

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2012.03.004

悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马的竞争关系研究

万宝荣¹, 李传仁^{2*}, 肖 春¹

¹云南农业大学植物保护学院, 云南 昆明 650201; ²长江大学农学院, 湖北 荆州 434025

摘要:【背景】悬铃木方翅网蝽是仅危害悬铃木的外来入侵物种,而红带网纹蓟马寄主广泛,可吸食悬铃木叶片汁液,2个物种客观上发生了竞争关系。【方法】以悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马共同发生的悬铃木种植街区为研究地点,每10 d调查15根悬铃木枝条,记录各枝条各叶片上2个物种的数量,进而评价悬铃木方翅网蝽入侵对红带网纹蓟马的竞争排斥能力。【结果】悬铃木方翅网蝽在整个调查期间的种群数量明显高于红带网纹蓟马;悬铃木方翅网蝽在悬铃木上的时间生态位宽度和重叠指数均大于红带网纹蓟马,两者的时间生态位竞争系数达0.7022,明显高于对悬铃木枝条和叶片的竞争强度;悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马对悬铃木枝条和叶片的竞争强度较低,且具有阶段性,空间竞争主要发生在6月中旬至7月下旬的2个种群发生高峰期;悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马在悬铃木上的繁殖生态位出现了明显的时间分化,红带网纹蓟马仅秋季世代产卵于悬铃木叶片上,而悬铃木方翅网蝽所有世代均产卵于悬铃木叶上,但2个物种在悬铃木上共同繁殖期间,红带网纹蓟马选择产卵的枝条和叶片均有悬铃木方翅网蝽产卵,表明2个物种对产卵枝条和叶片具有相似的空间需求。【结论与意义】悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马在悬铃木上整体的时空生态位竞争强度较弱,且2个物种的营养生态位差异较大;悬铃木方翅网蝽的入侵对红带网纹蓟马的生存和种群发展无明显影响。

关键词: 悬铃木方翅网蝽; 红带网纹蓟马; 悬铃木; 生态位; 竞争

Studies on the competitive relationship between *Corythucha ciliata* and *Selenothrips rubrocinctus*

Bao-rong WAN¹, Chuan-ren LI^{2*}, Chun XIAO¹

¹ College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China;

² College of Agriculture, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025, China

Abstract: 【Background】*Corythucha ciliata* (Say) is a newly-identified invasive alien species mainly destroying *Platanus* spp. *Selenothrips rubrocinctus* (Giard) is another recent pest that targets these same widespread host plants. Observations of sap sucking events suggest that competition exists between *S. rubrocinctus* and *C. ciliata*. This study examined the competitive interactions of *C. ciliate* and *S. rubrocinctus*. 【Method】In this project, we recorded every 10 days the number of *C. ciliata* and *S. rubrocinctus* individuals found on 15 marked branches *Platanus* spp. For the data, niche width and degree of overlap between species were calculated. 【Result】The population of *C. ciliata* was significantly higher than that of *S. rubrocinctus*. The results showed that in general the niche width of *C. ciliata* was larger than the one of *S. rubrocinctus*. While the overlap between the temporal niches appeared small, the interspecific competition coefficient between the two species was 0.7022, suggesting high level of temporal competition between the two species. Spatial competition increased mainly in mid-June to late-July, compared to, significantly higher than the intensity of competition on the branches and leaves of *Platanus* spp.; The time differentiation of propagate niche with *C. ciliate* and *S. rubrocinctus* on the *Platanus* spp., only the autumn generation of *S. rubrocinctus* laid eggs on leaves of *Platanus* spp., but all generation of *C. ciliata* were laid eggs on leaves of *Platanus* spp., and common during the breeding on *Platanus* spp. by *C. ciliate* and *S. rubrocinctus*, the branches and leaves choiced by *S. rubrocinctus* for spawning were the same to *C. ciliata*, showed that two species of spawning branches and leaves with similar space requirement. 【Conclusion and significance】This study suggests that the invasion of *C. ciliata* may not have any negative effect on the survival and population dynamics of *S. rubrocinctus*.

Key words: *Corythucha ciliata*; *Selenothrips rubrocinctus*; *Platanus* spp.; niche; competition

收稿日期(Received): 2012-06-08 接受日期(Accepted): 2012-07-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(308704600)

作者简介: 万宝荣, 女, 硕士研究生。研究方向: 昆虫化学生态。E-mail: wuzgwbr@126.com

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: 13986706558@163.com

悬铃木方翅网蝽 *Corythucha ciliata* (Say) 是我国新发现的外来入侵物种,在原产地和各入侵地均仅危害悬铃木 *Platanus* spp.,吸食叶片汁液后造成悬铃木叶片失绿、早落,成为我国长江中下游地区悬铃木上的主要害虫(王福莲等,2008)。红带网纹蓟马 *Selenothrips rubrocinctus* (Giard) 也是我国的外来入侵物种(Chin & Brown, 2008),但其入侵时期难以考证,已成为我国亚热带—热带地区的常见园林害虫。红带网纹蓟马的寄主范围较广,但在长江中下游地区也严重危害悬铃木(王问学,1984),其危害状和危害特点与悬铃木方翅网蝽相似,客观上成为了悬铃木方翅网蝽的竞争性物种。

有关悬铃木方翅网蝽的竞争能力,目前仅见于 McClure (1974) 在原产地的一项研究工作,该结果揭示了美国伊利诺伊州一球悬铃木上 3 种叶蝉 *Erythroneura lawsoni* Robinson、*Empoasca fabae* Harris、*Empoasca platana* Christian 和 1 种盲蝽 *Plagiognathus albatrus* van Duzee 与悬铃木方翅网蝽在时空上的分异和生态位重叠情况。自 2006 年发现悬铃木方翅网蝽入侵我国(李传仁等,2007)后,本课题组在杭州、武汉和湖北荆州等地多次发现红带网纹蓟马与悬铃木方翅网蝽共同危害悬铃木叶片,但在悬铃木叶片上一直未发现叶蝉科和盲蝽科的吸汁类害虫。为此,我们开展了悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马的竞争关系研究,旨在评价悬铃木方翅网蝽入侵对本地主要的悬铃木叶部吸汁害虫——红带网纹蓟马的影响,明确悬铃木方翅网蝽的入侵风险。

1 材料与方法

1.1 调查样本与方法

以湖北省荆州市新南门路的悬铃木行道树作为调查样本。该行道树为二球悬铃木 *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd., 约 400 株,长势良好,2008 年始见悬铃木方翅网蝽零星危害,2009 年危害株率加大,至 2010 年时,悬铃木方翅网蝽危害株率达 99.5%。

从 2011 年 6 月 2 日开始进行系统调查发现,同时被悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马危害的株数为 387 株。每 10 d 随机抽取同时被 2 种害虫危害的 1 年生枝条 15 根,其枝条叶片数根据树势及危害枝条数而定。悬铃木叶片以基部第 1 叶为第 1 叶位(Y_1),依此类推,记录各枝条各叶位叶片上的

悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马的虫量、卵量及被危害的叶片数。调查至 11 月初结束。

1.2 数据分析方法

1.2.1 悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马在悬铃木上的时空生态位指标 分别采用 Levins (1968) 的生态位宽度(B) (陈辉等,1999; 徐汝梅,1987)、Levins (1968) 的生态位重叠指数(L_{ij}) (吕仲贤等,1995; 杨龙龙等,1997)、Colwell & Futuyma (1971) 的生态位相似比例(PS) 和 May (1975) 的种间竞争系数(a_{ij}) 等模型进行生态位宽度和重叠指数分析。

1.2.2 成若虫在悬铃木不同叶位上的分布频次估计 将每次取样的 15 根悬铃木枝条按叶位记录悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马的成若虫数量,然后按下列公式分别计算各叶位上悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马的发生频次:

$$F(i) (\%) = N_i / N \times 100$$

其中, N_i 为第 i 叶位害虫发生的叶片数, N 为本次(期间)取样的枝条数。

2 结果与分析

2.1 悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马的发生动态

调查结果表明,悬铃木方翅网蝽在调查初期(6 月初)的发生量已高达 $14.4 \text{ 头} \cdot \text{枝}^{-1}$,且全年有 3 次发生高峰,分别为 6 月下旬、7 月下旬和 8 月下旬,其虫量分别为 104.1 、 162.3 和 $14.0 \text{ 头} \cdot \text{枝}^{-1}$ 。总体看来,悬铃木方翅网蝽在 6 月下旬至 7 月下旬发生最为严重,之后其种群数量明显下降,至 9 月中旬时其密度降至 $0.1 \text{ 头} \cdot \text{枝}^{-1}$ (图 1)。红带网纹蓟马 6 月中旬后才开始危害悬铃木,初始发生量为 $1.3 \text{ 头} \cdot \text{枝}^{-1}$ 。红带网纹蓟马在悬铃木上也有 3 个发生高峰期,分别为 6 月 22 日、7 月 14 日和 9 月 13 日,且前 2 个发生高峰期虫量均达到 $2.4 \text{ 头} \cdot \text{枝}^{-1}$,而第 3 个发生高峰期虫量仅为 $0.7 \text{ 头} \cdot \text{枝}^{-1}$,9 月底后其种群数量显著下降,10 月中旬后下降为 0 (图 2)。

比较悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马在悬铃木上的种群发生动态后发现,悬铃木方翅网蝽先于红带网纹蓟马危害悬铃木,且其种群数量在整个调查期内均明显高于红带网纹蓟马,显示悬铃木方翅网蝽已成为吸食悬铃木汁液的主要害虫。

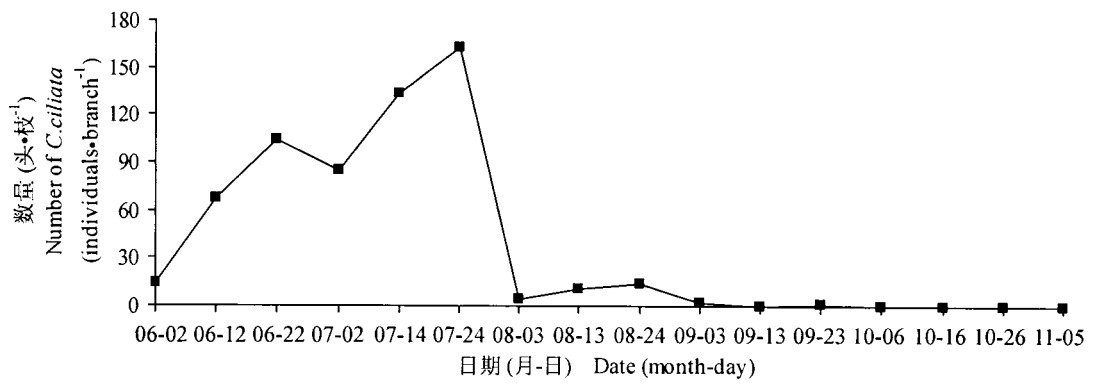


图1 悬铃木方翅网蝽在悬铃木上的发生动态及数量
Fig. 1 Population dynamics of *C. ciliata* on the *Platanus* spp.

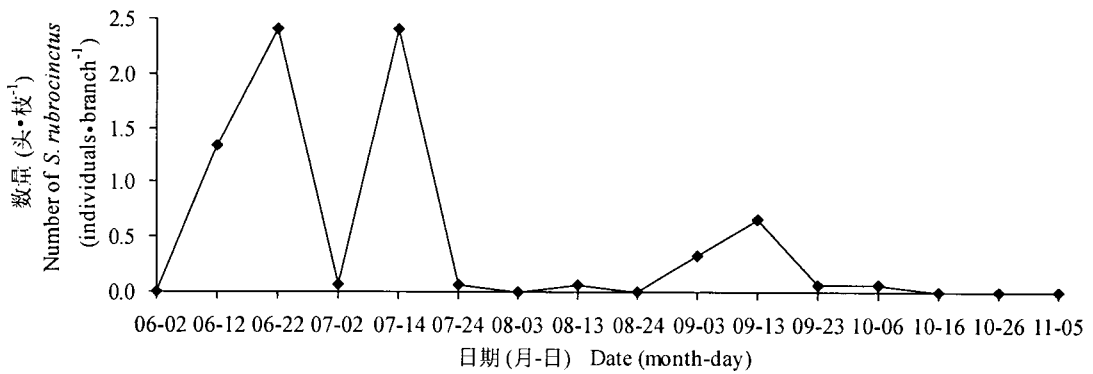


图2 红带网纹蓟马在悬铃木上的发生动态及数量
Fig. 2 Population dynamics of *S. rubrocinctus* on the *Platanus* spp.

2.2 悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马在悬铃木上的时间生态位竞争

悬铃木方翅网蝽在悬铃木上的时间生态位宽度(0.3346)明显大于红带网纹蓟马(0.2511)。悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马的时间生态位重叠

指数为0.0507,稍大于红带网纹蓟马与悬铃木方翅网蝽的重叠指数(0.0380),2个物种在悬铃木上的时间生态位相似比为0.5413,种间竞争系数为0.7022(表1)。

表1 悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马在悬铃木上的时间生态位
Table 1 The temporal niches of *C. ciliata* and *S. rubrocinctus* on *Platanus* spp.

种类 Species	生态位宽度 Niche width	生态位重叠指数 Niche overlap index		生态位相似比例 Niche similarity		种间竞争系数 Interspecific competition coefficient	
		CCA	SRN	CCA	SRN	CCA	SRN
CCA	0.3346	1.0000	0.0380	1.0000	0.5413	1.0000	0.7022
SRN	0.2511	0.0507	1.0000	0.5413	1.0000	0.7022	1.0000

CCA 表示悬铃木方翅网蝽;SRN 表示红带网纹蓟马。CCA means *C. ciliata*; SRN means *S. rubrocinctus*.

2.3 悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马在悬铃木枝条上的竞争

以悬铃木枝条为空间资源系列,分析悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马的生态位宽度和生态位重叠指数(表2),发现在整个试验期间,悬铃木方翅网蝽在悬铃木上的空间生态位宽度明显高于红带

网纹蓟马(除9月13日外)。悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马对悬铃木枝条的竞争表现2个特点:(1)总体竞争强度较低,竞争系数低于0.3900;(2)竞争具有阶段性,仅发生在6月中旬至7月中旬和9月中旬2个时段(表2)。

表 2 悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马在悬铃木上的空间生态位
Table 2 The spatial niches of *C. ciliata* and *S. rubrocinctus* in *Platanus* spp.

日期(月-日) Date(month-day)	生态位宽度 Niche width		生态位重叠指数 Niche overlap index		生态位相似比 Niche similarity	种间竞争系数 Interspecific competition coefficient
	CCA	SRN	CCA	SRN		
06-02	0.7448	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
06-12	0.5271	0.1465	0.0215	0.0060	0.1579	0.1700
06-22	0.5315	0.0889	0.0209	0.0035	0.0890	0.1282
07-02	0.6859	0.0667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
07-14	0.6875	0.1313	0.0585	0.0112	0.2946	0.3835
07-24	0.5995	0.0667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
08-03	0.6502	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
08-13	0.3597	0.0667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
08-24	0.3806	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
09-03	0.3900	0.0980	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
09-13	0.2667	0.3030	0.0233	0.0265	0.3500	0.3731
09-23	0.3885	0.0667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-06	0.1719	0.0667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-16	0.0667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-26	0.1778	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11-05	0.1852	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

CCA 表示悬铃木方翅网蝽;SRN 表示红带网纹蓟马。CCA means *C. ciliata*; SRN means *S. rubrocinctus*.

2.4 悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马对悬铃木叶片的竞争

从表 3 可知,6 月上旬至 9 月上旬,悬铃木方翅网蝽成若虫占据的叶片数远远超过红带网纹蓟马,且悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马共栖息同一叶

片的现象发生在 6 月中旬至 7 月下旬。在悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马共栖悬铃木叶片期间,两者的叶片共栖率在 7 月中旬最高,达 8.4%,而这期间对叶片空间需求的重叠率为 0.2020。

表 3 悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马在悬铃木叶片上的分布

Table 3 The distribution number of *C. ciliata* and *S. rubrocinctus* on leaves of *Platanus* spp.

日期(月-日) Date(month-day)	总叶片数 Total number of leaves	叶数(片) Number of leaves			日期(月-日) Date(month-day)	总叶片数 Total number of leaves	叶数(片) Number of leaves		
		CCA	SRN	CCA + SRN			CCA	SRN	CCA + SRN
06-02	89	47	0	0	08-24	110	69	0	0
06-12	108	65	5	2	09-03	97	20	3	0
06-22	102	70	7	4	09-13	82	7	8	0
07-02	105	81	1	0	09-23	67	11	1	0
07-14	119	88	11	10	10-06	66	5	1	0
07-24	116	103	1	1	10-16	63	1	0	0
08-03	124	33	0	0	10-26	61	4	0	0
08-13	133	43	1	0	11-05	60	4	0	0

CCA 表示悬铃木方翅网蝽;SRN 表示红带网纹蓟马。CCA means *C. ciliata*; SRN means *S. rubrocinctus*.

悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马在悬铃木叶片的共栖现象反映 2 个物种在特定时段具有相似的营养需求,或者说,6 月中旬至 7 月下旬的悬铃木叶片营养符合 2 个物种的营养需求。但叶片的发育成熟度显示,不同叶位叶片内营养物质和次生代谢物质存在差异,为此,我们分阶段考察了悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马栖息的叶位(表 4)。6 月初至 7 月初,悬铃木方翅网蝽在 3~6 叶位分布最为频繁,尤

其在第 4 叶位上的分布频率高达 83.4%;红带网纹蓟马在 1~6 叶位均有分布,合计超过 30.0%。7 月中旬至 8 月中旬,悬铃木方翅网蝽在 2~7 叶位分布最频繁,第 4 叶位上的分布频率最高,为 65.0%;红带网纹蓟马在 1~6 叶位分布频率合计超过 28.0%。8 月下旬至 9 月下旬,悬铃木方翅网蝽在 1~6 叶位上的分布频率明显高于第 7 叶位叶片,合计超过 70.0%。红带网纹蓟马在 1~4 叶位分布最

为频繁,合计超过17.0%;10月初至11月初,悬铃木方翅网蝽在悬铃木1~5叶位上均有分布,合计超过25.0%,红带网纹蓟马仅在第4叶位上分布,其分布频率为6.7%。

表4 不同时间段悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马在悬铃木不同叶位上方的分布频率(%)
Table 4 The occurrence of *C. ciliata* and *S. rubrocinctus* in marked leaves of *Platanus* spp.at different times

时间段 Period	种类 Species	叶位 Leaf position											
		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y ₁₁	Y ₁₂
6月初至7月初	CCA	31.7	46.7	76.7	83.4	76.7	60.0	35.0	15.0	6.7	6.7	0	/
Early June to early July	SRN	8.9	6.7	4.5	4.5	2.2	4.5	0	0	0	0	/	/
7月中旬至8月中旬	CCA	38.3	43.3	56.7	65.0	63.3	58.3	43.4	36.7	20.0	8.4	4.5	3.4
Mid-July to mid-August	SRN	4.4	4.4	4.4	4.4	8.9	2.2	0	/	/	/	/	/
8月下旬至9月下旬	CCA	23.3	28.3	23.3	28.3	21.7	20.0	15.6	13.3	20.0	13.3	6.7	/
Late August to late September	SRN	4.5	4.5	4.5	4.4	0	10.0	0	3.4	0	/	/	/
10月初至11月初	CCA	8.4	5.0	5.0	5.0	2.2	0	/	/	/	/	/	/
Early October to early November	SRN	0	0	0	6.7	0	0	/	/	/	/	/	/

“/”表示未发育的叶位叶片。“/”means undeveloped at marked leaf position.

2.5 悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马的繁殖生态位及其差异

全年16次调查中,在悬铃木上同时观察到2个物种卵的情况共有6次,且均发生在9月中旬至11月初(表5)。9月中旬之前,悬铃木方翅网蝽大量产卵于悬铃木叶片内,而红带网纹蓟马仅见成虫,即红带网纹蓟马秋季世代才产卵于悬铃木叶片上。

在悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马同时产卵于悬铃木叶片期间,悬铃木方翅网蝽卵的密度远远

高于红带网纹蓟马(表5),其着卵枝条比例和着卵叶片比例也高于红带网纹蓟马,暗示红带网纹蓟马较少选择悬铃木叶片作为其产卵寄主。从表5还可以看出,红带网纹蓟马选择的产卵枝条均是悬铃木方翅网蝽着卵的枝条,反之则不然。从卵在叶片上的分布来看,2个物种选择同一片叶产卵的概率较高,尤其在9月中旬以后,红带网纹蓟马选择产卵的叶片几乎均有悬铃木方翅网蝽产卵。

表5 悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马卵在悬铃木不同枝条和叶片上的分布

Table 5 The distribution number of *C. ciliata* and *S. rubrocinctus* eggs laid by distinct branches and leaves of *Platanus* spp.

日期(月-日) Date(month-day)	枝条数 Number of branches	叶片数 Number of leaves	卵量 Number of eggs		卵出现的枝条数 Number of branches with eggs			卵出现的叶片数 Number of leaves with eggs		
			CCA	SRN	CCA	SRN	CCA + SRN	CCA	SRN	CCA + SRN
09-13	15	82	3660	12	15	5	5	70	6	3
09-23	15	67	3448	51	15	11	11	66	23	23
10-06	15	66	6159	34	15	14	14	64	19	19
10-16	15	63	3580	30	14	11	11	59	18	18
10-26	15	61	4811	21	14	8	8	51	14	14
11-05	15	60	6334	9	15	6	6	60	7	7

CCA表示悬铃木方翅网蝽;SRN表示红带网纹蓟马。CCA means *C. ciliata*; SRN means *S. rubrocinctus*.

3 结论与讨论

悬铃木方翅网蝽在湖北地区一年发生5代(刘亚军,2010;柳乙君等,2009),本次野外调查的起始时间正是第2代的发生期。比较悬铃木上悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马的种群密度及其动态后发现,悬铃木方翅网蝽已成为悬铃木上吸食叶片汁液的最主要害虫。

悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马的产卵生态位出现了明显的时期分化,悬铃木方翅网蝽各代卵均产于悬铃木叶片上,而红带网纹蓟马仅秋季世代选择悬铃木叶片产卵,但2个物种对悬铃木枝条和叶片的产卵选择性十分相似。自9月中旬后,红带网纹蓟马的产卵枝条和产卵叶片上均见悬铃木方翅网蝽卵粒,推测2个物种对产卵空间的选择性基

本一致。据观察,红带网纹蓟马的卵散产于悬铃木叶片背面,而悬铃木方翅网蝽的卵则大多聚产于叶脉两侧,但两者均产卵于叶片组织中。因此,作者推测悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马对悬铃木叶片的产卵选择性表现在对叶片厚度的选择上。

吕文彦等(2009)报道,在麦田昆虫群落中害虫之间、天敌之间、天敌与害虫之间的时间重叠值为1.9026~7.6111,说明这三者的发生时间同步性大。而本研究中悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马重叠指数均较小,则表明2个物种在发生时间上同步性差。在时间序列上,黄刺蛾 *Cnidocampa flavescens* (Walker) 和桑褐刺蛾 *Setora postornata* (Hampson) 的时间竞争系数为0.5222(鞠瑞亭等,2007),沙棘木蠹蛾 *Holcocerus hippophaecolus* (Bulletin) 和红缘天牛 *Asias halodendri* (Pallas) 的时间竞争系数高达0.8693(宗世祥,2005),均表明它们对资源的竞争较强。悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马的时间竞争系数为0.7022,从而推测2个物种在时间序列上对资源的竞争强。尽管悬铃木方翅网蝽和红带网纹蓟马在悬铃木上的时间生态位竞争强度(0.7022)明显高于对悬铃木枝条(0~0.3835)和叶片的竞争,且2个物种对悬铃木枝条和叶片的竞争主要发生在6月中旬至7月中下旬,具有明显的阶段性,即对空间的竞争主要发生在2个物种的发生高峰期(图1、2)。综合上述结果发现,悬铃木方翅网蝽与红带网纹蓟马在悬铃木上整体的时空生态位竞争强度较弱,且2个物种的营养生态位差异较大,前者仅以悬铃木属植物为食(安红柳等,2011),而后者食物种类多样(Astridge & Fay,2005; Denmark & Wolfenbarger,1999),由此推测悬铃木方翅网蝽的入侵对红带网纹蓟马的生存和发展无明显的影响。

参考文献

安红柳,邱国强,李传仁. 2011. 几种植物对入侵害虫悬铃木方翅网蝽的适合性评价. 植物检疫, 25(2): 54-56.
陈辉,唐明,叶宏谋,袁锋. 1999. 秦岭华山松大小蠹生态位研究. 林业科学, 35(4): 40-44.
鞠瑞亭,王凤,李跃忠,吴时英,杜予州. 2007. 上海市绿

化植物中四种常见刺蛾的生态位及其种间竞争. 生态学杂志, 26(4): 523-527.
李传仁,夏文胜,王福莲. 2007. 悬铃木方翅网蝽在中国的首次发现. 动物分类学报, 32(4): 944-946.
刘亚军. 2010. 悬铃木方翅网蝽年生活史及其适应性研究. 荆州: 长江大学.
柳乙君,李金甫,刘亚军,李传仁. 2009. 悬铃木方翅网蝽若虫密度对其繁殖力的影响. 长江大学学报, 6(2): 9-11.
吕文彦,崔建新,娄国强. 2009. 麦田昆虫群落的多样性与时间生态位研究. 湖北农业科学, 48(10): 2432-2436.
吕仲贤,杨樟法,王桂跃,卜卫良. 1995. 玉米螟和桃蛀螟在玉米上的生态位及其种间竞争. 浙江农业学报, 7(1): 31-34.
王福莲,李传仁,刘万学,万方浩. 2008. 新入侵物种悬铃木方翅网蝽的生物学特性与防治技术研究进展. 林业科学, 44(6): 137-138.
王问学. 1984. 红带网纹蓟马的生物学和防治. 昆虫学报, 27(1): 81-85.
徐汝梅. 1987. 昆虫种群生态学. 北京: 北京师范大学出版社.
杨龙龙,吴燕如,周伟儒. 1997. 苹果园中凹唇壁蜂和紫壁蜂的生态位比较研究. 昆虫学报, 40(3): 265-270.
宗世祥,姚国龙,骆有庆,许志春,王涛. 2005. 沙棘主要蛀干害虫种群生态位. 生态学报, 25(12): 2364-2370.
Astridge D and Fay H. 2005. *Red-banded Thrips in Rare Fruit. Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland.* <http://www.dpi.qld.gov.au/horticulture/5064.html>.
Chin D and Brown H. 2008. *Red-banded Thrips on Fruit Trees. Agnote.* http://www.nt.gov.au/dpifm/Content/File/p/Plant_Pest/719.pdf.
Colwell R K and Futuyma D T. 1971. On the measurement of niche breadth and over-lap. *Ecology*, 52: 567-576.
Denmark H A and Wolfenbarger D O. 1999. Redbanded thrips, *Selenothrips rubrocincta* (Giard) (Insects: Thysanoptera: Thripidae). *DPI Entomology Circular*, 108: 1-4.
Levins R. 1968. *Evolution in Changing Environment*. New Jersey: Princeton University Press.
May R M. 1975. Some notes on estimating the copetition. *Ecology*, 56: 737-741.
McClure M S. 1974. Biology of *Erythroneura lawsoni* (Homoptera: Cicadellidae) and coexistence in the sycamore ledf-feeding guild. *Environmental Entomology*, 3(1): 59-68.
(责任编辑:彭露)

