

避雨栽培葡萄上蓟马发生动态及常用杀虫剂对优势种的毒力测定

段盼^{1#}, 杜飞^{1#}, 胡昌雄¹, 赵艳芳², 陈国华¹, 张晓明^{1,3*}

(1. 云南农业大学植物保护学院, 云南生物资源保护与利用国家重点实验室, 昆明 650201;

2. 云南农业大学园林园艺学院, 昆明 650201; 3. 农业农村部华南作物有害生物综合治理重点实验室, 广州 510642)

摘要 为明确避雨栽培葡萄上蓟马种类、发生动态及常用杀虫剂对葡萄上优势种蓟马的毒力, 本研究采集鉴定了避雨栽培葡萄上蓟马成虫 1 882 头, 选用黄色和蓝色 2 种粘虫板监测了葡萄以及两种诱集植物黄金菊 *Euryops pectinatus* 和蓝花鼠尾草 *Salvia farinacea* 上蓟马发生动态, 并采用菜豆浸渍饲喂法测定了 6 种常用杀虫剂对葡萄上优势种蓟马棕榈蓟马 *Thrips palmi*、黄蓟马 *Thrips flavus* 和西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 的室内毒力。结果表明, 在避雨栽培葡萄上共采集到隶属于 2 科 4 属的 10 种蓟马, 其中棕榈蓟马 (35.97%)、黄蓟马 (29.22%) 和西花蓟马 (24.50%) 为优势种蓟马。根据四分位法得到避雨栽培葡萄上蓟马发生高峰在 8 月下旬至 9 月中下旬, 在发生早期和主要发生期葡萄树上部蓟马发生量显著高于下部。两种诱集植物均对避雨栽培葡萄上蓟马有一定的诱集作用, 且在各个发生期黄金菊的诱集效果显著高于蓝花鼠尾草。6 种杀虫剂对棕榈蓟马的毒力作用依次为: 啶虫脒 > 阿维菌素 > 噻虫嗪 > 吡虫啉 > 氟啶虫胺胍 > 高效氟氯氟菊酯; 对黄蓟马的毒力作用依次为: 阿维菌素 > 啶虫脒 > 噻虫嗪 > 吡虫啉 > 氟啶虫胺胍 > 高效氟氯氟菊酯; 对西花蓟马的毒力作用依次为: 阿维菌素 > 噻虫嗪 > 啶虫脒 > 氟啶虫胺胍 > 吡虫啉 > 高效氟氯氟菊酯。上述结果表明, 为害避雨栽培葡萄的蓟马主要为棕榈蓟马、黄蓟马和西花蓟马, 推荐使用啶虫脒、阿维菌素和噻虫嗪进行防治。同时, 可在葡萄园周围种植黄金菊和蓝花鼠尾草作为诱集植物诱集后施药防治。

关键词 避雨栽培; 葡萄; 蓟马; 优势种; 发生动态; 毒力

中图分类号: S 435.79 文献标识码: B DOI: 10.16688/j.zwbh.2020197

Dynamics of thrips on grapes in rain-shelter cultivation greenhouse and toxicity of commonly used insecticides against dominant thrip species

DUAN Pan^{1#}, DU Fei^{1#}, HU Changxiong¹, ZHAO Yanfang², CHEN Guohua¹, ZHANG Xiaoming^{1,3*}

(1. National Key Laboratory for Conservation and Utilization of Biological Resources in Yunnan, College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. College of Horticulture and Landscape, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 3. The Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in South China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Guangzhou 510642, China)

Abstract In order to clarify the species and dynamics of thrips on rain-shelter cultivated (RSC) grapes and the toxicity of commonly used insecticides to dominant species thrips, totally 1882 thrips adult individuals on RSC grapes were collected and identified, and yellow and blue sticky boards were used to monitor the dynamics of thrips on RSC grapes and two trap plants *Euryops pectinatus* and *Salvia farinacea*, meanwhile, indoor toxicity of six commonly used insecticides on dominant thrips species were tested by bean dipping feeding method. The results showed that totally 10 thrips species belonging to four genera and two families were collected on RSC grapes, among which *Thrips palmi* (35.97%), *T. flavus* (29.22%) and *Frankliniella occidentalis* (24.50%) were the

收稿日期: 2020-04-14 修订日期: 2020-05-29

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0201301); 云南省基础研究计划(202001AT070134); 农业农村部华南作物有害生物综合治理重点实验室开放基金(SCIPM2018-08); 国家大学生创新创业训练计划(201910676039)

* 通信作者 E-mail: zxmalex@126.com
为并列第一作者

dominant species. The occurrence peak period of thrips on RSC grapes lasted from late August to mid-late September, and the number of thrips in the upper part of grape plant was significantly higher than that on the lower part in the early and main occurrence stages according to the quartile method. The two trap plants had a certain trapping effect to thrips, and the trapping effect of *E. pectinatus* was significantly higher than that of *S. farinacea*. The toxicity of the six kinds of insecticides to *T. palmi* were as follows: acetamiprid > abamectin > thiamethoxam > imidacloprid > sulfoxaflor > *beta*-cyfluthrin; the toxicity to *T. flavus* were: abamectin > acetamiprid > thiamethoxam > imidacloprid > sulfoxaflor > *beta*-cyfluthrin; the toxicity to *F. occidentalis* were: abamectin > thiamethoxam > acetamiprid > sulfoxaflor > imidacloprid > *beta*-cyfluthrin. In a word, *T. palmi*, *T. flavus*, and *F. occidentalis* were the dominant thrips species on RSC grapes. Acetamiprid, abamectin and thiamethoxam were recommended for controlling thrips on RSC grapes. Meanwhile, *E. pectinatus* and *S. farinacea* can be planted around the RSC grapes to control these thrips.

Key words rain-shelter cultivation; grape; thrip; dominant species; dynamics; toxicity

葡萄 *Vitis vinifera* 是世界上常见作物,果实可生食或用于制酒,有较高营养价值和经济价值。近年来葡萄产业发展迅速,葡萄生产已成为我国果树产业的重要组成部分,而南方大多数省份葡萄种植季节炎热多雨,露天葡萄时常遭受严重的病害侵袭。为减少葡萄病害发生,许多地区采用避雨栽培的设施栽培技术来防控病害,并取得了显著成效^[1]。截至 2017 年末,云南葡萄栽培总面积达 4.15 万 hm^2 ,其中避雨栽培葡萄面积超过全省葡萄总面积的 20%。目前除香格里拉地区外,全省各地均种植有避雨栽培葡萄,避雨葡萄已成为云南葡萄产业不可或缺的重要组成部分^[2-3]。

蓟马是缨翅目 Thysanoptera 昆虫的统称,其中植食性蓟马是全世界一类危害极大的农林害虫,同时也是葡萄上常见害虫,常为害葡萄枝条、嫩叶和幼果,易使幼果形成斑点,严重时造成裂果^[4-6]。自 20 世纪 70 年代起,国内外学者陆续报道了葡萄上蓟马类害虫的发生为害。蓟马是我国江苏、广西、宁夏等地葡萄上的主要害虫^[7-9]。西花蓟马 *Frankliniella occidentalis*、茶黄硬蓟马 *Scirtothrips dorsalis* 和烟蓟马 *Thrips tabaci* 等是许多地区葡萄上的优势种蓟马^[5-6,10-12]。吡虫啉等药剂对葡萄上茶黄硬蓟马表现出较高毒力^[13]。广西桂林避雨栽培葡萄上蓟马在 5 月至 11 月均有发生^[14]。本研究前期调查发现云南寻甸避雨葡萄上有蓟马、粉虱和果蝇等,其中蓟马是避雨葡萄上的优势害虫。近年来,杀虫剂的不合理使用已造成许多地区的蓟马种群对多种常用杀虫剂产生了较高抗药性^[15-17],给葡萄上蓟马的化学防控带来很大挑战。诱集植物是一类种植于作物周围对害虫具有吸引作用的植物,应用此类植物结

合多种措施防治害虫可显著降低作物被害率^[18-19],减少化学药剂在作物上的直接使用,为害虫的综合防治提供了新思路,但诱集植物在葡萄虫害防控中应用较少,其应用价值与前景有待探究。

本研究采集鉴定多份蓟马样本,监测并比较避雨栽培葡萄和两种诱集植物上蓟马发生动态,以期为宜年避雨栽培葡萄上蓟马种类及发生规律测报提供参考,为应用诱集植物防控夏秋避雨栽培葡萄上的蓟马提供科学依据。同时,为明确常用杀虫剂对葡萄上优势种蓟马的毒力,本研究选取阿维菌素、噻虫嗪、吡虫啉、啉虫脒、高效氟氯氰菊酯和氟啶虫胺胍 4 类 6 种常用杀虫剂,测定其对优势种蓟马的毒力,以期筛选出可用于防治葡萄蓟马的杀虫剂,为高原避雨栽培葡萄区特色优质葡萄的生产提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地点:避雨栽培葡萄种植地位于云南省寻甸回族彝族自治县云南农业大学现代农业教育科研基地。供试葡萄品种为‘红提’,栽培方式为篱架式栽培,行株距为 2.2 m×1.0 m。单个大棚大小为:拱形棚面顶高 3.0 m,侧高 1.5 m,宽 4.5 m,长 12.0 m。试验期间不喷施任何杀虫剂。

供试蓟马:毒力测定供试蓟马从上述避雨栽培葡萄上采用盘拍法配合吸虫管采集,带回云南农业大学昆虫系实验室鉴定后挑选出棕蓟马 *Thrips palmi*、黄蓟马 *T. flavus* 和西花蓟马,在人工气候箱(LTC-1000,上海三腾仪器)中用菜豆饲养分别建立种群。人工气候箱条件设置如下:

温度为 $(27\pm 1)^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $65\%\sim 75\%$,光周期为 $L/D=16\text{ h}/8\text{ h}$,光强为 $20\,000\text{ lx}$ 。

供试药剂:25 g/L 高效氟氯氰菊酯乳油(EC),拜耳股份公司;50%氟啶虫胺胍水分散粒剂(WG),美国陶氏益农公司;25%噻虫嗪水分散粒剂(WG),瑞士先正达作物保护有限公司;10%吡虫啉可湿性粉剂(WP),南京红太阳股份有限公司;5%阿维菌素乳油(EC),河北博嘉农业有限公司;70%啉虫脒水分散粒剂(WG),宁波三江益农化学有限公司。

供试粘虫板:为降低采用单一色板造成的试验误差,试验选用黄色(波长 580 nm)和蓝色(波长 440 nm)2种常用色板,材质为PP塑料板,双面涂胶,规格为 $20.0\text{ cm}\times 25.0\text{ cm}$ (购置于临沂智诚农业科技有限公司)。毒力测定所用滤纸和培养皿直径分别为 8.0 cm 和 9.0 cm 。

1.2 蓟马种类调查

采用五点取样法在园内随机选取5个葡萄长势一致的大棚,每棚内随机选取5株葡萄,每株葡萄上随机选择2~3根枝条(枝条长势一致,长约 30.0 cm),采用盘拍法拍打嫩梢和叶片,连续拍打3次^[20],使蓟马落入白瓷盘(白瓷盘长 40.0 cm ,宽 25.0 cm ,深 2.0 cm)内,用小毛笔将蓟马挑入盛有75%乙醇的 50.0 mL 塑料离心管中保存,带回室内进行初步鉴定,筛选出蓟马成虫,将蓟马成虫参照张宏瑞等^[21]的方法制成临时玻片,在显微镜下鉴定种类并计数。鉴定方法参考韩运发^[22]、梁贵红等^[23]。共采集蓟马5次,每次间隔6~10 d。

1.3 蓟马发生动态监测

参照陈俊谕等^[24]采用色板诱捕法监测蓟马发生动态。在避雨栽培葡萄园内随机选取3个大小相同、葡萄长势一致的大棚,在每个大棚外左右两侧播种同密度诱集植物,一侧为黄金菊 *Euryops pectinatus*,另一侧为蓝花鼠尾草 *Salvia farinacea*。采用五点取样法在每个大棚内距离地面约 2.0 m 的葡萄树上部(简称上层)和约 0.5 m 的葡萄树下部(下层)各选取5点,在棚外黄金菊和蓝花鼠尾草花朵上方各随机选取5点悬挂粘虫板,粘虫板与花朵垂直距离约 0.4 m ,粘虫板水平间距约 4.0 m 。每点悬挂黄、蓝板各1块,每隔1~2周更换1次黄板和蓝板。调查自2018年8月9日开始,10月31日结束,共挂

板9次,收板时间分别为8月16日、8月22日、8月29日、9月7日、9月15日、9月26日、10月7日、10月14日和10月31日。收板时用保鲜膜双面封住粘虫板,标记后带回室内,在解剖镜下检查并分别统计同种颜色粘虫板上的蓟马数量^[25]。

1.4 蓟马发生时期划分

将每次调查的蓟马数量平均值求和,得到各调查日期下蓟马累积发生量占整个发生期调查总发生量的比例(R)。参照 Zhang 等^[19]的四分位法,以 R 分别为25%、50%和75%为节点,将发生时段划分为4部分, $R<25\%$ 时为第1分位, $25\%\leq R<50\%$ 为第2分位, $50\%\leq R<75\%$ 为第3分位, $75\%\leq R\leq 100\%$ 为第4分位。将 $R<25\%$ 的时期定义为发生早期, $25\%\leq R<75\%$ 的时期定义为主要发生期, $75\%\leq R\leq 100\%$ 的时期定义为发生晚期,将 $R=50\%$ 时的日期定义为整个发生期中蓟马发生的最高峰。

1.5 毒力测定

采用菜豆浸渍饲喂法,用清水将杀虫剂溶解稀释为 500.0 mg/L 的母液进行预试验,按照校正死亡率 $10\%\sim 90\%$ 确定杀虫剂浓度范围。将 500.0 mg/L 的杀虫剂母液梯度稀释为6~8个不同的浓度,每个浓度为1个处理,每个处理设置3个重复,以清水为对照。将新鲜菜豆剥开后切成 5.0 cm 长小段置于不同浓度的药液中浸泡 30 s ,取出后晾干,放入底部垫有滤纸的培养皿中,每皿5根;从饲养笼中挑选30头生长健康、大小一致的蓟马成虫于培养皿中,用保鲜膜封口并用0号昆虫针扎20个孔以保持培养皿通风。将培养皿置于人工气候箱中饲养,24 h后观察记录各处理蓟马的存活情况,观察时用小毛笔轻触虫体,3次无反应则判定为死亡^[26]。

1.6 数据处理与分析

试验数据采用 Excel 2016 进行统计;使用 SPSS 24.0 计算出各药剂处理毒力回归方程斜率 $\pm\text{SE}$ 、致死中浓度(LC_{50})、95%置信区间(CI)、卡方值(χ^2)和相对毒力(RT);使用 DPS 7.05 统计分析,采用单因素方差分析法比较葡萄上下层和两种诱集植物上蓟马发生量,应用 Tukey's HSD 法进行差异显著性检验。使用 Origin 2018 进行绘图。

2 结果与分析

2.1 避雨栽培葡萄上蓟马种类

本研究共采集到避雨栽培葡萄上蓟马成虫 1 882 头,隶属于 2 科 4 属 10 种。其中蓟马科 Thripidae 3 属 9 种:蓟马属 *Thrips* 5 种,花蓟马属 *Frankliniella* 3 种,大蓟马属 *Megalurothrips* 1 种;管蓟马科 Phlaeothripidae 筒管蓟马属 *Haplothrips* 1 种。所有蓟马标本中,棕榈蓟马 *Thrips palmi* 最多,为 677 头,占比 35.97%;其次是黄蓟马 *T. fla-*

vus 550 头,占比 29.22%;西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 461 头,占比 24.50%;花蓟马 *F. intonsa* 68 头,占比 3.61%;华筒管蓟马 *Haplothrips chinensis* 38 头,占比 2.02%;黄胸蓟马 *Thrips hawaiiensis* 34 头,占比 1.81%;烟蓟马 *T. tabaci* 29 头,占比 1.54%;其余 3 种蓟马数量较少,分别是禾蓟马 *Frankliniella tenuicornis*、葱韭蓟马 *Thrips alliorum* 和端大蓟马 *Megalurothrips distalis*,占样本总数的比例均小于 1%(表 1)。

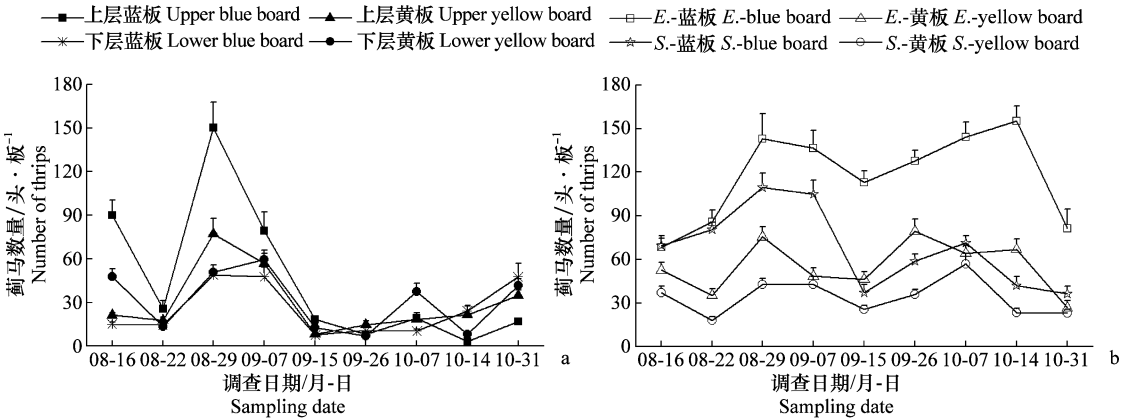
表 1 避雨栽培葡萄上蓟马种类
Table 1 Thrip species on rain-shelter cultivated grapes

科 Family	属 Genus	种类 Species	总数/头 Total number	占比/% Proportion
蓟马科 Thripidae	蓟马属 <i>Thrips</i>	棕榈蓟马 <i>T. palmi</i>	677	35.97
		黄蓟马 <i>T. flavus</i>	550	29.22
		黄胸蓟马 <i>T. hawaiiensis</i>	34	1.81
		烟蓟马 <i>T. tabaci</i>	29	1.54
		葱韭蓟马 <i>T. alliorum</i>	8	0.43
	花蓟马属 <i>Frankliniella</i>	西花蓟马 <i>F. occidentalis</i>	461	24.50
		花蓟马 <i>F. intonsa</i>	68	3.61
		禾蓟马 <i>F. tenuicornis</i>	13	0.69
	大蓟马属 <i>Megalurothrips</i>	端大蓟马 <i>M. distalis</i>	4	0.21
管蓟马科 Phlaeothripidae	筒管蓟马属 <i>Haplothrips</i>	华筒管蓟马 <i>H. chinensis</i>	38	2.02

2.2 避雨栽培葡萄和诱集植物上蓟马发生情况

本研究中避雨栽培葡萄上层蓟马发生量为 3.20~150.27 头/板,下层为 6.80~59.47 头/板(图 1a)。诱集植物黄金菊上蓟马发生量为 26.73~155.20 头/板,蓝花鼠尾草上为 17.87~109.53 头/板(图 1b)。根据四分位法得到蓟马的发生期:葡萄上下层和两种诱集植物上蓟马的各个发生期的时间

节点大体一致,发生早期在 8 月中下旬,主要发生期在 8 月下旬至 9 月中下旬,与葡萄着色和成熟采收期重合,发生晚期在 9 月下旬至 10 月下旬。葡萄上下层及两种诱集植物上蓟马发生最高峰按出现的早晚顺序依次为:8 月 29 日(葡萄上层)、9 月 7 日(葡萄下层和蓝花鼠尾草)、9 月 15 日(黄金菊)(图 2a)。



图中数据为平均值, 误差线为标准误。E.表示黄金菊, S.表示蓝花鼠尾草
Data in the chart are mean and error bar is SE. *Euryops pectinatus* is represented by E., and *Salvia farinacea* is represented by S.

图 1 避雨栽培葡萄(a)和诱集植物(b)上蓟马发生动态

Fig. 1 Dynamics of thrips on rain-shelter cultivated grapes (a) and trapping plants(b)

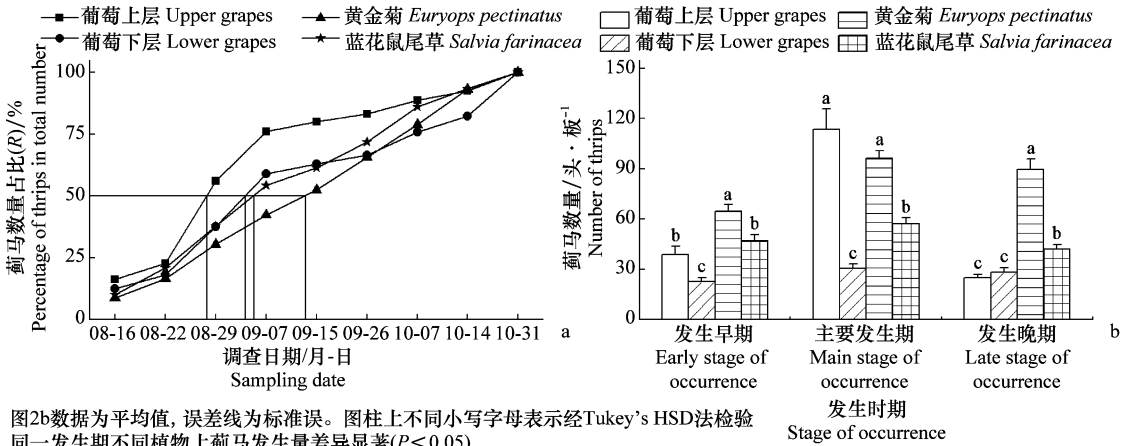


图 2 避雨栽培葡萄和诱集植物上蓟马发生量季节累积曲线(a)及各时期发生情况(b)
Fig. 2 Seasonal cumulative curves (a) of thrips on rain-shelter cultivated grapes and trapping plants and thrips occurrence (b) in different growth of grape periods

葡萄上层蓟马主要发生期历时略短于下层,发生晚期开始的时间节点和发生最高峰均早于下层(图 2a),在发生早期($F_{1,118} = 8.672\ 0, P = 0.003\ 9$)和主要发生期($F_{1,148} = 112.495\ 0, P < 0.000\ 1$),上层蓟马发生量显著高于下层,在发生晚期无显著差异($F_{1,268} = 0.867\ 0, P = 0.352\ 6$)(图 2b)。在发生早期($F_{2,177} = 37.179\ 0, P < 0.000\ 1$)、主要发生期($F_{2,357} = 80.393\ 0, P < 0.000\ 1$)和发生晚期($F_{2,267} = 61.359\ 0, P < 0.000\ 1$),黄金菊和蓝花鼠尾草上蓟马发生量显著高于葡萄下层(图 2b)。在发生早期($F_{3,236} = 20.556\ 0, P < 0.000\ 1$)和发生晚期($F_{3,446} = 73.783\ 0, P < 0.000\ 1$),黄金菊上蓟马发生量显著高于葡萄上下层和蓝花鼠尾草。在主要发生期($F_{3,386} = 61.433\ 0, P < 0.000\ 1$),葡萄上层和黄金菊上蓟马发生量显著高于葡萄下层和蓝花鼠尾草,葡萄上层和黄金菊上蓟马发生量无显著差异($F_{1,148} = 2.464\ 0, P = 0.118\ 6$)。在发生早期($F_{1,118} = 10.471\ 0, P = 0.001\ 6$)、主要发生期($F_{1,238} = 44.361\ 0, P < 0.000\ 1$)和发生晚期($F_{1,178} = 51.296\ 0, P < 0.000\ 1$),黄金菊上蓟马发生量显著高于蓝花鼠尾草(图 2b)。

综上可知,避雨栽培葡萄上蓟马的发生高峰在 8 月下旬至 9 月中下旬,且主要发生于葡萄上层,其在葡萄上层暴发后短时间内数量增长迅速,增长趋势较下层明显。此外,黄金菊和蓝花鼠尾草均对避雨栽培葡萄上蓟马有一定的诱集效果,但黄金菊的诱集效果更好,对葡萄上主要发生期蓟马的诱集作用更强。

2.3 6 种杀虫剂对避雨栽培葡萄上优势种蓟马的室内毒力

6 种杀虫剂对避雨栽培葡萄上棕榈蓟马的室内毒力依次为:啉虫脒($LC_{50} = 43.506\ \text{mg/L}$) > 阿维菌素($LC_{50} = 80.823\ \text{mg/L}$) > 噻虫嗪($LC_{50} = 95.847\ \text{mg/L}$) > 吡虫啉($LC_{50} = 97.979\ \text{mg/L}$) > 氟啶虫胺胍($LC_{50} = 179.641\ \text{mg/L}$) > 高效氟氯氰菊酯($LC_{50} = 240.664\ \text{mg/L}$);对避雨栽培葡萄上黄蓟马的室内毒力效果依次为:阿维菌素($LC_{50} = 55.038\ \text{mg/L}$) > 啉虫脒($LC_{50} = 59.537\ \text{mg/L}$) > 噻虫嗪($LC_{50} = 67.630\ \text{mg/L}$) > 吡虫啉($LC_{50} = 111.373\ \text{mg/L}$) > 氟啶虫胺胍($LC_{50} = 143.968\ \text{mg/L}$) > 高效氟氯氰菊酯($LC_{50} = 200.273\ \text{mg/L}$);对避雨栽培葡萄上西花蓟马的室内毒力效果依次为:阿维菌素($LC_{50} = 101.448\ \text{mg/L}$) > 噻虫嗪($LC_{50} = 173.399\ \text{mg/L}$) > 啉虫脒($LC_{50} = 203.489\ \text{mg/L}$) > 氟啶虫胺胍($LC_{50} = 209.607\ \text{mg/L}$) > 吡虫啉($LC_{50} = 325.739\ \text{mg/L}$) > 高效氟氯氰菊酯($LC_{50} = 380.294\ \text{mg/L}$)(表 2)。

棕榈蓟马对啉虫脒的敏感度最高,其次是阿维菌素(相对毒力为 1.86 倍)和噻虫嗪(相对毒力为 2.20 倍);黄蓟马和西花蓟马对阿维菌素的敏感度最高,相对毒力分别为 1.27 倍和 2.33 倍,其次是啉虫脒,相对毒力分别为 1.37 倍和 4.68 倍,噻虫嗪相对毒力分别为 1.55 倍和 3.99 倍,说明这 3 种药剂对避雨葡萄上 3 种主要蓟马具有较好的毒力效果。这 3 种蓟马对吡虫啉(相对毒力分别为 2.25 倍、2.56 倍和 7.49 倍)和氟啶虫胺胍(相对毒力分别为 4.13 倍、3.31 倍和 4.82 倍)的敏感度略低,对高效

氟氯氰菊酯的敏感度最低(相对毒力分别为 5.53 倍、4.60 倍和 8.74 倍)(表 2)。

表 2 6 种杀虫剂对避雨栽培葡萄上优势种蓟马成虫的室内毒力

Table 2 Indoor toxicity of six kinds of insecticides to dominant thrips species on cultivated grapes in rain-shelter							
蓟马种类 Thrips species	杀虫剂 Insecticide	斜率±标准误 Slope±SE	LC ₅₀ / mg·L ⁻¹	95%置信限/mg·L ⁻¹ Confidence interval	卡方值 χ^2	自由度 df	相对毒力 Relative toxicity
棕榈蓟马 <i>Thrips palmi</i>	啉虫脒 acetamiprid	1.138±0.205	43.506	27.040~58.190	0.770	19	1.00
	阿维菌素 abamectin	1.110±0.243	80.823	44.021~110.150	1.438	19	1.86
	噻虫嗪 thiamethoxam	1.284±0.241	95.847	63.613~123.624	0.935	18	2.20
	吡虫啉 imidacloprid	1.414±0.449	97.979	15.649~153.964	0.435	19	2.25
	氟啉虫胺脒 sulfoxaflor	1.372±0.362	179.641	108.671~224.498	0.577	19	4.13
	高效氟氯氰菊酯 beta-cyfluthrin	1.457±0.361	240.664	160.131~286.301	0.356	19	5.53
黄蓟马 <i>Thrips flavus</i>	啉虫脒 acetamiprid	1.438±0.209	59.537	45.042~73.437	3.019	19	1.37
	阿维菌素 abamectin	1.024±0.145	55.038	40.222~80.022	3.644	16	1.27
	噻虫嗪 thiamethoxam	1.545±0.287	67.630	47.929~84.029	0.748	19	1.55
	吡虫啉 imidacloprid	1.472±0.547	111.373	26.030~143.277	0.435	19	2.56
	氟啉虫胺脒 sulfoxaflor	2.105±0.426	143.968	114.633~165.084	3.747	19	3.31
	高效氟氯氰菊酯 beta-cyfluthrin	1.499±0.560	200.273	145.701~233.265	0.561	18	4.60
西花蓟马 <i>Frankliniella occidentalis</i>	啉虫脒 acetamiprid	1.902±0.601	203.489	134.638~236.819	1.611	19	4.68
	阿维菌素 abamectin	0.893±0.147	101.448	67.908~186.741	2.591	16	2.33
	噻虫嗪 thiamethoxam	1.545±0.246	173.399	141.804~212.339	5.397	19	3.99
	吡虫啉 imidacloprid	2.136±0.317	325.739	273.400~425.977	6.208	19	7.49
	氟啉虫胺脒 sulfoxaflor	1.707±0.363	209.607	170.796~254.629	0.184	16	4.82
	高效氟氯氰菊酯 beta-cyfluthrin	1.419±0.406	380.294	309.809~608.446	0.939	19	8.74

3 结论与讨论

本研究在云南寻甸避雨栽培葡萄上共采集到 10 种蓟马。其中棕榈蓟马(35.97%)、黄蓟马(29.22%)和西花蓟马(24.50%)所占比例较高,为优势种蓟马,是避雨栽培葡萄虫害防控的重点。花蓟马(3.61%)、华筒管蓟马(2.02%)、黄胸蓟马(1.81%)和烟蓟马(1.54%)占比较低,葱韭蓟马、禾蓟马和端大蓟马占比总和仅为 1.33%。曹少杰等^[11]报道了陕西葡萄上的主要蓟马种类为茶黄硬蓟马和烟蓟马。姜建军等^[12]报道了广西葡萄上优势种蓟马有茶黄硬蓟马、黄胸蓟马 *Thrips hawaiiensis* 和杜鹃蓟马 *Thrips andrewsi* 等。希腊^[4]、巴西^[6]、印度^[10]等报道露天葡萄上主要蓟马种类有西花蓟马、黄胸蓟马、棕榈蓟马 *Thrips palmi*、茶黄硬蓟马和葡萄镰蓟马 *Drepanothrips reuteri* 等。而本研究避雨葡萄上未发现茶黄硬蓟马等种类,这说明不同地区 and 不同栽培模式葡萄上蓟马种类呈现多样性,推测可能是由于气候条件、葡萄品种和田间微环境差异造成的^[10,27]。随着国际贸易的快速发展,不同地区的本地优势种蓟马能借助水果的交易转运进行交叉传播,严重影响各地常见蓟马的种间生态平衡,阻碍蓟马防治工作的开展。因此,做好定期调查避雨葡萄上蓟马种类的工作对于葡萄生产具有重要意义。

云南寻甸避雨栽培葡萄上蓟马的发生高峰在 8 月下旬至 9 月中下旬,此时段葡萄果实处于着色期至成熟采收期。与 Jensen^[4]、Ranganath 等^[10]、何平等^[28]报道花期过后葡萄上蓟马数量出现下降不同,这可能与避雨棚结构特点和寻甸地区夏季多雨导致空气湿度增大有关^[27,29]。避雨棚在避免雨水接触葡萄的同时,也减少了雨水对蓟马的直接伤害,雨后积水蒸发,导致棚内温度降低、湿度上升,更利于蓟马的繁殖。本研究避雨葡萄上蓟马主要分布于葡萄上层,与时晓芳等^[9]的调查结果一致,亦与贝亚维等^[30]和裴莹莹等^[31]调查茄子和菜椒上西花蓟马和棕榈蓟马垂直分布情况的结果一致,造成此结果的原因一方面与蓟马的趋嫩性有关,另一方面葡萄相比于植株体小的作物在垂直方向上分层更明显,不同部位温湿度及光照等环境因子有所差异,蓟马趋向更适宜生存和繁殖的环境是造成此结果的一个重要原因^[32]。

本研究诱集植物黄金菊和蓝花鼠尾草均对避雨栽培葡萄上蓟马有一定的诱集效果,配合粘虫板能较为有效地控制蓟马在葡萄上的发生。但黄金菊的诱集效果更好,对葡萄上主要发生期蓟马的诱集作用更强。Blumthal 等^[33]调查了温室內非洲菊 *Gerbera jamesonii* 等 3 种植物不同花色品种上的西花蓟马成虫数量,结果表明黄花品种上蓟马成虫数量

显著高于其他花色品种。Buitenhuis 等^[18]报道了作为诱集植物的黄色开花菊花能有效降低营养生长菊花上西花蓟马数量;张晓明等^[25]调查了温室大棚内不同花色菊花品种上的西花蓟马种群密度,结果表明黄色系菊花品种上种群密度高于其他色系。Teulon 等^[34]报道了蓟马能利用某些植物挥发物质寻找寄主;梁兴慧^[35]研究了辣椒等 8 种植物的挥发物对蓟马行为的影响,发现不同植物挥发物对蓟马的引诱力不同。故推测本研究黄金菊上蓟马发生量高于蓝花鼠尾草的原因可能与蓟马对开黄花植物趋向性更强或黄金菊能挥发出某些引诱力强的特殊化合物有关。本研究结果初步表明黄金菊和蓝花鼠尾草可作为诱集植物防治避雨栽培葡萄上的蓟马类害虫,通过种植诱集植物诱集蓟马,并结合杀虫剂或粘虫板等毒杀或诱杀蓟马,可降低蓟马对主要作物的为害,减少化学药剂在葡萄上的直接使用。但黄金菊等诱集植物对葡萄上蓟马的诱集机理以及其能否用于诱集葡萄上其他害虫还有待进一步研究。

供试 6 种杀虫剂中,啉虫脒、阿维菌素和噻虫嗪对 3 种蓟马的室内毒力相对较高,推荐用于避雨栽培葡萄上蓟马的防治。其中啉虫脒和阿维菌素分别属于高效低毒低风险化学制剂^[36-37]和高效生物源杀虫剂^[38],对环境较友好。但有研究报道噻虫嗪存在污染地下水和干扰蜜蜂行为的较大潜在风险^[37,39],故建议适当控制噻虫嗪的用量,以减少化学药剂对生态环境的破坏。云南寻甸葡萄上棕榈蓟马种群对阿维菌素的敏感性低于山东济南菜椒上^[40]和北京房山茄子上种群^[41]对该药剂的敏感性,对吡虫啉的敏感性低于山东各地蔬菜上种群^[16]对该药剂的敏感性。阿维菌素对葡萄上西花蓟马种群的 LC_{50} 分别是北京海淀辣椒上^[42]、贵阳白云玫瑰上^[43]、北京昌平黄瓜上^[42]和云南嵩明菊花上^[26]种群的 20.96 倍、25.63 倍、26.02 倍和 27.24 倍,西花蓟马种群对吡虫啉的敏感性低于云南嵩明菊花上^[26]、云南昆明玫瑰和云南玉溪大葱上种群^[44-45]对其的敏感性,却高于北京房山、昌平和河北固安黄瓜上种群^[44-45]对其的敏感性,以上差别可能是由于各自生物测定方法不同及供试蓟马所处生态环境和寄主植物不一致造成的,一定程度上也说明云南寻甸地区使用以上药剂的频率和用量较高,棕榈蓟马和西花蓟马对这两种药剂产生了微弱抗性。而本研究西花蓟马对 6 种药剂的敏感度均明显低于棕榈蓟马和黄蓟马,说明其对这些药剂的抗性强于另外二者,因此,西花

蓟马仍是目前防治的重点和难点。本试验高效氟氯氰菊酯对 3 种优势种蓟马的毒力较低,与前人报道高效氟氯氰菊酯对菜椒等作物上棕榈蓟马和西花蓟马的毒力不高一致^[40,46],说明高效氟氯氰菊酯对蓟马的防效不佳。国内外对黄蓟马的研究主要集中于生物学特性及为害特点方面,有关其室内毒力的报道较少,因此常用杀虫剂的筛选对其他作物上黄蓟马的化学防控具有指导作用。

参考文献

- [1] 杜飞, 朱书生, 王海宁, 等. 不同避雨栽培模式对葡萄主要病害的防治效果和植株冠层温湿度的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2011, 26(2): 177-184.
- [2] 杨顺林, 郭淑萍, 李佛莲. 云南鲜食葡萄产业概况与发展对策[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2019(2): 3-6.
- [3] 王世平, 李勃. 中国设施葡萄发展概况[J]. 落叶果树, 2019, 51(1): 1-5.
- [4] JENSEN F. Timing of halo spotting by flower thrips on table grapes [J]. California Agriculture, 1973, 27(10): 6-8.
- [5] RODITAKIS E, RODITAKIS N E. Assessment of the damage potential of three thrips species on white variety table grapes—*in vitro* experiments [J]. Crop Protection, 2007, 26(4): 476-483.
- [6] LOPES R B, TAMAI M A, ALVES S B, et al. Occurrence of thrips on Niagara table grape and its control with the insecticides thiacloprid and methiocarb associated with *Metarhizium anisopliae* [J]. Revista Brasileira de Fruticultura, 2002, 24(1): 269-272.
- [7] 褚姝频, 肖婷, 周福才, 等. 葡萄早春主要小型害虫的预警监测技术研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2019, 40(6): 122-126.
- [8] 姜彩鸽, 宋双, 李茜, 等. 露地葡萄蓟马种群消长规律和空间分布研究[J]. 宁夏农林科技, 2019, 60(12): 48-51.
- [9] 时晓芳, 白先进, 谢太理, 等. 一年两收栽培模式下粘虫板对葡萄蓟马诱杀效果[J]. 西南农业学报, 2017, 30(12): 2654-2658.
- [10] RANGANATH H R, KUMAR N K K, KUMAR V. Thrips species composition on grapes in Karnataka and Maharashtra [J]. Journal of Horticultural Sciences, 2008, 3(2): 172-175.
- [11] 曹少杰, 王录军, 付宏岐. 陕西果树蓟马种类及综合防治研究[J]. 山西农业科学, 2016, 44(5): 666-668.
- [12] 姜建军, 黄立飞, 陈红松, 等. 葡萄上蓟马种类与发生规律[J]. 植物保护, 2016, 42(2): 214-217.
- [13] 姜建军, 王凤英, 黄立飞, 等. 17 种药剂对葡萄茶黄蓟马的室内毒力测定[J]. 中国南方果树, 2016, 45(1): 102-104.
- [14] 陈爱军. 桂林避雨栽培葡萄病虫害发生规律及防治技术[J]. 中国南方果树, 2011, 40(2): 71-72.
- [15] THALAVAISUNDARAM S, HERRON G A, CLIFT A D, et al. Pyrethroid resistance in *Frankliniella occidentalis* (Pergan-

- de) (Thysanoptera: Thripidae) and implications for its management in Australia [J]. Australian Journal of Entomology, 2008, 47(1): 64-69.
- [16] 侯海霞, 于毅, 周仙红, 等. 山东省棕榈蓟马田间种群对 7 种杀虫剂的抗药性[J]. 植物保护, 2015, 41(5): 151-154.
- [17] 唐良德, 赵海燕, 付步礼, 等. 海南普通大蓟马抗药性监测及对 6 种杀虫剂的敏感性[J]. 环境昆虫学报, 2018, 40(5): 1175-1181.
- [18] BUITENHUIS R, SHIPP J L, JANDRICIC S, et al. Effectiveness of insecticide-treated and non-treated trap plants for the management of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in greenhouse ornamentals [J]. Pest Management Science, 2007, 63(9): 910-917.
- [19] ZHANG Xiaoming, LÖVEI G L, FERRANTE M, et al. The potential of trap and barrier cropping to decrease densities of the whitefly *Bemisia tabaci* MED on cotton in China [J]. Pest Management Science, 2020, 76(1): 366-374.
- [20] 邢楚明, 韩冬银, 李磊, 等. 蓟马在芒果园田间的时空动态[J]. 环境昆虫学报, 2017, 39(6): 1258-1265.
- [21] 张宏瑞, OKAJIMA S, MOUND L A. 蓟马采集和玻片标本的制作[J]. 昆虫知识, 2006, 43(5): 725-728.
- [22] 韩运发. 中国经济昆虫志. 第五十五册, 缨翅目[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 226-471.
- [23] 梁贵红, 张宏瑞, 李自命, 等. 斗南花卉蓟马种类及发生研究[J]. 西南农业学报, 2007, 20(6): 1291-1295.
- [24] 陈俊谕, 牛黎明, 李磊, 等. 不同颜色粘虫板对花蓟马的田间诱集效果[J]. 环境昆虫学报, 2017, 39(5): 1169-1176.
- [25] 张晓明, 姚茹瑜, 张宏瑞, 等. 不同花色菊花品种上西花蓟马种群密度及雌雄比[J]. 植物保护学报, 2017, 44(5): 737-745.
- [26] 张晓明, 柳青, 李宜儒, 等. 六种常见杀虫剂对西花蓟马和花蓟马的毒力测定[J]. 环境昆虫学报, 2018, 40(1): 215-223.
- [27] 刘薇薇, 雷志强, 董丹, 等. 南方地区葡萄避雨栽培病虫害防控技术[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2014(3): 39-46.
- [28] 何平, 李悦娜, 黄曦, 等. 曲靖市葡萄病虫害发生规律调查及综合防治[J]. 云南农业科技, 2018(S1): 82-84.
- [29] KAKEI Y, TSUCHIDA K. Influences of relative humidity on mortality during the pupal stage of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Applied Entomology and Zoology, 2000, 35(1): 63-67.
- [30] 贝亚维, 陈华平, 顾秀慧, 等. 棕榈蓟马在茄子不同叶位的种群数量分布及其动态研究[J]. 浙江农业学报, 1999(1): 24-26.
- [31] 裴昌莹, 张艳萍, 郑长英. 西花蓟马成虫在日光温室内的分布和日活动规律[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(2): 384-387.
- [32] 韩云, 唐良德, 吴建辉. 蓟马类害虫综合治理研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(22): 163-174.
- [33] BLUMTHAL M R, CLOYD R A, SPOMER L A, et al. Flower color preferences of western flower thrips [J]. Hort Technology, 2005, 15: 846-853.
- [34] TEULON D A J, PENMAN D R, RAMAKERS P M J. Volatile chemicals for thrips (Thysanoptera: Thripidae) host finding and applications for thrips pest management [J]. Journal of Economic Entomology, 1993, 86(5): 1405-1415.
- [35] 梁兴慧. 两种蓟马的日活动规律及其对植物挥发物的趋性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2010.
- [36] 周育, 庾琴, 侯慧锋, 等. 新型烟碱类杀虫剂啉虫脒研究进展[J]. 植物保护, 2006, 32(3): 16-20.
- [37] 谭丽超, 程燕, 卜元卿, 等. 新烟碱类农药在我国的登记现状及对蜜蜂的初级风险评估[J]. 生态毒理学报, 2019, 14(6): 292-303.
- [38] 徐汉虹, 梁明龙, 胡林. 阿维菌素类药物的研究进展[J]. 华南农业大学学报, 2005, 26(1): 1-6.
- [39] 张鹏, 慕卫, 刘峰, 等. 噻虫嗪在土壤中的吸附和淋溶特性[J]. 环境化学, 2015, 34(4): 705-711.
- [40] 张安盛, 庄乾营, 周仙红, 等. 日光温室防治棕榈蓟马药剂筛选[J]. 植物保护, 2013, 39(6): 180-183.
- [41] 王泽华, 孙艳艳, 魏书军, 等. 几种杀虫剂对棕榈蓟马的室内毒力与田间防效[J]. 植物保护, 2015, 41(5): 221-224.
- [42] 王泽华, 侯文杰, 郝晨彦, 等. 北京地区西花蓟马田间种群的抗药性监测[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(3): 542-547.
- [43] 曹宇, 李灿, 马恒, 等. 五种杀虫剂对西花蓟马的室内毒力测定[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(16): 3939-3941.
- [44] 王彭, 刘叙杆, 黄正谊. 5 种药剂对不同地区蓟马田间优势种群的敏感度测定[J]. 农药, 2016, 55(7): 527-529.
- [45] WANG Zehua, GONG Yajun, JIN Guihua, et al. Field-evolved resistance to insecticides in the invasive western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in China [J]. Pest Management Science, 2016, 72(7): 1440-1444.
- [46] 单彩慧, 王鸣华, 范加勤, 等. 西花蓟马防治药剂的室内筛选[J]. 农药, 2010, 49(10): 768-770.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 264 页)

- [20] IOOS R, BELHADJ A, MENEZ M, et al. The effects of fungicides on *Fusarium* spp. and *Microdochium nivale* and their associated trichothecene mycotoxins in French naturally-infected cereal grains [J]. Crop Protection, 2005, 24(10): 894-902.
- [21] MAGAN N, HOPE R, COLLEATE A B, et al. Relationship between growth and mycotoxin production by *Fusarium* species, biocides and environment [J]. European Journal of Plant Pathology, 2002, 108: 685-690.
- [22] SIRANIDOU E, BUCHENAUER H. Chemical control of *Fusarium* head blight on wheat [J]. Journal of Plant Diseases and Protection, 2001, 108: 231-243.

(责任编辑: 杨明丽)