

不同色板对柑橘园蓟马的诱集效果 及蓝板的诱捕效果*

于法辉^{1**} 夏长秀² 李春玲³ 张宏宇^{1***}

(1. 华中农业大学城市与园艺昆虫研究所 武汉 430070; 2. 江西省赣州市柑桔科学研究所 赣州 341000;

3. 湖北省当阳市特产技术推广中心 宜昌 444100)

The attractiveness of different colors to thrips in citrus orchards and the trapping effect of blue sticky card. YU Fa-Hui^{1**}, XIA Chang-Xiu², LI Chun-Ling³, ZHANG Hong-Yu^{1***} (1. *Institute of Urban and Horticultural Insects, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China*; 2. *Institute of Citrus Science Research of Ganzhou City, Ganzhou 341000, China*; 3. *Technology of Agriculture and Special Product Extension Center, Dangyang Country, Yichang 444100, China*)

Abstract The attractiveness to thrips of 10 types of colored sticky cards: yellow, blue, blue-deep, white, red, green, purple, gray and pink, was investigated in citrus orchards. Thrips significantly preferred blue and deep-blue cards to the other eight colors ($P < 0.01$). Results on the effect of aspect on the trapping efficiency of blue cards indicated that significantly more thrips were trapped on southern cards than those on cards located to the west and north ($P < 0.05$). Significantly more thrips were trapped by cards placed at 120 cm above ground level than those placed at 60, 180 and 240 cm. Significantly more thrips were trapped on cards spaced at intervals of 4 and 5 m than on cards spaced at intervals of 2 and 3 m. There was no significant difference in the number of thrips trapped in each of 5 consecutive 2-hour periods from 8 am to 6 pm. Plot experiments indicate that the control effect of blue sticky cards after 3, 6 and 12 days was 41.5%, 53.9% and 37.7% respectively.

Key words citrus, thrips, color sticky card, attractiveness, trapping effect

摘 要 通过对黄色、蓝色、深蓝色、白色、红色、绿色、紫色、灰色、黑色和粉红色 10 种不同颜色色板对柑橘园蓟马的诱集效果的比较试验表明,柑橘园蓟马对蓝色和深蓝色色板趋性最大,与其它 8 种颜色色板之间有着极显著差异 ($P < 0.01$)。蓝色色板对蓟马在东南西北 4 个不同方位中的诱捕作用研究表明,南面方位诱集的蓟马数量最多,与西、北两个方位之间有着显著差异 ($P < 0.05$)。当平均株高为 220 cm 时,挂板高度分别为 60、120、180 和 240 cm,高度为 120 cm 时诱集的蓟马数量最多,与其它 3 个高度之间存在显著差异。色板间距分别为 2、3、4 和 5 m 时,结果表明间距为 4 m 和 5 m 时每板诱集的蓟马数量较多,与其它间距之间有着显著差异。从上午 8 点到下午 6 点每间隔 2 h 的 5 个时间段中,各时间段之间没有显著差异。在蓝色色板的小区防治试验中,在挂板 3、6 和 12 d 后,诱捕效果分别达到 41.5%、53.9% 和 37.7%。

关键词 柑橘, 蓟马, 色板, 诱集力, 诱捕效果

蓟马属缨翅目昆虫, 体形微小, 约 1 mm, 幼虫呈白色、黄色或橘色, 成虫则呈黄色或黑色。在柑橘花期和幼果期, 成虫、若虫吸食柑橘嫩叶、嫩梢、花和幼果汁液。受害叶片变薄, 中脉两侧出现灰白色或灰褐色条斑, 表皮呈灰褐色,

受害严重时叶片扭曲变形, 长势衰弱。蓟马危

* 资助项目: 现代农业(柑橘)产业技术体系建设专项资金。

** E-mail: yufahui23@163.com

*** 通讯作者, E-mail: hongyu.zhang@mail.hzau.edu.cn

收稿日期: 2010-05-25, 修回日期: 2010-06-14

害幼果,特别是锉伤幼果果皮,蓟马若虫在幼果的萼片下取食,随着果实的生长,损害的表皮组织从萼片下转移到表面,从而在果蒂的周围形成明显的环状疤痕,产生大量次品果,影响果品质量和市场价格。在美国、日本等国家已经有这方面的报道,其危害性仅次于柑桔红蜘蛛^[1],但是,我国目前对此虫的报道较少,尚未引起重视。目前报道危害柑橘的蓟马有茶黄蓟马 *Scirtothrips dorsalis*、柑橘蓟马 *Scirtothrips citri*、温室蓟马 *Heliothrips haemorrhoidalis*、日本蓟马 *Thrips coloratu*、花蓟马 *Frankliniella intonsa*、橙黄蓟马 *Thrips flavidus*、蓝黄蓟马 *Chaetanaphothrips orchidii*、褐条网纹蓟马 *Hercotrips fasciatus*、褐带蓟马 *Taeniothrips lefroy*、中华蓟马 *Haplothrips chainensis* 和稻管蓟马 *Haplothrips aculeatus* 等多种。根据笔者调查,近年柑橘园蓟马发生日益加重,赣南、湖北等柑橘主产区由次要害虫逐渐上升为主要害虫,有些果园严重时危害率达 30% 以上。由于蓟马虫体小,大多数果农不易识别,用药没有针对性,再加上蓟马在土里化蛹,成若虫常隐藏在皱褶的嫩梢和花朵里危害,所以也给化学防治带来一定困难^[2,3]。昆虫对光、温度、湿度和某些化学物质等外界刺激所产生的趋向或背向行为活动称为趋性,色板诱杀是利用害虫对颜色的趋性而开发的一种害虫防治手段,是目前对微小害虫(如蓟马、烟粉虱、蚜虫和斑潜蝇等)种群动态进行测报和防治最为简单有效的方法之一^[4-6]。本试验研究了不同颜色色板对柑橘园蓟马的诱集力,挂板方位、高度、不同间距及不同时间段对诱集力的影响,以及大田中蓝板对蓟马的防治效果。

1 材料与方法

1.1 供试材料

黄色、白色、红色、绿色、紫色、灰色、黑色、蓝色、深蓝色、粉红色 10 种颜色色板(佳多科工贸有限责任公司生产),规格为 24 cm × 20 cm。

1.2 试验设计

试验设在宜昌凤凰山柑橘生态农业基地,树龄 6 年,株距 2 m,行距 3 m。试验共设 10 个颜色处理,不同颜色处理间隔 2 m 挂置于柑橘树的南面方位,色板距地面高度约 1.2 m,每个处理设 3 个重复。4 个方位处理,即蓝色色板分别挂置于柑橘树的正东、正南、正西、正北方位,每处理 3 次重复。4 个高度处理,色板中心距地表分别为 60、120、180 和 240 cm,重复之间相隔 2 m,置于树的南面方位。4 个间距处理分别是 2、3、4 和 5 m,置于树南面方位同样高度,每处理 3 次重复。5 个时间段分别为 8:00—10:00、10:00—12:00、12:00—14:00、14:00—16:00、16:00—18:00,每隔 2 h 记录一次色板上的蓟马数量。蓝板防效试验,按 3 m × 4 m 挂板,每小区面积为 9 m × 15 m,3 次重复,同样面积的小区做对照。

1.3 调查与观察

试验从花期开始,挂板后每隔 1 d 调查 1 次,调查记载各个方位色板上蓟马数量,连续调查 4 次。同时,观察记载试验期间天气情况。蓝板防效试验,在挂板 3、6 和 12 d 后,分别于实验组和对照组采用棋盘式取样法选定 5 株柑橘树,每株按东南西北中各随机选 5 朵花,调查花朵里的蓟马数量。

1.4 数据分析与处理

数据经 DPS 和 Excel 进行分析,诱捕效果计算公式如下:

$$\text{诱捕效果}(\%) = \frac{\text{对照组虫口数} - \text{实验组虫口数}}{\text{对照组虫口数}} \times 100。$$

2 结果与分析

2.1 不同色板对柑橘园蓟马的诱集效果

柑橘园蓟马对黄色、白色、红色、绿色、紫色、灰色、黑色、蓝色、深蓝色、粉红色 10 种不同颜色色板的趋性各不相同,深蓝色、蓝色、白色、绿色、黄色、紫色、粉红色、灰色、黑色、红色 10 种不同颜色色板平均诱虫数分别是 45.08、36.83、15.50、12.75、4.58、4.58、3.17、2.17、1.50、0.83 头/板。其中柑橘园蓟马对深蓝色

和蓝色的趋性最大,白色次之,其余各色板较差。深蓝色和蓝色色板诱捕柑橘园蓟马虫口与其余 8 种颜色之间存在极显著的差异 ($P < 0.01$),白色色板与红色色板之间有显著差异 ($P < 0.05$),其它色板之间没有显著差异。

表 1 不同颜色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

色板颜色	平均虫数* (头/板) (m ± SE)		
深蓝色	45.08 ± 10.04	a**	A**
蓝色	36.83 ± 10.59	a	A
白色	15.50 ± 2.21	b	B
绿色	12.75 ± 2.77	bc	B
黄色	4.58 ± 0.58	bc	B
紫色	4.58 ± 2.02	bc	B
粉红色	3.17 ± 0.77	bc	B
灰色	2.17 ± 0.73	bc	B
黑色	1.50 ± 0.16	bc	B
红色	0.83 ± 0.17	c	B

注:* 为 4 d 内 3 个重复诱捕虫量的平均数(表 2、3、4、5 同)。** 为平均数后面一列相同小写字母表示在 0.05 水平差异不显著,相同大写字母表示在 0.01 水平差异不显著。(下表同)

2.2 不同方位蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

试验结果表明,在东南西北 4 个方位中,东、南、西、北各方位平均诱虫数分别是 12.67、8.75、8.15 和 7.00 头/板,以南面方位的诱捕效果最好,诱捕的蓟马数量最多。南面方位与东面方位没有显著差异,与西、北方位之间存在显著差异 ($P < 0.05$),东、西、北 3 个方位之间没有显著差异(表 2)。

表 2 不同方位蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

方位	平均虫数* (头/板) (m ± SE)		
南	12.67 ± 4.22	aA**	A**
东	8.75 ± 2.52	ab	A
西	8.15 ± 2.27	b	A
北	7.00 ± 1.86	b	A

2.3 不同高度蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

结果表明,在柑橘株高平均为 220 cm 左右时,蓝色色板中心距地表高度为 120 cm 时诱集的蓟马数量最多,即色板挂在株高的中等偏上

时对蓟马的诱集效果最好,与其它高度之间存在显著差异 ($P < 0.05$) (表 3),随着高度的上升或降低,诱虫量逐渐减少。

表 3 不同高度蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

高度 (cm)	平均虫数* (头/板)		
120	21.92 ± 5.65	a	A
180	12.67 ± 1.25	b	AB
60	8.58 ± 2.00	b	B
240	7.17 ± 1.55	b	B

2.4 不同间距蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

试验结果表明,当色板间距为 4 m、5 m 时,每板诱集的蓟马数量最多,与间距为 2 m、3 m 之间存在着显著差异 ($P < 0.05$) (表 4)。虽然 4 m 与 5 m 之间没有差异显著,但是间距 5 m 的单位面积的诱虫数量比间距 4 m 的单位诱虫数量少,实际生产上采取间距为 4 m 效果比较好。

表 4 不同间距蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

间距 (cm)	平均虫数* (头/板) (m ± SE)		
4	27.42 ± 4.68	a**	A**
5	26.08 ± 5.78	a	AB
3	16.75 ± 2.50	b	BC
2	13.42 ± 1.99	b	C

2.5 不同时段蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

试验结果表明,8:00—18:00 的每间隔 2 h 5 个时间段中,各个时间段之间没有显著差异(以 $P < 0.05$) (表 5)。

表 5 不同时段蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕作用

时间	平均虫数* (头/板) (m ± SE)		
10:00—12:00	23.44 ± 4.96	a**	A**
12:00—14:00	21.67 ± 5.42	a	A
8:00—10:00	20.22 ± 1.06	a	A
14:00—16:00	15.44 ± 4.78	a	A
16:00—18:00	10.33 ± 1.20	a	A

2.6 蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕效果

分别于实验组和对照组采用棋盘式取样法选定 5 株桔树,每株按东南西北中各随机选 5 朵花,调查花朵里的蓟马数量。结果显示(表

6),蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕效果达到37.7%~53.9%,在盛花期诱捕效果可达到53.9%。

表6 蓝色色板对柑橘园蓟马的诱捕效果

时间	实验组 [*]	对照组 [*]	诱捕效果(%)
3	55	94	41.5
6	56.7	123	53.9
12	51.7	83	37.7

注:* 为蓟马数量(头/每125朵花)

3 讨论

蓟马对不同颜色的嗜好早已被 Lewis^[7]证实了,Mathur 和 Mohan Ram^[8]认为大多数蓟马对白色和黄色粘板的趋性较大,但在本试验中,以蓝色和深蓝色对柑橘地蓟马最有吸引力,与其它8种颜色有着极显著差异。陈华平等^[9]研究发现对棕榈蓟马最具吸引力的是蓝色。李江涛等^[10]研究表明对西花蓟马诱集力最好的单一颜色色板是蓝色,在颜色混配中,蓝黄比例5:1时诱集到的西花蓟马数量大于蓝色单一颜色色板,但没有指出二者之间是否存在显著差异。段登晓等^[11]研究表明蓝色对西花蓟马成虫引诱效果最强。魏远安等^[12]测定发现蓝色基座诱捕器对华管蓟马的诱集量最好。在Brodsgaard^[13]、Chu等^[14]的研究中,蓝色是对西花蓟马成虫最有诱集力的颜色,这与本文试验结果蓝色对柑橘园蓟马诱集效果最好相一致。但是,Cho等^[15]报道在西红柿上,黄色粘板诱捕的西花蓟马虫量明显多于蓝色粘板。Beavers等^[16]报道蓝色粘板和黄色粘板上诱集到的西花蓟马数量没有显著性差异。Blumthal等^[17]报道在菊花上黄色粘板对西花蓟马的诱集效果好于蓝色粘板,这与本文的试验结果不符。但在本试验中深蓝色同样对蓟马有较好的诱集效果,造成这些差异性的原因可能是不同寄主,粘板的形状及大小,试验田背景色不同,不同的挂板高度等原因。Vernon 和 Gillespie^[18]的研究表明在黄瓜温室中,在淡紫色背景色下圆柱形黄色粘板的诱集效果和立方体、球形、矩形等其他形状黄色粘板的诱集效

果之间有显著差异性,紫色或黄色粘板放在背景色和粘板颜色差异较大的环境里的诱集效果好于粘板颜色和背景色较近的环境。不同蓟马对颜色的趋性差异性,可能与其行为有关,因此,可进一步对蓟马的行为进行研究。

不同方位蓝色色板对柑橘地蓟马的诱捕作用表明,南方位诱集的蓟马虫口数较多,与西北两个方位有着显著差异,该结果与陈华平等^[9]研究结果朝向正北方向的色板诱集效果较好相矛盾。不同方位的差异性可能与太阳光照有关,也可以进一步从蓟马的行为上进行探索。不同方位、间距及高度对蓟马的诱集效果不同,可以为以后进行色板防治提供依据。色板诱捕技术,操作简便,成本低,无农药污染,可用于降低田间微小害虫种群密度,同时也可作为调查害虫种群数量、种群季节消长及转移规律的有效手段。

参 考 文 献

- 1 张权炳,权银,许生吉,等. 蓟马对柑桔苗木的危害与防治. 中国南方果树,2004,33(5): 23~24.
- 2 张纯胃. 害虫的趋色性及其“粘虫色板”应用技术的进展. 植物保护与农产品质量安全论文集,2008.7~14.
- 3 吴青君,张友军,徐宝云,等. 入侵害虫西花蓟马的生物学、危害及防治技术. 昆虫知识,2005,42(1): 11~14.
- 4 刘平,张鹏宇,冯兴龙,等. 昆虫的趋色性在虫害预测和防治中的应用. 第五届全国干果生产、科研进展学术研讨会论文集,2007,5: 369~371.
- 5 傅建伟,徐敦明,吴玮,等. 不同蔬菜害虫对色彩的趋性差异. 昆虫知识,2005,42(5): 532~533.
- 6 贝亚维,林文彩,章金明,等. 黄色诱虫板控制设施微小害虫效果研究. 科技创新与绿色植保——中国植物保护学会2006学术年会论文集,2006. 262~266.
- 7 Lewis T. A comparison of water traps, cylindrical sticky traps and suction traps for sampling thysanopteran populations at different levels. J. Entom. Exp. Appl., 1959,2: 204~215.
- 8 Mathur G., Mohan Ram H. Y. Significance of petal color in thrips pollinated *Lantana camara* L. Ann. Bot., 1978, 42: 1473~1476.
- 9 陈华平,贝亚维,顾秀慧,等. 棕榈蓟马(*Thrips palmi*)对不同颜色粘卡的嗜好及其蓝色粘卡诱虫量的研究. 应用生态学报,1997,8(3): 335~337.
- 10 李江涛,邓建华,刘忠善,等. 不同颜色色板对西花蓟马的诱集效果比较. 植物检疫,2008,22(6): 360~363.

- 11 段登晓,李江涛,邓建华,等. 西花蓟马成虫在田间对不同颜色的反应. 安徽农业科学, 2009, **37**(2): 689 ~ 691.
- 12 魏远安,杜布亚,曾东强,等. 不同颜色 CC 诱捕器对叶蝉和蓟马的诱捕作用. 广西科学, 1999, **6**(6): 65 ~ 68.
- 13 Brodsgaard H. F. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis*. *J. Environ. Entomol.*, 1993, **22**(3): 647 ~ 653.
- 14 Chu C. C., Pinter P. J., Henneberry T. J., *et al.* Use of CC Traps with different trap base colors for silver leaf Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae), Thrips (Thysanoptera: Thripidae), and Leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). *J. Econ. Entom.*, 2000, **93**(4): 1 329 ~ 1 337.
- 15 Cho K., Eckel C. S., Walgenbach J. F., *et al.* Comparison of colored sticky traps for monitoring thrips populations (Thysanoptera: Thripidae) in staked tomato fields. *J. Entom. Sci.*, 1995, **30**(2): 176 ~ 190.
- 16 Beavers J. B., Shaw J. G., Hampton R. B., *et al.* Color and height preference of the citrus thrips in a navel orange grove. *J. Econ. Entom.*, 1971, **64**(5): 1 112 ~ 1 113.
- 17 Blumthal M. R., Cloyd R. A., Spomer L. A., *et al.* Flower color preferences of western flower thrips. *J. Hort Technology*, 2005, **15**(4): 846 ~ 853.
- 18 Vernon R. S., Gillespie D. R. Influence of trap shape, size, and background color on captures of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in a cucumber greenhouse. *J. Econ. Entom.*, 1995, **88**(2): 288 ~ 293.

云南元阳梯田水稻田白背飞虱若虫空间分布型及理论抽样数^{*}

唐小艳^{**} 陈 斌^{***} 李正跃^{***} 李梓亦 王 芳

(生物多样性控制病虫害教育部重点实验室, 生物多样性控制作物病虫害应用技术
国家工程研究中心 云南农业大学植物保护学院 昆明 650201)

Spatial distribution patterns and theoretical sampling of *Sogatella furcifera* of nymph in rice terrace fields in Yuanyang. TANG Xiao-Yan^{**}, CHEN Bin^{***}, LI Zheng-Yue^{***}, LI Zi-Yi, WANG Fang (Key Laboratory of Agro-biodiversity and Pest Management of Education Ministry of China, The National Center for Agro-biodiversity, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract Dispersal indices, and the Iwao and Taylor regression methods, were used to investigate the spatial distribution and theoretical sample size of *Sogatella furcifera* (Horvath) nymphs in rice terrace fields at different altitudes in Yuanyang, Yunnan. Results show that younger nymphs had a negative binomial spatial pattern which was the result of their intrinsic biological characteristics and environmental factors. Iwao's $m^* - m$ regression model was $m^* = 3.96 + 1.09 m$ ($R = 0.97$), and Taylor's $V - m$ regression model was $\lg(V) = 0.28 + 1.34 \times \lg(m)$ ($R = 0.85$). The K -value of the negative binomial distribution was 3.53. The aggressive intensity coefficient was significantly different at different altitudes ($F = 5.77, P < 0.01$); $10.74 \pm 0.83, 23.67 \pm 3.50, 21.64 \pm 6.02, 47.10 \pm 5.71, 52.59 \pm 12.75$ and 13.72 ± 3.14 in rice fields at altitudes of 1 400 – 1 500 m, 1 501 – 1 600 m, 1 601 – 1 700 m, 1 701 – 1 800 m, 1 801 – 1 900 m and 1 901 – 2 000 m, respectively. The maximum aggressive intensity coefficient was in rice fields at altitudes of 1 701 – 1 800 and 1 801 – 1 900 m, and the minimum was in rice fields at altitudes of 1 400 – 1 500 and 1 901 – 2 000 m. Theoretical sampling equations were $n = \frac{1\ 905.43}{x} + 34.57$, $n = \frac{476.36}{x} + 8.64$, which gives the estimated sample size for different densities of nymphs with an accuracy of 0.1 and 0.2 respectively. According to the above equations, 30, 20 and 15 sampling units should be sampled when the density of the *S. furcifera* is assumed to be 5, 10 and 20 individuals per sampling unit. These results provide a basis for the scientific sampling and control of this pest.

Key words *Sogatella furcifera*, spatial distribution pattern, negative binomial distribution, distribution parameters, Yuanyang Terrace, Yunnan

摘 要 采用 Taylor 幂法扩散法和 Iwao 回归法分析了云南元阳哈尼梯田 1 400 ~ 2 000 m 海拔 16 个哈尼族传统水稻品种田白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath) 1 ~ 3 龄若虫的空间分布特征。结果表明, 白背飞虱 1 ~ 3 龄若虫在不同海拔、不同水稻品种田均呈聚集分布中的负二项分布, 其负二项分布的公共 K 值为 3.53, 聚集原因主要是由白背飞虱生物学特性和环境因素引起。Iwao 直线回归方程拟合公式为 $m^* = 3.96 + 1.09m$ ($R = 0.97$), Taylor 幂拟合公式为 $\lg(V) = 0.28 + 1.34 \times \lg(m)$ ($R = 0.85$)。其中, 在

^{*} 资助项目: 国家“973”项目(2006CB1002004)、全球环境基金(GEF)项目“Conservation and use of crop genetic diversity to control pests and diseases in support of sustainable agriculture”。

^{**}E-mail: ndxiaoyantang@126.com

^{***}通讯作者, E-mail: chbins@163.com; linzhengyue@263.net

收稿日期: 2009-09-27, 修回日期: 2010-02-08

1 400 ~ 1 500、1 501 ~ 1 600、1 601 ~ 1 700、1 701 ~ 1 800、1 801 ~ 1 900 和 1 901 ~ 2 000 m 海拔梯田稻田中,白背飞虱若虫平均拥挤度分别为 10.74 ± 0.83 、 23.67 ± 3.50 、 21.64 ± 6.02 、 47.10 ± 5.71 、 52.59 ± 12.75 、 13.72 ± 3.14 ,差异显著 ($F = 5.77, P < 0.01$),其中在 1 701 ~ 1 800 和 1 801 ~ 1 900 m 海拔稻田中白背飞虱平均拥挤度最高,表明在该海拔处白背飞虱在稻丛上分布较为集中,而在 1 400 ~ 1 500 和 1 901 ~ 2 000 m 海拔稻田中平均拥挤度最低。根据空间分布型参数,建立了精度分别为 0.1 和 0.2 时的理论抽样数模型,分别为 $n = \frac{1905.43}{x} + 34.57$, $n = \frac{476.36}{x} + 8.64$,该模型适用于不同虫口密度下的田间抽样。当白背飞虱虫口密度为 5、10、20 头/丛时,分别取样 30、20 和 15 个样方。

关键词 白背飞虱, 空间分布型, 负二项分布, 分布型参数, 元阳梯田, 云南

白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath) 是稻飞虱重要种类,常与褐飞虱 *Nilaparvata lugens* Stål 混合发生危害水稻,具有远距离迁飞习性^[1-4],能暴发成灾,造成“虱烧”,导致水稻大幅度减产,是全球多数水稻生产地区水稻上的一种重要害虫^[5],还能传播烟草丛枝症^[6]。通常,白背飞虱与褐飞虱混合发生,对营养和生态位的竞争使 2 种飞虱之间存在着程度不同的互作效应^[7]。近年来,全球气候异常,加之水稻品种的不断更换及中晚熟品种的大面积推广,我国白背飞虱的发生日趋严重,给水稻生产带来很大威胁^[8]。白背飞虱的生长发育,因水稻品种不同而有差异,杂交稻的种植有利于其种群数量的迅速增长^[9-11]。害虫空间分布的研究是制定害虫综合治理措施的基础^[12,13],有关白背飞虱若虫在现代种植和管理模式及杂交稻田的空间分布型已有研究报道^[14-16],而在云南元阳哈尼梯田传统种植模式及传统水稻品种田空间分布尚未见研究报道。

云南省元阳县哈尼梯田,地处滇南低纬度哀牢山区,海拔高差大,形成了元阳哈尼梯田独特的立体农业气候^[17]。水稻传统品种有白脚老粳、红脚老粳、月亮谷、糯谷等,在不同海拔,均有不同的传统稻谷品种为主栽品种^[18],而且相同地方品种不同村寨的居群遗传多样性不同^[19],这些传统品种已有上百年的种植历史,尚未有病虫害的大发生记载^[17]。林菁菁等研究报道^[20],元阳哈尼梯田系统中,栽培传统品种遗传多样性越丰富的区域,其稻瘟病菌群体多样性和生理小种也越丰富。据调查,同一海拔的田块所种品种均不相同,不同品种的水稻

上每年均发生稻瘟病、稻飞虱等,但程度轻,不影响水稻产量。白背飞虱作为一种迁飞性害虫,在元阳特殊生境中的发生危害情况尚无研究报道。因此,研究该虫在不同海拔及不同品种上的空间分布特征,将为防治指标的制定及综合防治具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 调查地点及调查方法

2008—2009 连续 2 年,以云南元阳县哈尼族种植传统水稻品种的梯田为基地,分别于 1 400 ~ 1 500、1 501 ~ 1 600、1 601 ~ 1 700、1 701 ~ 1 800、1 801 ~ 1 900、1 901 ~ 2 000 m 海拔梯田稻田,对阿佩谷、月亮谷、白脚老谷、红脚老谷、慢车红略等 16 个哈尼族传统水稻品种和 1 个杂交品种稻田,利用黑光灯监测结果,分别于 5 月中旬、下旬和 6 月上旬若虫发生高峰期,各调查 1 次。采用拍盘调查法(即以“33 cm × 45 cm”自搪瓷盘为载体),Z 字形取样,每个品种调查 3 块田,每块田调查 10 丛,共计每个品种调查 30 丛。以丛为样本单位,统计各海拔不同品种田白背飞虱的平均密度、方差 (V) 及平均拥挤度 (m) 等,用 Taylor 幂法则测定其聚集度,用 Iwao 回归方程测定其不同品种田的空间分布型,探讨其空间分布参数的特征。

1.2 空间分布型测定

1.2.1 聚集度指标检验 选用以下 5 种聚集度指标进行检验,计算公式如下:

丛生指标 $I^{[21]}$: $I = S^2/m - 1$,当 $I < 0$ 时为均匀分布;当 $I = 0$ 时为随机分布;当 $I > 0$ 时为聚集分布。

m^*/m 指标^[21]:即平均拥挤度与其平均密度之比:当 $m^*/m < 1$ 时为均匀分布;当 $m^*/m = 1$ 时为随机分布;当 $m^*/m > 1$ 时为聚集分布。

扩散系数 C ^[23]: $C = S^2/m$,当 $C < 1$ 时为均匀分布;当 $C = 1$ 时为随机分布;当 $C > 1$ 时为聚集分布。

Ca 指标^[24]: $Ca = (S^2/m - 1)/m$,当 $Ca < 0$ 时为均匀分布;当 $Ca = 0$ 时为随机分布;当 $Ca > 0$ 时为聚集分布。

Water 负二项式分布 K 指标^[25]: $K = m^2/(S^2 - 1)$ 。当 $K < 0$ 时为均匀分布;当 $K \rightarrow +\infty$ 时为随机分布;当 $0 < K < 8$ 时为聚集分布。

1.2.2 线性回归方程检验 Iwao 的 $m^* - m$ 回归分析法^[26]: $m = \alpha + \beta m$,式中, α 仅为分布的基本成分按大小分布的平均拥挤度,当 $\alpha = 0$ 时,分布的基本成分是单个个体;当 $\alpha > 0$ 时,个体间相互吸引;当 $\alpha < 0$ 时,个体间相互排斥。 β 为基本成分的空间分布图式,当 $\beta > 1$ 时为聚集分布; $\beta = 1$ 时为随机分布; $\beta < 1$ 时为均匀分布。

Taylor 幂法则^[27]: $\lg S^2 = \lg(\alpha) + b \lg(m)$ 。当 $b < 1$ 时为均匀分布;当 $b = 1$ 时为随机分布;当 $b > 1$ 时为聚集分布。

1.2.3 聚集原因分析 用 Blackith (1961) 聚集均数 λ ^[25]: $\lambda = (X/2Kc)\gamma$,其中 γ 为自由度为 $2Kc$ 、概率为 0.5 时的 X^2 分布值。当 $\lambda \geq 2$ 时,其聚集原因是由昆虫本身的聚集习性和环境条件或由其中一个因素所引起;当 $\lambda < 2$ 时,其聚集原因则是由于环境条件所引起。

1.3 抽样技术

应用 Iwao^[28] 理论抽样数公式 $n = \left(\frac{t}{D}\right)^2 \left(\frac{\alpha + 1}{X} + \beta - 1\right)$,式中: n 为理论抽样数; X 为平均密度(头/样方); t 为一定置信度下 t 分布值。取概率保证值 $t = 1.96$,允许误差 $D = 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5$; $\alpha、\beta$ 为 Iwao 回归式中的参数。建立理论抽样模型,计算白背飞虱不同虫口密度下所需的理论抽样数。

1.4 数据统计方法

所有数据均在 DPS 统计软件^[29] 进行,其中方差值采用 LSD 极小显著差异法进行统计。

表 1 不同水稻品种田白背飞虱聚集度指标

水稻品种	拥挤度 m^*	I 指标	m^*/m 指标	Ca 指标	扩散系数 C	K 指标
阿佩谷	75.028	6.973	1.102	0.102	7.973	9.760
白脚老粳	48.205	13.644	1.395	0.395	14.644	2.533
白皮糯	43.139	15.872	1.582	0.582	16.872	1.718
车甲谷	25.342	8.165	1.475	0.475	9.165	2.104
楚粳 16	49.414	7.781	1.187	0.187	8.781	5.351
过沙谷	24.286	6.605	1.374	0.374	7.605	2.677
红脚老粳	22.441	6.274	1.388	0.388	7.274	2.577
黄皮糯	83.709	29.251	1.537	0.537	30.251	1.862
老皮谷	35.630	6.378	1.218	0.218	7.378	4.587
冷水谷	19.591	9.757	1.992	0.992	10.757	1.008
花谷	46.852	6.330	1.156	0.156	7.330	6.401
慢车红略	19.626	12.659	2.817	1.817	13.659	0.550
糯谷	32.824	18.219	2.248	1.248	19.219	0.802
香谷	51.582	27.148	2.111	1.111	28.148	0.900
小谷	73.350	34.336	1.880	0.880	35.336	1.136
月亮谷	53.782	21.891	1.686	0.686	22.891	1.457
早谷	20.691	3.614	1.212	0.212	4.614	4.726