

昆明地区鲜切花产区朱砂叶螨抗药性监测*

罗雁婕^{1,2} 吴文伟³ 王其刚⁴ 丁伟^{**}

(1. 西南大学植物保护学院 重庆 400716; 2. 云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所 蒙自 661100;
3. 云南省农业科学院农业环境资源研究所 昆明 650205; 4. 云南省农业科学院花卉研究所 昆明 650205)

摘 要 采用玻片浸渍法测定了昆明地区花卉朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) 对阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、溴虫腈、丁醚脲、炔螨特和哒螨灵的抗性。结果表明,昆明北郊和呈贡地区玫瑰上的朱砂叶螨雌成螨对阿维菌素与甲氨基阿维菌素苯甲酸盐产生了极高的抗药性,阿维菌素对 2 个地区的朱砂叶螨的 LC_{50} 分别为 $40.25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $19.67 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 相对毒力指数分别为敏感品系的 2 441.08 倍和 1 192.86 倍; 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对其 LC_{50} 分别为 $118.18 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $9.24 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 相对毒力指数是敏感品系的 2 805.73 倍和 219.35 倍。昆明北郊的朱砂叶螨对溴虫腈的相对毒力指数是敏感品系的 2 371.40 倍, 呈贡和晋宁分别为 162.01 倍和 173.38 倍。丁醚脲对北郊、呈贡和晋宁朱砂叶螨的 LC_{50} 分别为 $244.58 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $385.41 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $54.93 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 相对毒力指数在 3.01 倍~21.10 倍之间。北郊、呈贡和晋宁的朱砂叶螨种群对炔螨特和哒螨灵的 LC_{50} 分别为 $155.39 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $424.49 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $62.70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 其相对毒力指数是敏感品系的 6.45 倍、17.63 倍和 2.60 倍。朱砂叶螨对药剂抗药性水平趋势从高到低为: 阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 > 溴虫腈、丁醚脲 > 炔螨特、哒螨灵, 抗性最高的地区为昆明北郊, 晋宁相对较低。

关键词 朱砂叶螨, 杀虫杀螨剂, 抗药性

Monitoring pesticide resistance of *Tetranychus cinnabarinus* in Kunming's flower regions

LUO Yan-Jie^{1,2} WU Wen-Wei³ WANG Qi-Gang⁴ DING Wei^{1**}

(1. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716, China;
2. Institute of Sericulture & Apiculture, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Mengzi 661100, China;
3. Institute of Agricultural Environment & Resource, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;
4. Flower Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China)

Abstract The pesticide resistance of field populations of *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) collected from 3 main flower regions of Kunming was determined using the slide-dip method. A susceptible strain was maintained in the laboratory as control. LC_{50} of the *T. cinnabarinus* Beijiao strain (collected from Kunming's Beijiao area) to Avermectin, Methylamino abamectin benzoate, Chlorfenapyr, Diafenthiuron, Propargite and Pyridaben, were 40.25, 118.18, 386.99, 244.58, 155.39 and $68.85 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, respectively. Respective resistance was 2 441.08 -, 2 805.73 -, 2 371.40 -, 13.39 -, 6.45 - and 8.43 - times that of the control. The resistance of the Chenggong strain (collected from Kunming's Chenggong area) to Avermectin, Methylamino abamectin benzoate, Chlorfenapyr, Diafenthiuron, Propargite and Pyridaben was 1192.86 -, 219.35 -, 162.01 -, 21.10 -, 17.63 - and 7.01 - times that of the control. The Jinning population was still relatively sensitive to the tested pesticides.

Key words *Tetranychus cinnabarinus*, pesticides, resistance

云南是全国最大的鲜切花生产基地,销量占全国市场的 50% 左右(艾天霞等,2010),主要集

中在昆明周边地区,形成了以玫瑰、香石竹等为主导产品的鲜切花生产体系,但花卉病虫害的为害

* 资助项目:云南省自然科学基金项目(2010ZC170)。

** 通讯作者, E-mail: dwin818@yahoo.com.cn

收稿日期:2012-02-10, 接受日期:2012-02-29

严重影响了鲜切花的品质。我国危害园林花卉的螨类有 100 多种,其中危害较重的有 40 多种(张丽芳等,2010),董大志等(1999)对昆明地区花卉害虫及天敌进行了考察和标本采集,共计 14 目,65 科,158 属,205 种,其中螨类为 3 属 3 种。经鉴定,在昆明市为害玫瑰的叶螨主要为朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval),香石竹上既有优势种群朱砂叶螨,又有二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch,二者也是云南玉溪地区月季和香石竹上的主要害螨(纳玲洁等,2005a,2005b)。

花卉叶螨以危害叶片为主,刺吸叶片汁液,被害叶现白斑,危害重的全株枯死。化学防治在花卉害螨的综合防治系统中占重要位置,但由于近年来药剂的不合理使用,导致害螨产生了不同程度的抗药性,增加了防治工作的难度和复杂性。关于云南花卉叶螨的抗药性研究尚未见报道,本研究测定了昆明地区设施花卉朱砂叶螨对不同杀虫杀螨剂的抗药性,为指导当地朱砂叶螨的化学防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试叶螨

朱砂叶螨分别采集于云南昆明北郊云南省农业科学院花卉研究所试验基地玫瑰上(品种:卡罗拉)(命名为 BJ)、昆明呈贡斗南花卉生产基地玫瑰上(品种:卡罗拉)(CG)、昆明晋宁花卉生产基地香石竹上(品种:马斯特)(JN),经鉴定为朱砂叶螨。3 个采集地均属重要花卉产区,用药次数频繁。相对敏感种群于 2001 年采自云南昆明市呈贡鲜切花生产基地玫瑰寄主上,室内采用无虫菜豆苗不接触任何药剂饲养至今。

1.2 供试药剂

96% 哒螨灵原药(Pyridaben):山东省联合农药工业有限公司;90% 炔螨特原药(Propargite):青岛瀚生生物科技股份有限公司;70.95% 天然除虫菊素原药(Pyrethrins):红河森菊生物有限责任公司;0.7% 印楝素乳油(Azadirachtin):鹤壁陶英陶生物科技有限公司;8% 苦参碱乳油(Matrine):北京三浦百草绿色植物制剂有限公司;80% 敌敌畏乳油(DDVP):昆明农药有限公司;96% 氯氟氰菊酯原药(Cyhalothrin):江苏激素研究所;92.0% 辛硫磷原药(Phoxim):昆明农药有限公司;25% 三唑

锡可湿性粉剂(Azocyclotin):台湾东洲农药(台北山都丽集团);95.5% 阿维菌素原药(Avermectin):北京万丰药业有限公司;98.85% 溴虫腈原药(Chlorfenapyr):云南省化工研究院;55.9% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(Methylamino abamectin benzoate):云南省化工研究院提供;98% 多杀菌素原药(Spinosad):云南省化工研究院;25% 丁醚脲乳油(Diafenthiuron):深圳诺普信农化有限公司。

1.3 毒力测定

采用玻片浸渍法(slide-dip method)(FAO, 1980)。将双面胶带(1 cm × 2 cm)粘在载玻片的一端,挑取活动能力强的雌成螨,将其背部粘在胶面上,每玻片粘 30 头,每个处理 3 个重复,置于底部垫有海棉保湿的瓷盘内,放入温度为 26℃、相对湿度为 55% ~ 60%、光照 14 h、黑暗 10 h 的光照培养箱中,4 h 后镜检剔除死亡或不活泼个体。根据预实验将供试药剂用蒸馏水(含体积分数为 0.1% 的 Triton X-100)配成 6 个浓度,使供试螨的死亡率在 16% ~ 84% 之间。将粘有雌成螨的玻片放在药液中浸 5 s,取出后立即用滤纸吸干玻片及螨体周围的药液。将浸药处理后的玻片置于上述条件的光照培养箱中,24 h 后调查结果,检查时用毛笔轻触螨足及须肢,不动者为死亡。

1.4 数据分析

毒力测定结果采用 POLO 软件处理系统进行数据分析,计算 LC_{50} 值及其 95% 置信区间、毒力回归方程和抗性倍数。

2 结果与分析

2.1 常用杀虫杀螨剂对朱砂叶螨相对敏感品系的毒力

常用杀虫杀螨剂对朱砂叶螨相对敏感品系的毒力测定结果见表 1。结果表明,不同的药剂因作用机理不同对朱砂叶螨的毒力差异很大。朱砂叶螨对阿维菌素类药剂最为敏感,阿维菌素与甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对雌成螨的 LC_{50} 分别为 0.02 mg/L 和 0.04 mg/L;其次是溴虫腈,其 LC_{50} 分别为 0.16 mg/L;有机磷类的敌敌畏和辛硫磷对朱砂叶螨的毒力介于常用杀螨剂和植物源杀虫剂之间,多杀菌素主要对鳞翅目害虫有效,朱砂叶螨对其最不敏感,其 24 h 毒力大于 1 000 mg/L。

表 1 常用杀虫杀螨剂对相对敏感品系朱砂叶螨毒力

Table 1 The toxicity of pesticides to female aldt of *Tetranychus cinnabarinus*

药剂 Pesticide	毒力回归方程 Regression equation	LC ₅₀ (95% 置信限) (mg/L) (95% FL)
阿维菌素 Avermectin	$y = 1.87x + 8.33$	0.02 (0.06—0.12)
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 Methylamino abamectin benzoate	$y = 1.29x + 6.77$	0.04 (0.23—1.35)
溴虫腈 Chlorfenapyr	$y = 1.56x + 6.23$	0.16 (0.67—2.55)
哒螨灵 Pyridaben	$y = 1.23x + 3.82$	9.08 (3.68—14.38)
炔螨特 Propargite	$y = 0.95x + 3.69$	24.08 (11.13—51.21)
三唑锡 Azocyclotin	$y = 1.50x + 2.33$	60.04 (50.05—72.03)
敌敌畏 DDVP	$y = 1.73x + 3.09$	12.72 (10.70—15.10)
辛硫磷 Phoxim	$y = 1.43x + 4.43$	2.50 (1.94—3.24)
丁醚脲 Diafenthiuron	$y = 1.92x + 2.58$	18.26 (12.42—25.57)
氯氟氰菊酯 Cyhalothrin	$y = 2.28x - 0.76$	339.45 (250.92—435.59)
天然除虫菊素 Pyrethrins	$y = 3.49x - 1.54$	75.07 (61.53—88.18)
印楝素 Azadirachtin	$y = 0.61x + 3.82$	85.74 (42.65—172.38)
苦参碱 Matrine	$y = 1.17x + 2.18$	262.03 (188.07—365.06)
多杀菌素 Spinosad	—	> 1 000

2.2 昆明花卉产区朱砂叶螨抗性监测

云南花卉主产区采集的朱砂叶螨种群对常用药剂的抗性测定结果见表 2。结果表明,不同地区朱砂叶螨对不同药剂的抗药性水平存在显著差异。北郊和呈贡地区玫瑰上的朱砂叶螨雌成螨对阿维菌素与甲氨基阿维菌素苯甲酸盐产生了极高的抗药性,阿维菌素对 2 个地区的朱砂叶螨的 LC₅₀ 分别为 40.25 mg/L 和 19.67 mg/L,相对毒力指数分别为敏感品系的 2 441.08 倍和 1 192.86 倍;甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对其 LC₅₀ 分别为 118.18 mg/L 和 9.24 mg/L;相对毒力指数是敏感品系的 2 805.73 倍和 219.35 倍。晋宁地区香石竹上的朱砂叶螨种群抗药性相对低些,这与各主产区长期大量使用阿维菌素类药剂防治叶螨有关,且各产区的抗性差异与产区发展和用药水平情况相符。

3 个花卉主产区朱砂叶螨种群对溴虫腈的抗性水平明显高于丁醚脲,昆明北郊对溴虫腈的相对毒力指数是敏感品系的 2 371.40 倍,达到阿维菌素类药剂的高抗性水平,但其他 2 个地区差异不大,分别是敏感品系的 162.01 倍和 173.38 倍。昆明北郊、呈贡和晋宁 3 个地区的朱砂叶螨品系对丁醚脲的相对毒力指数在敏感品系的 3.01 倍~21.10 倍之间,其 LC₅₀ 分别为 244.58、385.41 和 54.93 mg/L。

供试地区朱砂叶螨种群对传统杀螨剂炔螨特和哒螨灵的抗性水平在所监测的药剂中相对较低,炔螨特对北郊、呈贡和晋宁地区的朱砂叶螨的 LC₅₀ 分别为 155.39、424.49 和 62.70 mg/L,其相对毒力指数是敏感品系的 6.45 倍、17.63 倍和 2.60 倍。哒螨灵对朱砂叶螨的毒力略高于炔螨特,其对北郊、呈贡和晋宁地区的朱砂叶螨的 LC₅₀ 分别为 68.85、57.25、49 和 50.63 mg/L,其相对毒力指数是敏感品系的 8.43 倍、7.01 倍和 6.20 倍。

3 讨论

抗药性治理是害虫综合防控的重要内容,深入开展抗药性研究工作的基础之一是建立螨类敏感品系及敏感毒力基线。它是判断害螨在受到杀螨剂的选择后是否产生抗药性的标准,是迫在眉睫的工作(于晓等,2001)。国内研究者目前在宁夏和山东等省建立了山楂叶螨、二点叶螨和柑橘全爪螨等对常用杀虫、杀螨剂的相对敏感基线(沈慧敏和杨宝生,2001;苏振国等,2010)。云南关于害虫抗性方面的研究报道主要集中在小菜蛾和烟草蚜虫上(张雪燕等,2001;顾春波等,2006;罗雁婕等,2008)。本文利用室内相对敏感品系建立了云南花卉害螨对杀虫剂的敏感基线,并对 3 个主产区害螨抗性水平进行了测定,结果表明,云南玫瑰上的朱砂叶螨已经对常用杀虫杀螨剂产生了不

表 2 昆明地区花卉朱砂叶螨对药剂的抗性水平测定

Table 2 The toxicity of pesticides of *Tetranychus cinnabarinus* in different flowers in Kunming

药剂 Pesticide	种群 Populations	毒力回归方程 Regression equation	LC ₅₀ (95% 置信限) (mg/L) (Confidence limits)	相对毒力指数 Relative toxicity index
阿维菌素 Avermectin	敏感 (SS)	$y = 1.87x + 8.33$	0.02 (0.06—0.125)	—
	北郊 (BJ)	$y = 1.14x + 3.18$	40.25 (6.83—23.43)	2 441.08
	呈贡 (CG)	$y = 0.63x + 4.18$	19.67 (0.30—49.79)	1 192.86
	晋宁 (JN)	$y = 1.713x + 6.24$	0.19 (0.11—0.29)	11.55
甲氨基阿维菌素 苯甲酸盐 Methylamino abamectin benzoate	敏感 (SS)	$y = 1.29x + 6.77$	0.04 (0.23—1.35)	—
	北郊 (BJ)	$y = 1.16x + 2.59$	118.18 (57.84—235.57)	2 805.73
	呈贡 (CG)	$y = 1.23x + 3.81$	9.24 (0.35—22.93)	219.35
	晋宁 (JN)	$y = 0.99x + 5.81$	0.15 (0.01—0.41)	3.57
溴虫腈 Chlorfenapyr	敏感 (SS)	$y = 1.56x + 6.23$	0.16 (0.67—2.55)	—
	北郊 (BJ)	$y = 1.18x + 1.94$	386.99 (219.84—1207.17)	2 371.40
	呈贡 (CG)	$y = 1.32x + 3.12$	26.44 (10.57—42.62)	162.01
	晋宁 (JN)	$y = 1.48x + 2.85$	28.29 (3.82—52.61)	173.38
丁醚脲 Diafenthiuron	敏感 (SS)	$y = 1.92x + 2.58$	18.26 (12.42—25.57)	—
	北郊 (BJ)	$y = 1.93x + 0.40$	244.58 (52.31—465.22)	13.39
	呈贡 (CG)	$y = 1.26x + 1.75$	385.41 (240.20—822.97)	21.10
	晋宁 (JN)	$y = 1.44x + 2.50$	54.93 (10.22—105.28)	3.01
炔螨特 Propargite	敏感 (SS)	$y = 0.95x + 3.69$	24.08 (11.13—51.21)	—
	北郊 (BJ)	$y = 1.13x + 2.52$	155.39 (77.15—273.82)	6.45
	呈贡 (CG)	$y = 1.39x + 1.36$	424.49 (269.86—888.72)	17.63
	晋宁 (JN)	$y = 1.34x + 2.59$	62.70 (24.45—115.82)	2.60
哒螨灵 Pyridaben	敏感 (SS)	$y = 1.23x + 3.82$	9.08 (3.68—14.38)	—
	北郊 (BJ)	$y = 2.67x + 0.10$	68.85 (41.73—91.97)	8.43
	呈贡 (CG)	$y = 1.80x + 1.84$	57.25 (14.76—103.60)	7.01
	晋宁 (JN)	$y = 0.75x + 3.72$	50.63 (20.06—97.01)	6.20

同程度的抗药性。

本文监测结果表明,不同花卉种类上朱砂叶螨对药剂的敏感度相异,因此在害螨抗性治理中,不同药剂的科学轮用和混用是延长药剂寿命的有效手段。但只有把综合防控技术有机的与化学防治结合才能真正控制抗性的发展(唐振华,1993),近年来,寻求植物本身的抗虫特性来控制害螨日益被人们所关注(雷慧德等,2004;吴福安等,2006)。叶螨对寄主植物的选择,取决于昆虫的内在因素和外在因素,而具有抗螨性的植物主要表现在形态、解剖结构的抗螨性和植物生理、生化的变化3个方面(李莉和金道超,2005;雍小菊和丁伟,2011)。植物形态、解剖结构的抗螨性主要表现在植物叶片茸毛,叶片厚度,蜡质含量,叶鲜重与生长速度都对螨具有抗性。寄主植物叶面的物理性状如茸毛的有无、多少及分泌腺等对叶螨有不同程度的影响(Skorupska, 1998; Van *et al.*,

2003)。本文监测结果表明,玫瑰植株上的朱砂叶螨抗药性总体高于香石竹,这可能与花卉性状有关。因此可以利用不同花卉种类和品种间的物理形态等差异,选择不同的栽培模式以达到叶螨抗性治理的良好效果。

参考文献 (References)

- FAO, 1980. Revised method for spider mites and their eggs (e. g. *Tetranychus* spp. and *Panonychus ulmi* Koch). *FAO Plant Production and Protection*, 21:49—51.
- Skorupska A, 1998. Morphologico-anatomical structure of leaves and demographic parameters of the hawthorn spidermite, *Tetranychus viennensis* Zacher and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acarin, Tetranychidae) on selected scab-resistant apple varieties. *J. Appl. Entomol.*, 122:493—496.
- Van den Boom CEM, van Beek TA, Dicke M, 2003. Differences among plant species in acceptance by the

- spidermite *Tetranychus urticae* Koch. *J. Appl. Entomol.*, 127:177—183.
- 艾天霞,李森,高静,孙朝娜,徐子梁,孟捷,2010. 云南省花卉产业的实证分析. 云南大学学报(自然科学版),32(S1):325—329.
- 董大志,魏佳宁,况荣平,朱建国,1999. 昆明地区花卉害虫及天敌. 西南农业大学学报,21(4):350—357.
- 顾春波,王刚,王开运,马惠,郭庆龙,2006. 我国西南烟区桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 的抗药性水平. 植物保护学报,33(1):77—80.
- 雷慧德,胡军华,李鸿筠,冉春,张权炳,林邦茂,田文华,钱克明,2004. 不同柑桔品种上桔全爪螨的生长和种群动态差异. 昆虫学报,47(5):607—611.
- 李莉,金道超,2005. 影响植食性螨类与寄主之间相互关系的主要因素. 贵州农业科学,33(4):95—97.
- 罗雁婕,高希武,吴文伟,浦恩堂,尹可锁,何成兴,郭志祥,2008. 药剂对小菜蛾抗性及其敏感品系乙酰胆碱酯酶抑制作用比较. 农药学学报,10(2):211—216.
- 纳玲洁,李艳琼,冯翠萍,龚永尉,2005a. 玉溪市月季主要害虫种类调查及防治技术. 西南园艺,33(2):58—59.
- 纳玲洁,李艳琼,冯翠萍,龚永尉,2005b. 玉溪市香石竹主要病虫种类及防治技术. 西南园艺,33(1):34—35.
- 沈慧敏,杨宝生,2001. 二点叶螨对 16 种杀虫、杀螨剂的抗药性. 植物保护学报,28(4):362—366.
- 苏振国,张方平,韩冬银,付悦冠,2010. 15 种杀虫杀螨剂对皮氏叶螨的毒力测定. 热带农业科学,30(3):18—20 转 29.
- 唐振华,1993. 昆虫抗药性及其治理. 北京:农业出版社. 1—506.
- 吴福安,周金星,余茂德,王茜龄,徐立,鲁成,敬成俊,2006. 不同桑树品种上朱砂叶螨实验种群内禀增长率的统计推断. 昆虫学报,49(2):287—294.
- 雍小菊,丁伟,2011. 植物的抗螨机理. 应用昆虫学报,48(5):1495—1504.
- 于晓,徐加利,范青海,2001. 中国叶螨抗药性研究进展. 武夷科学,17:91—96.
- 张丽芳,瞿素萍,刘忠善,王继华,2010. 花卉害螨的采集和玻片标本的制作. 湖南农业科学,(3):69—70.
- 张雪燕,何婕,叶翠玉,2001. 云南小菜蛾对阿维菌素的抗药性监测和药剂防治试验. 华中农业大学学报,20(5):426—430.