/L处理成螨,药后8.5 d的山楂叶螨存活率小于5%、平均产卵量6.16粒;而二斑叶螨的同期存活率大于20%、平均产卵9.40粒<sup>[6]</sup>。本研究还发现,螺螨酯低浓度(1.5 mg/L和3 mg/L)处理山楂叶螨成螨24 h,在处理后的前5天雌成螨繁殖力能够被抑制,但此后的日产卵量和卵孵化率接近或超过对照处理螨,显示药剂不能持续发挥抑制作用,估计少量药剂

47.4%和0,而对照的孵化率为80.1%,差异极显著。

2.3 螺螨酯对温室内山楂叶螨的防治效果

在温室内,分别喷洒螺螨酯60 mg/L和四螨嗪250 mg/L药液防治山楂叶螨,试验结果见表6。药后2 d,螺螨酯处理的螨口数量明显减少,减退率为85.8%,7 d的减退率上升为100%,防治效果为100%,此后处理树上一直没有活动螨,至21 d的防治效果仍为100%。药后同期调查,四螨嗪处理的螨口数量在药后2 d、7 d也出现减少,但减退率明显低于螺螨酯处理,并从第14 d螨口数量开始回升,防治效果下降。除药后7 d,其他3次调查的防治效果四螨嗪处理均显著低于螺螨酯处理。由此说明,螺螨酯对山楂叶螨防治效果好,持效期长。但其速效性差,与该螨剂不直接杀成螨有关。

进入螨体后容易被代谢而失效。当螺螨酯用量为6 mg/L和12 mg/L时,处理后的成螨产卵数量和卵孵化率在试验期间一直低于对照处理,繁殖力处于持续抑制状态。当螺螨酯用量提高到24 mg/L时,成螨的净繁殖力全部被抑制。据此推测,在生产上螺螨酯使用浓度应高于24 mg/L。经张怀江等<sup>[5]</sup>、李晓军等<sup>[4]</sup>的田间试验证明,使用螺螨酯40~60 mg/L方可有效控制苹果全爪螨。本研究温室防治试验结果表明,螺螨酯60 mg/L在药后21 d对山楂叶螨防治效果达100%。鉴于螺螨酯对螨卵的高毒力(0.76 mg/L),认为在卵期施药防治效果会更好,同时可以适当降低用药浓度。

生产上,化学农药防治害虫、害螨往往会杀死大量自然天敌,与生物防治发生矛盾。涂洪涛等<sup>[10]</sup>研究发现,用240 g/L螺螨酯悬浮剂0.2 ml/L(48 mg/L)液喷洒苹果树防治山楂叶

螨,虽然对该螨防治效果一般(66.6%),但由于螺螨酯对捕食害螨的天敌塔六点蓟马比较安全,致使该药剂与塔六点蓟马联合控制害螨,最终达到很高的防治效果。国外研究者发现螺螨酯 48~96 mg/L 可显著影响多种捕食螨的存活和繁殖<sup>[9,11~13]</sup>。如果在考虑保护和利用天敌的前提下选用螺螨酯防治害螨,田间使用剂量应当适当降低,更应该在卵期施药。一般苹果害螨(包括山楂叶螨、二斑叶螨和苹果全爪螨)第一代发生和产卵比较整齐<sup>[14,15]</sup>,此时是施用螺螨酯防治害螨的适宜时期。

### 参 考 文 献

- 1 郑祖强.拜耳最新杀螨剂—螨危 24% 悬浮剂. 农药市场信息, 2004, (23): 30.
- 2 黄后璐,韦春洪,廖宪成. 24% 螨危悬浮剂防治柑桔全爪螨的田间药效试验. 广西农学报, 2007, 22(增刊 I): 44~45.
- 3 李孝斌,陈金瑛,梅文兰. 螨危悬浮剂防治脐橙红蜘蛛的药效研究与应用. 安徽农学通报, 2009, 15(5): 176~177, 187.
- 4 李晓军,张勇,亓彬. 240 克/升螺螨酯悬浮剂防治苹果红蜘蛛田间药效试验. 落叶果树, 2009, (2): 36~38.
- 5 张怀江,仇贵生,闫文涛. 新型杀螨剂螺螨酯防治苹果全爪螨药效试验. 中国果树, 2008, (3): 40~41.
- 6 Dejan M. Sublethal effects of spiroticlofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). J. Exp. Appl. Acarol., 2007, 42: 121~129.
- 7 李定旭. 山楂叶螨在苹果不同品种上的生长发育及繁殖. 昆虫知识, 2002, 39(5): 350~352.
- 8 李瑞娟,王开运,姜兴印. 抗梅岭霉素和阿维菌素二斑叶螨种群生命力和繁殖力的研究. 农药学报, 2004, 6(1): 81~84.
- 9 Cheon G. S., Paik C. H., Lee G. H., et al. Toxicity of spiroticlofen to the predatory mite, *Amblyseius wo-mersleyi* (Acari: Phytoseiidae), and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). J. Entomol. Sci., 2007, 42: 44~51.
- 10 徐洪涛,张金勇,陈汉杰. 12 种杀螨剂对山楂叶螨防效评价及对天敌塔六点蓟马的影响. 环境昆虫学报, 2009, 31(3): 213~218.
- 11 Hardman J. M., Franklin J. L., Moreau D. L., et al. An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trials. Pest Manag. Sci., 2003, 59: 1321~1332.
- 12 Reis P. R., Franco R. A., Neto M. P., et al. Selectivity of agrochemicals on predatory mites (Phyto-seiidae) found on covee plants. Covee Sci., 2006, 1: 64~70.
- 13 Cheon G. S., Paik C. H., Lee G. H., et al. Toxicity of spiroticlofen to the predatory mite, *Amblyseius wo-mersleyi* (Acari: Phytoseiidae), and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). J. Entomol. Sci., 2007, 42: 44~51.
- 14 王源岷,刘奇志,赵魁杰. 中国落叶果树害虫. 知识出版社, 1999. 61~71.
- 15 张勇,李晓军,曲建禄. 二斑叶螨在苹果上的发生与防治. 落叶果树, 2003, (3): 53~54.