

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2017.11.002

# 姜黄素和东莨菪内酯对朱砂叶螨 形态变化和水分损失的影响<sup>①</sup>

李彩新, 张永强, 王丹, 章冰川, 罗金香, 丁伟

西南大学 植物保护学院, 重庆 400715

**摘要:** 为明确植物源杀螨活性物质姜黄素和东莨菪内酯对朱砂叶螨的作用方式, 测定了阿维菌素、哒螨灵、螺螨酯、姜黄素、东莨菪内酯对朱砂叶螨的毒力, 并研究了药剂处理后朱砂叶螨的形态变化和水分损失. 结果表明: 阿维菌素、哒螨灵、螺螨酯、姜黄素和东莨菪内酯对朱砂叶螨的 48 h LC<sub>50</sub> 分别为 0.009 5, 0.955, 661.20, 3 055.85 和 1 886.40 mg/L; 用各药剂的 48 h LC<sub>50</sub> 质量浓度处理朱砂叶螨后发现, 在形态上, 经姜黄素和东莨菪内酯处理后其体长皱缩率在 72 h 分别达到 23.17%, 19.46%, 在 168 h 分别达到 35.94%, 35.79%, 与其他药剂和对照的差异具有统计学意义; 在水分损失上, 螺螨酯、姜黄素和东莨菪内酯处理后朱砂叶螨的水分损失率在 96 h 内与其他药剂和对照相比差异具有统计学意义. 该研究证实姜黄素、东莨菪内酯能够明显地影响朱砂叶螨的形态与体内水分含量, 且两种药剂对朱砂叶螨的某些症状与神经毒剂和生长调节剂相似, 其作用机理有待于下一步研究证实.

**关键词:** 药剂; 毒力; 形态变化; 水分损失

**中图分类号:** S187

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2017)11-0010-06

朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval 属于叶螨科 Tetranychidae 叶螨属, 又名红蜘蛛, 是广泛分布于世界温带地区及温室的重要多食性害螨之一, 是世界性经济害螨, 严重危害 100 余种作物, 尤其对棉花、多种蔬菜及花卉造成严重危害, 使其产量和品质大幅下降<sup>[1-2]</sup>. 阿维菌素是一种农用抗生素, 属于昆虫神经毒剂, 其作用机理是干扰神经生理活动, 刺激释放  $\gamma$ -氨基丁酸, 而氨基丁酸对节肢动物的神经传导有抑制作用. 哒螨灵又称哒螨酮, 是具有呼吸抑制作用的杀螨剂. 螺螨酯是具有生长调节活性的杂环类杀螨剂, 可以抑制螨类体内的脂肪体合成, 破坏螨类的能量代谢活动, 最终杀死害螨<sup>[3]</sup>. 姜黄素是从姜科姜黄属 *Curcuma longa* L. 植物姜黄、莪术、郁金等的根茎中提取的一种天然有效成分<sup>[4]</sup>. 张永强等<sup>[5]</sup>及罗金香<sup>[6]</sup>发现姜黄素及其衍生物对朱砂叶螨具有很好的生物活性. 东莨菪内酯是从黄花蒿中提取出来的化合物<sup>[7]</sup>, 梁为等<sup>[8]</sup>报道东莨菪素处理朱砂叶螨后, 致毒症状表现为神经毒剂的症状, 如兴奋、痉挛等. 马志卿<sup>[9]</sup>对比了 DDT 等 13 类杀虫药剂和松油烯-4-醇对粘虫 *Mythimna separata*、棉蚜 *Aphis gossypii* 和家蝇 *Musca domestica* 等的致毒症状, 通过观察推测出松油烯-4-醇有可能和菊酯类药剂

① 收稿日期: 2016-05-05

基金项目: 国家自然科学基金(31272058, 31572041).

作者简介: 李彩新(1987-), 男, 河南周口人, 硕士研究生, 主要从事天然产物农药毒理学研究.

通信作者: 丁伟, 教授, 博士研究生导师.

的作用机理相似或一致. 在朱砂叶螨形态学方面, 洪晓月等<sup>[10]</sup>对朱砂叶螨体表结构进行扫描电镜观察, 测得了雌成螨体长、体宽. 在水分损失方面, 荒漠昆虫天花吉丁虫不同温度下的水分损失率, 棉铃虫蛹期在极端湿度下的失水动态, 美凤蝶非滞育蛹、滞育蛹和滞育蛹羽化成虫不同发育阶段水分含量都曾报道过<sup>[11-13]</sup>. 姜黄素和东莨菪内酯都是植物源活性化合物, 其对朱砂叶螨的作用机制至今尚不清楚, 而各种药剂对朱砂叶螨的形态变化和水分损失尚未进行过专门研究. 本试验从药剂处理对朱砂叶螨形态变化和水分损失来研究, 为揭示其作用机理提供一定的参考.

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

供试朱砂叶螨最初采自重庆市北碚区田间的豇豆苗, 并在室内不接触任何药剂的情况下以盆栽新鲜豇豆苗饲养多年. 室内饲养条件为(26±1)℃, 相对湿度 55%~70%, 光照周期 14 h: 10 h(L:D). 试验中选择个体大小一致、体色鲜红刚进入成螨期的个体进行室内毒力测定.

### 1.2 供试药剂

用于室内毒力测定的药剂均为原药, 分别为 95%阿维菌素(武汉宏信康精细化工有限公司), 95%螺螨酯原药(山东康乔化学有限公司), 95.5%哒螨灵(山东青岛瀚生有限公司), 95%姜黄素(河南中大生物工程有限公司), 80%东莨菪内酯(西南大学天然产物农药研究室).

### 1.3 试验仪器

Motic 双目摄像显微镜(麦克奥迪实业集团有限公司型号 SMZ168-BL(60)), DHP-500 型电热恒温培养箱(北京市永光明医疗仪器厂), RXZ-260A 人工气候箱(宁波东南仪器有限公司).

### 1.4 毒力测定

参照 FAO(联合国粮农组织)推荐的测定害螨的标准方法——玻片浸渍法并加以改进. 方法是将双面胶带贴在载玻片的一端, 用镊子揭去胶带上的纸片, 用零号毛笔轻轻粘取豇豆叶背上的叶螨, 使叶螨背部粘在双面胶带上, 使各螯肢和足可以自由活动, 每片胶带粘 2 行, 每行粘 15~20 头螨, 将粘有叶螨的玻片放入清洁无毒的瓷盘内, 瓷盘置于室温下放置 4 h, 用双目解剖镜观察, 严格剔除死亡、不活泼及体位不合适的叶螨个体, 保留个体较大、活跃的雌成螨为供试螨. 称取一定量供试药剂, 加入吐温-80 作为乳化剂, 搅匀, 用少量丙酮使其完全溶解, 各药剂在预试验的基础上用 RO 水将药剂稀释 5~7 个质量浓度, 溶液中用含同等体积的吐温-80 清水为对照. 每一质量浓度处理 3 次, 试验重复 4 次. 将载螨玻片的一端浸入药液, 轻摇 5 s 后取出, 迅速用吸水纸吸干周边多余药液, 在瓷盘内铺 1 层蓝色绒布, 下边放一层海绵, 将玻片放在蓝色绒布上, 在瓷盘里加水以达到保湿的效果, 浸过药液的玻片放置于大瓷盘内. 置于温度为 25℃、相对湿度 75%、光照 L:D 为 14:10 的恒温培养箱中, 分别于 24 h, 48 h 和 72 h 时用双目解剖镜下检查死亡情况, 分别记录存活和死亡的叶螨数量. 以毛笔轻触螨体, 螯肢不动者视为死亡.

### 1.5 体壁皱缩率测定方法

用各种药剂 48 h 的 LC<sub>50</sub> 浓度浸渍玻片上的朱砂叶螨, 然后放置于人工气候箱中. 使用 Motic 摄像显微镜自带软件测量工具, 并用校准工具校准. 在显微镜下对螨体进行拍照, 每天 3 次, 分别测出浸药后各时间段螨的体长和体宽, 选出 0 h, 72 h 和 168 h 时间段, 求出皱缩率.

$$SR(\%) = \frac{L_0 - L_N}{L_0} \times 100$$

其中: SR 为体长(宽)皱缩率;  $L_0$  为 0 h 体长(宽);  $L_N$  为 N h 体长(宽).

### 1.6 朱砂叶螨水分损失率测定

采用 DHP-500 型电热恒温培养箱控制恒温环境, 试验温度为 25℃, 在培养箱内放入干燥剂 CaCl<sub>2</sub>

250 g, 吸收蒸发的水分, 培养箱内湿度为 75%。试验前禁食 4 h 后, 用电子天平称质量后将玻片放入培养箱中, 用各种药剂的 48 h LC<sub>50</sub> 质量浓度浸渍玻片上的朱砂叶螨, 数量为 100 头, 3 次重复。每 8 h 称质量一次, 监测水分在不同药剂处理不同时间后的水分变化。每次测量结束后继续放入培养箱内至 120 h, 试验结束再称质量。

$$WR(\%) = \frac{W_0 - W_N}{W_0} \times 100$$

其中: WR 为水分损失率; W<sub>0</sub> 为 0 h 体质量; W<sub>N</sub> 为 N h 体质量。

## 2 结果和分析

### 2.1 5 种药剂的毒力测定结果

试验测得 5 种药剂对朱砂叶螨的毒力表 1。从表 1 可知, 48 h 内各种药剂对朱砂叶螨都有一定的触杀活性, 毒力相差很大。

表 1 5 种药剂对朱砂叶螨的触杀毒力(48 h)

药剂	供试螨数	回归方程	致死中质量浓度及 95% 置信限/(mg · L <sup>-1</sup> )	χ <sup>2</sup>
阿维菌素	430	y = 2.412x + 4.693	0.009 5(0.006 4~0.014 2)	11.706
哒螨灵	420	y = 0.911x + 2.632	0.955 0(0.752 4~1.203 5)	0.815
螺螨酯	425	y = 1.881x + 0.296	661.20(576.32~745.63)	16.426
姜黄素	426	y = 1.715x - 0.283	3 055.85(2 895.22~330 1.26)	11.226
东莨菪内酯	432	y = 1.908x - 0.711	1 886.40(1 636.25~2 136.59)	16.198

### 2.2 5 种药剂处理后对朱砂叶螨的影响

#### 2.2.1 5 种药剂处理对朱砂叶螨形态的影响

由表 2 可知, 朱砂叶螨雌成螨的体长在 450~510 μm 之间, 体宽在 260~290 μm 之间, 经过不同药剂处理 72 h 和 168 h 后朱砂叶螨体长、体宽都出现减小的情况, 但是各药剂之间朱砂叶螨体长、体宽减小的程度不同。其中姜黄素、东莨菪内酯处理朱砂叶螨后 72 h 和 168 h 内体长、体宽减少较大, 72 h 内体长分别减少 96.90, 116.94 μm, 168 h 内分别减少 181.2, 177.53 μm; 72 h 内体宽分别减少 45.97 和 32.53 μm, 168 h 内减少 77.33 和 52.97 μm。

表 2 5 种药剂处理不同时间后对朱砂叶螨体长体宽长度

药剂	体 长/μm			体 宽/μm		
	0 h	72 h	168 h	0 h	72 h	168 h
对照	468.43±1.94ab	460.33±3.85ab	434.10±0.70a	270.07±3.96a	250.97±6.81ab	233.90±5.13a
阿维菌素	487.73±3.27ab	478.67±4.01a	434.30±8.91a	285.03±8.03a	257.07±3.02a	235.27±0.97a
哒螨灵	479.80±11.75ab	454.97±14.56abc	409.23±10.27a	270.1±1.27a	254.33±10.54ab	234.93±2.30a
螺螨酯	458.30±18.95b	404.27±29.09bc	343.97±11.89b	271.8±13.98a	245.37±8.81ab	228.37±7.39ab
姜黄素	504.07±8.23a	387.13±26.93c	322.87±7.75b	285.7±9.11a	239.73±3.65ab	208.37±10.13c
东莨菪内酯	494.90±9.58a	398.00±28.36bc	317.37±6.97b	266.2±4.10a	233.67±2.47b	213.23±4.60bc

注: 表 2 中数字为 3 次重复的平均值±标准误, 同一列数据后面的小写字母代表纵向比较在 p=0.05 水平差异具有统计学意义, 下同。

从图 1 结果可知, 5 种药剂处理对朱砂叶螨形态变化的影响各不相同。72 h, 168 h 内体长皱缩率在 1.73%~35.94% 之间, 体宽皱缩率在 3.64%~27.15% 之间。其中姜黄素和东莨菪内酯处理对朱砂叶螨的体长皱缩率影响较大, 72 h 皱缩率分别为 23.17%, 19.46%; 168 h 皱缩率达到 30% 以上, 分别为 35.94%, 35.79%, 相对于空白对照、阿维菌素和哒螨灵来说差异具有统计学意义。72 h, 168 h 内各种药剂

对朱砂叶螨体宽皱缩率的影响差异不具有统计学意义。

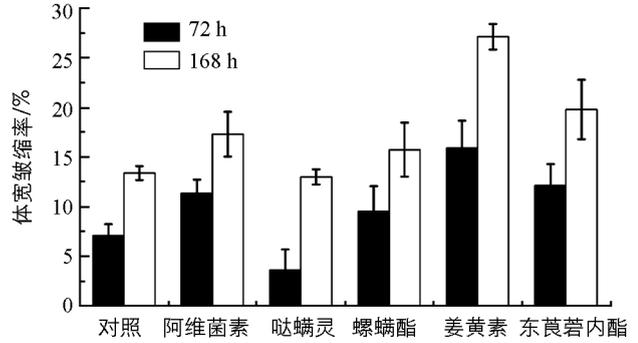
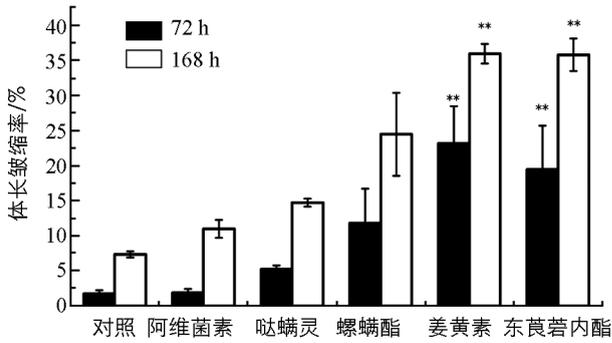


图 1 5 种药剂处理不同时间后对朱砂叶螨体长、体宽皱缩率 (%)

### 2.2.2 5 种药剂处理对朱砂叶螨水分损失的影响

由表 3 可知, 0 h 朱砂叶螨单头质量在 16.33~20.05  $\mu\text{g}$  之间, 随着时间的变化, 各药剂处理后朱砂叶螨的质量都有减少, 不同药剂处理不同时间后朱砂叶螨的水分损失量不同. 48 h 以前螺螨酯、姜黄素、东莨菪内酯处理后朱砂叶螨水分损失较快, 72 h 以后哒螨灵、螺螨酯、姜黄素和东莨菪内酯水分损失较快, 到 96 h 经哒螨灵处理后朱砂叶螨体质量减少到 5.20  $\mu\text{g}$ .

从图 2 的结果可知, 5 种药剂处理后螨体水分损失率随着时间的延长逐渐增大, 螨体水分最大损失率为经姜黄素处理 96 h 后的 72.59%. 24 h, 48 h 经东莨菪内酯处理后螨水分损失达到最大为 41.55%, 58.98%; 72 h 经螺螨酯处理的螨体水分损失率达到最大为 66.67%, 96 h 经姜黄素处理的螨体水分损失率达到最大为 72.59%. 从时间效应上看, 螺螨酯、姜黄素、东莨菪内酯在 96 h 内的水分损失率与对照相比差异具有统计学意义.

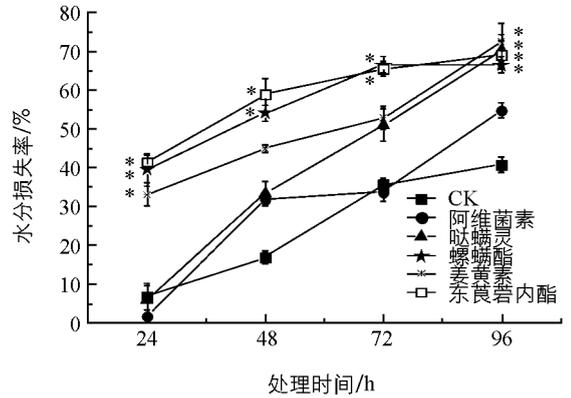


图 2 5 种药剂处理不同时间对朱砂叶螨体水分损失率的影响

表 3 5 种药剂处理不同时间段后朱砂叶螨的质量

$/\mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$

药剂	0 h	24 h	48 h	72 h	96 h
对照	20.05 $\pm$ 0.48a	18.68 $\pm$ 0.92a	16.65 $\pm$ 0.59a	12.9 $\pm$ 0.63a	11.88 $\pm$ 0.66a
阿维菌素	17.68 $\pm$ 0.79bc	17.34 $\pm$ 0.48a	12.00 $\pm$ 0.58b	11.67 $\pm$ 0.26a	8.00 $\pm$ 0.57b
哒螨灵	17.59 $\pm$ 0.49bc	16.53 $\pm$ 0.75a	11.72 $\pm$ 0.84b	8.64 $\pm$ 0.96b	5.20 $\pm$ 0.71c
螺螨酯	16.33 $\pm$ 0.25c	9.85 $\pm$ 0.52b	7.48 $\pm$ 0.22c	5.43 $\pm$ 0.25d	5.43 $\pm$ 0.25c
姜黄素	16.66 $\pm$ 0.33c	11.13 $\pm$ 0.47b	9.14 $\pm$ 0.14c	7.83 $\pm$ 0.44bc	4.55 $\pm$ 0.80c
东莨菪内酯	19.25 $\pm$ 0.64ab	11.28 $\pm$ 0.73b	7.95 $\pm$ 1.06c	6.63 $\pm$ 0.57cd	5.96 $\pm$ 0.91bc

## 3 讨论

试验选取的 5 种药剂对朱砂叶螨都有一定的触杀活性, 其中化学药剂阿维菌素属于神经生理性抑制剂, 可刺激释放  $\gamma$ -氨基丁酸, 从而抑制螨体正常的神经传导; 哒螨灵属于线粒体电子传递链抑制剂; 螺螨酯属于生理代谢类抑制剂, 可抑制螨体脂肪的合成<sup>[3]</sup>. 植物源杀螨活性化合物姜黄素和东莨菪内酯处理朱砂叶螨后, 在形态变化和水分损失方面, 与阿维菌素和哒螨灵差异较大, 与螺螨酯具有一定的相似性, 但

也有不同. 5 种药剂处理朱砂叶螨后, 在形态变化方面螨体都会出现皱缩, 尤其姜黄素和东莨菪内酯对朱砂叶螨的体长皱缩率影响较大, 姜黄素和东莨菪内酯处理后其体长皱缩率在 72 h, 168 h 分别达到 23.17%, 35.94% 和 19.46%, 35.79%, 与其他药剂和对照的差异具有统计学意义; 药剂处理后, 朱砂叶螨体内的水分都会出现一定程度的损失, 但各药剂之间水分损失率不同, 经姜黄素和哒螨灵处理 96 h 后, 其水分损失率达到 70% 以上. 其中, 在 96 h 内螺螨酯、姜黄素和东莨菪内酯处理朱砂叶螨后的水分损失率与对照相比差异具有统计学意义.

有报道称植物源农药印楝素能影响昆虫体内激素平衡, 从而干扰昆虫生长发育<sup>[14]</sup>. 植物源杀螨活性化合物往往从多作用位点对靶标生物产生影响, 生物体对外源有害物的解毒代谢机制也是多方面的, 各生化指标间并不独立, 而是相互联系、互为补充<sup>[15]</sup>. 从本试验结果可以看出, 姜黄素和东莨菪内酯处理朱砂叶螨后其体长、体宽皱缩率和其他几种药剂差异具有统计学意义, 姜黄素、东莨菪内酯和螺螨酯处理 96 h 后水分损失率跟阿维菌素、哒螨灵差异具有统计学意义, 即姜黄素和东莨菪内酯对朱砂叶螨的水分损失情况和生长调节剂螺螨酯具有相似之处. 结合本试验药剂处理后朱砂叶螨体长、体宽及皱缩等形态变化情况, 姜黄素和东莨菪内酯的作用机制和生长调节剂螺螨酯不完全相同. 有报道称, 姜黄素处理朱砂叶螨的中毒症状类似神经毒剂<sup>[16]</sup>, 如站立不稳, 足过度伸张, 运动失调, 蹒跚爬行, 螨体打颤、痉挛、抽搐等. 东莨菪内酯处理朱砂叶螨后也表现出神经毒剂的症状<sup>[8]</sup>, 如开始表现出兴奋状态, 产卵量减少甚至不产卵, 螨体抽搐和痉挛等, 因此姜黄素和东莨菪内酯具体的作用机制还需进一步地探究. 姜黄素和东莨菪内酯作为新型的杀螨剂, 对朱砂叶螨具有很好的活性, 笔者从形态变化和水分损失等方面进行观察和测定, 进而和其他药剂进行对比, 对揭示杀螨剂的作用机理具有一定的参考作用.

## 参考文献:

- [1] 刘 波, 桂连友. 我国朱砂叶螨研究进展 [J]. 长江大学学报(自然科学版), 2007, 4(3): 9—12.
- [2] BISWAS G C, ISLAM W, HAQAE M M, et al. Some Biological Aspects of Carmine Spider Mite, *Tetranychus cinnabarinus* Boisd. (Acari: Tetranychidae) Infesting Egg-Plant from Rajshahi [J]. Journal of Biological Sciences, 2004, 4(5): 588—591.
- [3] 丁 伟. 螨类控制剂 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [4] 崔 晶, 翟光喜, 娄红祥. 姜黄素的研究进展 [J]. 中南药学, 2005, 3(2): 108—110.
- [5] 张永强, 丁 伟, 赵志模, 等. 姜黄对朱砂叶螨的生物活性 [J]. 植物保护学报, 2004, 31(4): 390—394.
- [6] 罗金香. 姜黄素衍生物的合成及杀螨机理研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2012.
- [7] 吴蜀瑶, 李 敏, 王佳黎. HPLC 测定青蒿植株不同部位的东莨菪内酯含量 [J]. 中国现代中药, 2010, 12(6): 20—22.
- [8] 梁 为, 白雪娜, 马兰青, 等. 东莨菪素对朱砂叶螨的毒力及杀螨机理初探 [J]. 广东农业科学, 2011, 38(8): 68—71.
- [9] 马志卿. 不同类杀虫药剂的致毒症状与作用机理关系研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2002.
- [10] 洪晓月, 王荫长, 尤子平. 朱砂叶螨体表的扫描电镜观察 [J]. 南京农业大学学报, 1994, 17(2): 48—53.
- [11] 宋 菁, 吕昭智, 王登元, 等. 荒漠昆虫天花吉丁虫的呼吸及体内水分损失特征 [J]. 昆虫学报, 2008, 51(2): 132—136.
- [12] 吴坤君, 龚佩瑜. 棉铃虫蛹期在极端湿度下的失水动态 [J]. 昆虫学报, 2001, 44(4): 512—517.
- [13] 易传辉, 陈晓鸣, 史军义, 等. 美凤蝶非滞育蛹、滞育蛹与滞育蛹羽化成虫水分含量比较 [J]. 现代农业科技, 2009, 37(3): 115—116.
- [14] 程东美, 张志祥, 田永清, 等. 印楝杀虫作用机理 [J]. 植物保护, 2007, 33(4): 11—15.
- [15] 师光禄, 王有年, 王鸿雷, 等. 万寿菊根提取物对山楂叶螨谷胱甘肽 S-转移酶和蛋白酶及蛋白质含量的影响 [J]. 应用生态学报, 2007, 18(2): 400—404.

- [16] 罗金香, 丁 伟, 张永强, 等. 双去甲氧基姜黄素及其 N-甲基吡唑衍生物对朱砂叶螨生物活性和多种酶活性的影响 [J]. 中国农业科学, 2013, 46(13): 2833—2844.

## Effects of Curcumin and Scopoletin on Morphological Change and Water Loss of *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acarina: Tetranychidae)

LI Cai-xin, ZHANG Yong-qiang, WANG Dan,  
ZHANG Bing-chuan, LUO Jin-xiang, DING Wei

College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China

**Abstract:** In order to understand the action mode of curcumin and scopoletin, two plant-originated acaricidal active substances, to *Tetranychus cinnabarinus*, the toxicities of avermectin, pyridaben, spiroadiclofen, curcumin and scopoletin to *T. cinnabarinus* were determined, and the morphological changes and water loss of this mite pest after the treatment with these pesticides were investigated. The 48 h-LC<sub>50</sub> (median lethal concentration in 48 h) of the above-mentioned 5 pesticides to *T. cinnabarinus* was 0.009 5, 0.955, 661.20, 3 055.85 and 1 886.40 mg/L, respectively. The slides with the mites were dipped into each pesticide solution at its median lethal concentration. The length shrinkage rate of the mites of the treatments of curcumin and scopoletin differed significantly from that of the treatments with the other pesticides, reaching 23.17%, 19.46% in 72 h, and 35.94%, 35.79% in 168 h. The water loss rate under the condition of spiroadiclofen TC, curcumin and scopoletin also had significant differences compared with the other agents and blank at the time 96 h. In conclusion, this research has confirmed that curcumin and scopoletin can significantly influence the morphology and water content of *T. cinnabarinus*, some symptoms after the treatment are similar to those caused by nerve agents or growth regulators, and more research is needed to explain their mechanism(s).

**Key words:** pesticide; toxicity; morphological change; water loss

责任编辑 夏 娟

