

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.06.018

城市入侵害虫悬铃木方翅网蝽在四川的 危害及风险评估

杨 惠,张诺妮,何恒果*

(西华师范大学生命科学学院,四川南充 637009)

摘要:悬铃木方翅网蝽(*Corythucha ciliata*)是一种林业危险性入侵害虫,主要危害悬铃木属植物。近年来,悬铃木方翅网蝽在四川地区悬铃木属植物上的危害状况呈逐年上升趋势。为了有效防治该害虫,作者于2018年6月至2019年5月对四川境内成都市、南充市、广安市、泸州市、宜宾市等各地的悬铃木方翅网蝽发生情况进行了调查,通过有害生物危险性分析方法,对悬铃木方翅网蝽的风险分析进行定性和定量分析,结果得出悬铃木方翅网蝽的风险值 $R=1.60$,表明悬铃木方翅网蝽在四川省属于中度危险的林业有害生物。

关键词:悬铃木方翅网蝽;四川;风险评估

中图分类号:S763.35 **文献标识码:**A

文章编号:1003-5508(2019)06-0094-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The Harm and Risk Assessment of the Urban Invasive Pest *Corythucha ciliata* in Sichuan Province

YANG Hui ZHANG Nuo-ni HE Heng-guo*

(College of Life Science, China West Normal University, Nanchong 639007, China)

Abstract: *Corythucha ciliata* is a dangerous invasive pest in forestry, mainly infesting *Plantanus* spp. . In recent years, the infestation of *C. ciliata* has become more serious on *Platanus* spp. trees in Sichuan. In order to prevent the pest effectively, an investigation was conducted to find out the occurrence regularity of *C. ciliata* in Chengdu, Nanchong, Guang'an, Luzhou and Yibin from June 2018 to May 2019. Through the method of pest risk analysis, the qualitative and quantitative analysis was made of the risk of *C. ciliata*. The results showed that the risk value (R) of *C. ciliata* was 1.60, indicating that *C. ciliata* belonged to moderately dangerous forest pest in Sichuan.

Key words: *Corythucha ciliata*, Sichuan, Risk assessment

悬铃木方翅网蝽(*Corythucha ciliata*)属半翅目(Hemiptera)网蝽科(Tingidae)方翅网蝽属(*Corythucha*),主要危害悬铃木属植物(*Plantanus* spp.)^[1],也可以危害构树(*Broussonetia papyrifera*)、白蜡木(*Fraxinus* spp.)、山核桃属植物(*Carya*)、红叶李(*Prunus cerasifera*)、红花槭(*Acer rubrum*)^[2-3]。

现已传入我国上海、湖南、浙江、陕西、江苏、北京等地^[4-9],成虫和若虫以刺吸寄主树木叶片汁液为害,受害叶片正面形成许多密集的白色斑点,叶背面出现锈色斑,影响光合作用,致使叶片发黄、脱落,严重危害树木生长^[10]。目前,关于悬铃木方翅网蝽的生物学特性、综合防治、危害评估等方面已有一些相关

收稿日期:2019-07-02

基金项目:四川省教育厅重点项目(17ZA0388);西华师范大学英才基金项目(17YC327)

作者简介:杨惠(1998-),女,四川广安人,本科,主要研究方向为园林植物病虫害,e-mail:1637574702@qq.com。

*通信作者:何恒果(1978-),女,四川宜宾人,副教授,主要从事昆虫学、农林有害生物综合治理研究工作,e-mail:hengguohe@163.com。

报道。其中,鞠瑞亭^[11]、肖娱玉^[12]、朱兵^[13]等对浦东地区的悬铃木方翅网蝽进行过寄主范围确定、生活史和危害情况调查;夏文胜^[14]对湖北地区悬铃木方翅网蝽的生物学特性做了详细分析;朱云峰^[6]通过悬铃木方翅网蝽风险性定性和定量分析,分析得出浙江地区该虫危害性及风险管理措施;张勇等^[15]对悬铃木方翅网蝽在贵州贵阳市的危害分析及风险评估。但到目前为止,关于悬铃木方翅网蝽在四川地区的危害和风险评估还未见详细的报道。近年来,四川地区多地的悬铃木属植物发生该虫害,鉴于悬铃木方翅网蝽的扩散与危害态势,本文对悬铃木方翅网蝽在四川地区的危害及风险评估进行了分析,以期对悬铃木方翅网蝽在四川的有效防治提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 发生规律与习性观察

于2018年6月至2019年5月,在南充市同德路,选取被悬铃木方翅网蝽危害的悬铃木20株作为定点观测株。自叶片茂盛之日起,逐月调查取样(每10天1次),详细观测该虫的发生与发育情况。

1.2 为害与虫情指数调查

于2018年6月至8月是悬铃木方翅网蝽发生高峰期,对南充市主要道路(如果城路、延安路、西藏路、龙吟路)、广安市主要道路(如丝绸路、园田路、滨河西路、体育路)、成都市道路和公园(如蜀龙大道北段、天府广场、人民公园、桂湖)、泸州市主要道路(江阳南路、江阳中路、江阳区一环路)悬铃木方翅网蝽危害情况进行集中调查,每条道路调查悬铃木植株20株左右。

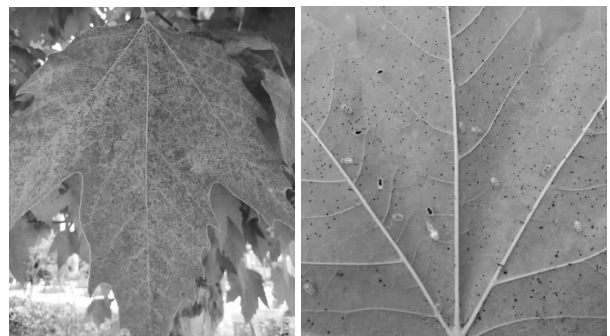
实验调查过程中以目测法评估危害程度,危害等级参照《上海市绿化植物保护技术规程》中关于行道树刺吸性害虫的为害分级指标以及有关研究并结合当地害虫实际危害情况,并进行了重新定义与赋值,将危害程度划分为4级:0级——被危害枝条率为0%;1级——被危害枝条率10%~30%;2级——被危害枝条率30%~60%;3级——被危害枝条率60%以上。依据虫级划分统计结果,按下列公式计算悬铃木方翅网蝽的虫情指数^[12]。

$$\text{虫情指数} = \frac{\sum (\text{被害等级} \times \text{该等级的株数})}{\text{调查总株数} \times \text{最高分级数}} \times \text{高分级数} \quad (1)$$

2 结果与分析

2.1 危害症状

根据实验观测结果表明,悬铃木方翅网蝽危害悬铃木属植物以成虫和若虫群聚于寄主叶片背面吸食汁液为主,导致寄主植物受害叶正面形成黄白色褪色斑点,叶片背面多布满该虫的粪便排泄物及其分泌物。综上,该虫在悬铃木属植物上寄生繁衍会影响悬铃木植株的光合作用,阻碍植物正常生长发育生理活动的进行,同时还降低了悬铃木植株的观赏性、绿化性和净化环境的效益(见图1)。



(a) 叶片正面危害症状

(b) 叶片背面危害症状

图1 悬铃木方翅网蝽危害悬铃木的症状

Fig. 1 The symptom of *Corythucha ciliata* infesting *Platanus acerifolia*

2.2 主要识别特征

悬铃木方翅网蝽若虫共5龄,形态与成虫相似,但无翅(见图2)。

1龄若虫:虫体最小,通体无明显刺突。

2龄若虫:中胸部位有不明显的刺突。

3龄若虫:前翅翅芽开始出现,中胸部位盾片形成两个明显刺突。

4龄若虫:前翅翅芽延伸至第一腹部前沿,前胸部位背板具有两个明显刺突。

5龄若虫:此时期的若虫形态与成虫相似,头部具刺突5枚,触角下刺突2枚,前胸背板出现头兜和中纵脊,头部、触角、头兜前缘与后缘、刺突、中胸部位小盾片、腹部两侧刺突明显。

成虫:通体外观乳白色,虫体扁平,长翅形,头部和腹面呈黑褐色。雌虫腹部饱满肥大,呈圆锥形,雄虫个体略小于雌虫,腹部较瘦长,具有一对爪状抱握器。成虫盔状头兜发达,且头兜突出部分比侧板略大。前翅延伸覆盖至虫体腹部末端,且翅前缘基部

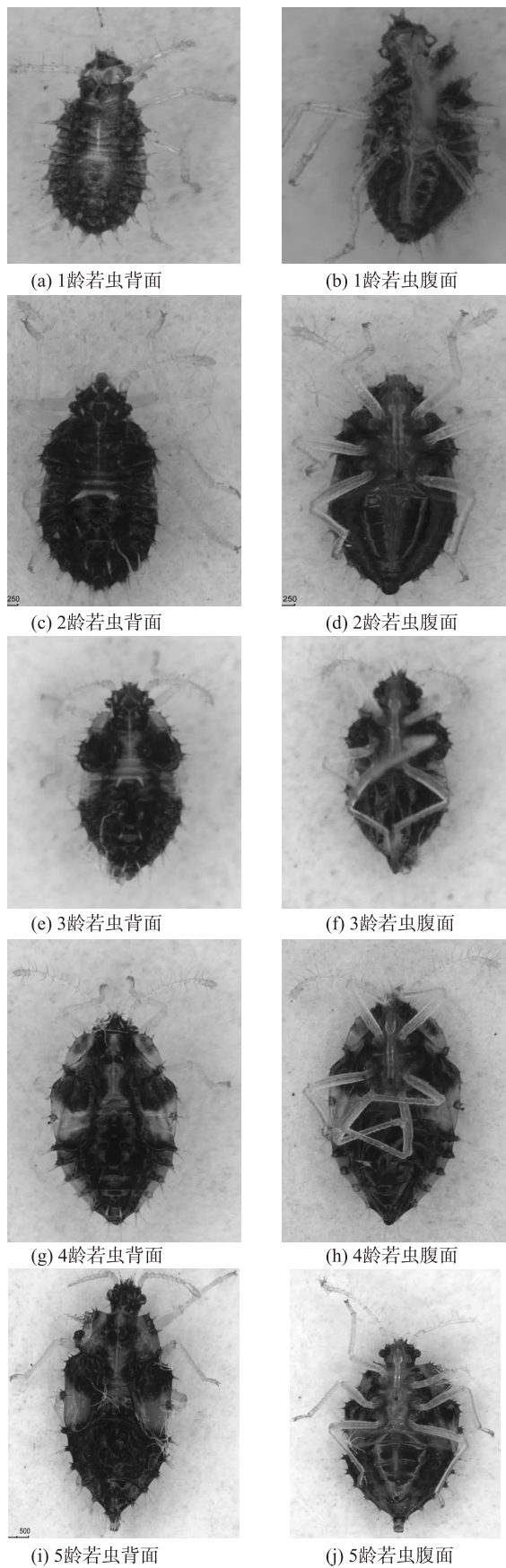


图2 若虫形态

Fig. 2 The form of nymphs

呈上卷状外突,具有一个突出的“X”斑点,翅近为长方形,腿节不加粗。中纵脊、侧纵脊及前翅上密布小翅,刺突明显(见图3)。

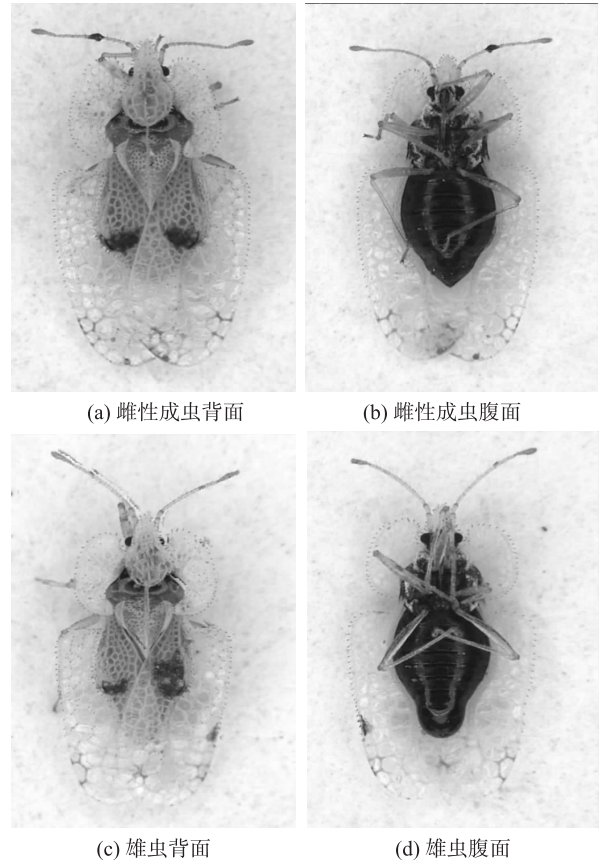


图3 成虫背面腹面形态

Fig. 3 The form of adults' back and venter

2.3 生活史

该虫在四川地区1年发生5代,成虫在10月下旬至11月上旬期间开始藏身于树皮下、根基枯枝落叶下和土壤中等地方越冬。在次年4月份月上旬转移至寄主植物叶片背面进行取食及交配繁衍。在调查过程中发现,由于该虫对四川地区各市的气候适应良好,繁殖速度快,产卵量大,导致世代重叠现象严重。成虫的爆发盛期主要为:5月上旬至6月中旬、6月上旬至7月中旬、6月下旬至8月中旬、7月中旬至8月中旬、8月下旬至10月上旬。另外发现,少数悬铃木方翅网蝽在10月上旬开始越冬,但因各地的环境条件不一,10月下旬大部分成虫正式越冬(见表1)。

2.4 虫情为害调查

从表2 随机抽取的12条道路和3个公园的调查结果看出,悬铃木方翅网蝽在各个调查点均有发生。不同道路区域及公园存在较大差异。其中南充

市水郡路(被害比例 100%,虫情指数 73.3)、南充市同德路(被害比例 100%,虫情指数 78.3)、广安市丝绸路(被害比例 70%,虫情指数 61.7)、广安市滨河西路(被害比例 70%,虫情指数 55)等区域绿化管理较为粗放,悬铃木方翅网蝽为害率和虫情指

数均较为严重;成都市天府广场(被害比例 20%,虫情指数 6.7)、成都市蜀龙大道北段(被害比例 30%,虫情指数 13.3)、泸州市江阳区一环路(被害比例 35%,虫情指数 16.7)等区域因树木绿化的养护管理较为细致,悬铃木方翅网蝽发害较轻(见表 2)。

表 1 悬铃木方翅网蝽生活史
Tab. 1 The life history of *Corythucha ciliate*

	月份																				
	4			5			6			7			8			9			10		
	世代	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中			
越冬	+	+	+	+														+	+		
一	●	●	●	●	○	○	○	○	○												
二					●	●	●	●	●												
三								○	○	○	○	○									
四										●	●	●	●	●	●						
五													○	○	○	○	○	○	○		

注: ●:卵 - :若虫 ○:危害期害虫 +:越冬成虫

表 2 悬铃木方翅网蝽在四川省不同区域虫情评价
Tab. 2 The analysis of *Corythucha ciliate* in different areas of Sichuan province

区域	调查株数	被害株数	被害率(100%)	各级虫害数量				虫情指数
				0 级	1 级	2 级	3 级	
南充市								
果城路	20	5	25	15	0	2	3	21.7
同德路	20	20	100	0	0	13	7	78.3
延安路	20	12	60	8	7	3	2	31.7
西藏路	20	7	35	13	0	0	7	35
水郡路	20	20	100	0	6	4	10	73.3
广安市								
丝绸路	20	14	70	6	0	5	9	61.7
园田路	20	9	45	11	1	5	3	33.3
滨河西路	20	14	70	6	2	5	7	55
体育路	20	8	40	12	4	4	0	20
成都市								
蜀龙大道北段	20	6	30	14	4	2	0	13.3
天府广场	20	4	20	16	4	0	0	6.7
人民公园	20	11	55	9	5	3	3	33.3
桂湖	20	15	75	5	5	7	3	46.7
泸州市								
江阳南路	20	9	45	11	2	4	3	31.7
江阳中路	20	8	40	12	3	5	0	21.7
江阳区一环路	20	7	35	13	4	3	0	16.7

3 风险定性评估

3.1 四川省内分布情况(P₁)

该虫原产北美中东部^[1],我国于 2002 年首次在

湖南长沙发现该虫^[16],2007 年 3 月被国家林业局外来有害生物管理办公室列为中度危险性林业有害生物。目前已经在上海^[17]、江苏^[8]、浙江^[6]等地发现,并相继造成危害。2018 年 5 月来,通过开展悬铃木方翅网蝽危害情况专项调查,在四川成都、南充、广

安等多市区发现悬铃木方翅网蝽的危害。

3.2 传入、定殖和扩散的可能性(P_2)

悬铃木属植物因其树姿优美、枝叶具有较高的观赏性而常被引进四川各市区的公园、高校、道路两旁等地作为观赏绿化树种,外来树种检疫不合格容易携带悬铃木方翅网蝽,为该虫的传播扩散提供了便利。同时,卢绍辉等^[18]研究发现10日龄成虫在25℃飞行距离和时间最长;Wu等^[10]发现悬铃木方翅网蝽一天能够飞行27m,且种群可随气流传播扩散,也有部分学者认为人为的携带也是其传播途径之一。

朱海燕等^[19]利用地理信息系统 Arcview GIS 对悬铃木方翅网蝽的适生范围进行分析,结果得出四川地区属于该虫的适生范围内。另外,悬铃木方翅网蝽的最适生长发育温度为19~33℃^[20],在四川种植悬铃木区域,夏季温度多徘徊在30℃这一数值附近。据国内学者研究表明,其成虫具有较强的耐热性和抗寒性,在夏季对41℃以下高温有较好耐受性^[20],雌雄成虫的平均过冷却点可达-11.49℃和-5.81℃^[21]。综上,从四川的气候条件、寄主分布范围以及该虫所具有的抗性来看,悬铃木方翅网蝽在四川定殖并逐步扩散的可能性较高,由此带来的危害也较大。

3.3 潜在危害性(P_3)

悬铃木方翅网蝽于2007年被国家林业局列入“中度危险性林业有害生物名单”^[22]。1年发生5代,且世代重叠严重,若虫及成虫通过刺吸式口器吸取寄主植物叶片汁液,致使植物叶面产生黄色细小斑点,叶背可见锈色斑,影响寄主植物的光合作用及美观性,严重时叶片枯黄掉落,导致植株死亡。张勇等^[15]研究发现悬铃木方翅网蝽可携带甘薯长喙壳菌(*Ceratocystis fimbriata*)、叶枯病菌(*Gnomonia platani*)等病原菌。Leininger等^[23]发现该虫还可以传播两种真菌病害,分别为悬铃木溃疡病菌(*Ceratocystis fimbriata* f. sp. *platani*)和法国梧桐炭疽病菌(*Gnomonia veneta*),以上病原菌都会加速悬铃木的衰老和死亡^[20]。悬铃木属植物常作为绿化树种在四川省各市栽植广泛,一旦遭受虫害,会使植株叶片脱水失绿,影响其正常的光合作用,降低树木的观赏性及生态作用。同时根据近年来的研究发现,悬铃木方翅网蝽可吸食人的血液,会威胁人类健康^[24]。

3.4 受害寄主经济重要性(P_4)

悬铃木方翅网蝽的主要寄主植物为悬铃木属植物,包括二球悬铃木(*Platanus acerifolia*)、一球悬铃

木(*P. occidentalis*)、三球悬铃木(*P. orientalis*)^[6]。悬铃木以其生长速度快、树形优美、遮阴效果好,同时还具有降噪音、阻挡灰尘、杀菌等特点被作为庭荫树和行道树,广泛种植在我国很多城市的园林及人行道上^[25],其中在四川境内二球悬铃木栽植分布最为广泛,由此为悬铃木方翅网蝽提供了丰富的生存场所。

3.5 危害性管理难度(P_5)

悬铃木方翅网蝽的若虫和成虫虫体都较小,且常沿叶脉聚集,隐藏于寄主植物叶背面吸取植物叶部汁液。越冬害虫常藏匿于树皮裂口下或者树基周围掉落的树皮之下,检疫发现的难度较大。另外,悬铃木方翅网蝽1年发生5代,每代周期约为30d,雌虫可产卵约100~350^[26],世代重叠严重。综上,该虫的检疫和根除的难度较大。

4 悬铃木方翅网蝽风险定量评估

4.1 定量赋值

根据林业有害生物风险分析指标体系^[27~28],本文将从悬铃木方翅网蝽的分析区域内分布情况(P_1)、传入、定殖和扩散的可能性(P_2)、潜在危害性(P_3)、受害寄主经济重要性(P_4)、危险管理难度(P_5)等方面入手,再结合该省悬铃木方翅网蝽及其寄主物学习性和生态学习性等建立综合的评价指标并给予赋分(见表3)。

4.2 R值的计算与风险程度评定

根据风险指标(P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5)、准则层 P_i 的计算(P_1 可根据表内的评分指标赋分得到, P_2 采用连乘关系, P_3 、 P_5 采用累加关系, P_4 采用替代关系)以及R值的计算公式

$$R = \sqrt[5]{P_1 * P_2 * P_3 * P_4 * P_5} \quad (2)$$

得到以下结果:

$$P_1 = P_{11} = 1$$

$$P_2 = 2.39$$

$$P_3 = 0.4 * P_{31} + 0.4 * P_{32} + 0.2 * P_{33} = 1.70$$

$$P_4 = \text{Max}(P_{41}, P_{42}, P_{43}) = 2.05$$

$$P_5 = (P_{51} + P_{52} + P_{53}) / 3 = 1.27$$

根据对悬铃木方翅网蝽的定性分析,将上述表格中的数值代入公式,计算出悬铃木方翅网蝽在四川省的风险R值为1.60。根据林业有害生物风险等级划分标准,中度危险 $1.50 \leq R < 2.00$,故悬铃木方翅网蝽的风险等级为中度危险,是四川省悬铃木属植物重要的有害生物。

表 3
Tab. 3 悬铃木方翅网蝽风险分析评判指标赋分表
The risk evaluation index and assignment of *Corythucha ciliata*

目标层	评判指标	赋分区间	评判标准	赋分
有害生物 风险综合 评价值 R	分析区域内分布情况 P_{11}	0.01 ~ 1.00	20% ≤ 有害生物分布面积占其寄主(包括潜在的寄主) < 50%	1.00
	有害生物被截获的可能 P_{21}	2.01 ~ 3.00	寄主植物、产品调运的可能性和携带有害生物的可能性都很大	2.01
	运输过程中有害生物存活率 P_{22}	2.01 ~ 3.00	存活率 ≥ 40%	2.05
	有害生物的适生性 P_{23}	2.01 ~ 3.00	繁殖能力和抗逆性都强	2.10
	自然扩散能力 P_{24}	2.01 ~ 3.00	随介体携带扩散能力或自身能力强	3.00
	分析区域内适生范围 P_{25}	2.01 ~ 3.00	≥ 50% 的地区能够适生	3.00
	潜在经济危害性 P_{31}	0.01 ~ 1.00	5% > 如传入可造成的树木死亡率或产量损失 ≥ 1%	1.00
	非经济方面的潜在危害性 P_{32}	2.01 ~ 3.00	潜在的环境、生态、社会影响大	2.01
	官方重视程度 P_{33}	2.01 ~ 3.00	曾经被列入我国植物检疫性有害生物名录	2.50
	受害寄主种类 P_{41}	1.01 ~ 2.00	5-9 种	2.00
	受害寄主的分布面积或产量 P_{42}	1.01 ~ 2.00	分布面积中等或产量中等	1.05
	受害寄主的特殊经济价值 P_{43}	2.01 ~ 3.00	经济价值高, 社会影响大	2.05
	检疫识别的难度 P_{51}	0 ~ 1.00	现场识别非常可靠, 简便快速, 一般技术人员就可掌握	1.00
	除害处理的难度 P_{52}	0 ~ 1.00	50% ≤ 常规方法的除害效率 ≤ 100%	0.80
	根除的难度 P_{53}	1.01 ~ 2.00	介于效果差, 成本高, 难度大和效果好, 成本低, 简便易行之间	2.00

4.3 关键因子敏感度分析

与悬铃木方翅网蝽风险值 R 相关度较高的主要是传入、定殖和扩散的可能性 P_2 (自然扩散能力

P_{24} 、分析区域内适生范围 P_{25}), 潜在危害性 P_3 (官方重视程度 P_{33}) (见图 4)。因此, 避免悬铃木方翅网蝽对植株的危害的关键是加强检疫, 防止其传入。

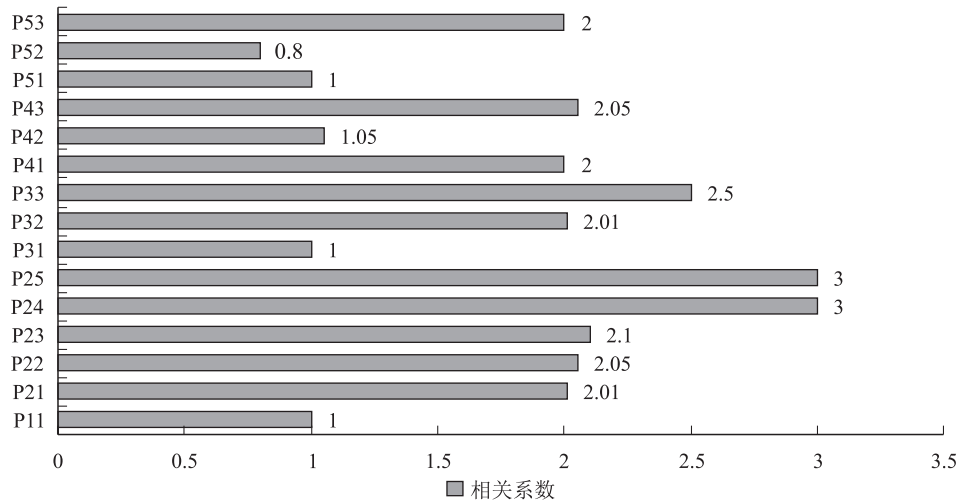


图 4 悬铃木方翅网蝽风险值 R 与风险指标的相关性

Fig. 4 The risk value of *C. ciliata* (R) and the relevance of risk indicator

5 风险管理对策

目前, 悬铃木方翅网蝽自传入我国, 由于该虫适应性强、适生范围广泛、繁殖能力强等特点, 在我国多省市呈现出快速扩散的态势。同时四川地区属于该虫适生区, 本次调查便针对悬铃木方翅网蝽危害较为严重的四川各市区。综上, 结合四川不同地区危害情况以及最新高效防治该虫方法的研究结果, 提出以下管理对策, 以供参考。

5.1 严格检疫

加强悬铃木苗木产地检疫和调运检疫, 对带有疫情的苗木进行除害处理, 禁止在各市区用染虫苗木栽植造景, 防止疫情的进一步传播与扩散。本次实验过程定点调查的南充市同德路染病二球悬铃木便因从山东调运过程中检疫措施不合格而导致疫情蔓延至四川南充, 由此可见, 严格检疫是一项阻止疫情蔓延的最基本措施, 在四川省内的各市区都应落实到位。

5.2 物理防治

目前在四川各地已经应用较为广泛的方法包括在出蛻期浇水冲刷树叶^[29]、刮除树干翘皮,进行树干涂白、树干束草^[30]等方法。但因以上方法较为耗时费力,因此不建议在各市区内大范围地进行,但在不同发害小范围内可使用石灰水进行涂白处理。

5.3 化学防治

因该方法防治效果明显而常用于防治害虫,包括药液灌根^[30]、树冠喷药^[22]、树干注射^[31]等方法。作者认为,树冠喷药在市区内进行影响人们健康与生活,不宜大范围使用和推广,而使用噻虫嗪的150倍或者300倍药液进行灌根^[32]及20%烯啶虫胺可溶剂进行树干注射^[33]均可最小影响地进行害虫防治。特别在本次调查的南充及广安各路段,因养护情况不佳,4月至8月正值发害严重时期,更应及时进行药液灌根或者树干注射等防治工作;而成都市和泸州市内所调查路段养护情况较为精细,可在每年4月发害初期使用甲氨基阿维菌素苯甲酸盐和啶虫脒按1:9比例复配所得药剂^[34]用以预防。

5.4 生物防治

该虫天敌种类较多,利用蚂蚁(*Formicidae*)^[22]、黄褐狡蛛(*Dolomedes sulfureus*)^[35]、日本通草蛉(*Chrysoperla nipponensis*)^[36]、广斧螳螂(*Hierodula petellifera*)^[37]等捕食性天敌可在一定程度上控制悬铃木方翅网蝽种群数量。一些寄生性的病菌,如球孢白僵菌(*Beauveria bassiana*)^[38]、蜡蚧轮枝菌(*Lecanicillium lecanii*)^[38]、粉拟青霉(*Paecilomyces farinosus*)^[38]、尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)^[10]等也可用于控制卵、若虫、成虫。此外,异小杆线虫(*Heterorhabditis indica*)^[39]、缨小蜂科寄生蜂^[40]可寄生悬铃木方翅网蝽的卵。

利用天敌防治悬铃木方翅网蝽有较好的长期效果,在本次所调查的南充市、广安市等发害较为严重地区,生物防治方法可作为化学防治的一种辅助措施,并值得逐渐加以推广;在成都市、泸州市等危害较轻的地区可在减少农药使用、保护生态环境的原则上更广泛地使用天敌因子进行防治。且四川地区天敌资源较为丰富,但目前相关深入和实践试验研究还显匮乏,作者展开此方面的研究,以期对相关工作者提供参考。

参考文献:

[1] Halbert S E, Meeker J R. The sycamore lace bug, *Corythucha cil-*

iata (Say) (Hemiptera: Tingidae) [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1983, 76(02): 262 ~ 265.

- [2] Hufnagel L, Ladányi, Márta, Öszi, Brigitta. Population dynamics of the Sycamore lace Bug (*Corythucha ciliata*, Say, Heteroptera: Tingidae) in Hungary [J]. *Applied Ecology & Environmental Research*, 2006, 4(01): 135 ~ 150.
- [3] 鞠瑞亭,李博. 悬铃木方翅网蝽:一种正在迅速扩张的城市外来入侵害虫[J]. *生物多样性*, 2010, 18(06): 638 ~ 646.
- [4] 奚惠敏. 上海地区网蝽科昆虫调查及主要种类发展趋势分析[J]. *浙江农业科学*, 2018, 59(07): 1191 ~ 1194.
- [5] 刘敏,陈良昌,袁雨. 湖南省悬铃木方翅网蝽的发生与危害[J]. *湖南林业科技*, 2012, 39(01): 99 ~ 100.
- [6] 朱云峰,蒋平,杨小丰,等. 悬铃木方翅网蝽在浙江的风险分析及防控对策[J]. *植物保护*, 2008, 34(06): 39 ~ 42.
- [7] 程占国,李战刚,康克功. 西安市悬铃木方翅网蝽调查研究[J]. *陕西林业科技*, 2015, 43(04): 43 ~ 45.
- [8] 徐丽丽,解春霞,郑华英,等. 悬铃木方翅网蝽 *Corythucha ciliata* (Say)在江苏定殖的危险性及风险评估[J]. *江苏林业科技*, 2018, 45(04): 21 ~ 24.
- [9] 虞国跃,王合,朱晓清,等. 北京发现悬铃木方翅网蝽为害[J]. *植物保护*, 2014, 40(05): 200 ~ 202.
- [10] 李峰奇,付宁宁,张连忠,等. 悬铃木方翅网蝽生物学、化学生态学及防治研究进展[J]. *昆虫学报*, 2018, 61(09): 1076 ~ 1086.
- [11] 鞠瑞亭,肖娱玉,薛贵收,等. 悬铃木方翅网蝽寄主范围的测定[J]. *昆虫知识*, 2010, 47(03): 558 ~ 562.
- [12] 肖娱玉,王凤,鞠瑞亭,等. 上海地区悬铃木方翅网蝽的生活史及发生情况[J]. *昆虫知识*, 2010, 47(02): 404 ~ 408.
- [13] 朱兵,李跃忠,鞠瑞亭,等. 悬铃木方翅网蝽在浦东危害情况调查[J]. *上海农业科技*, 2008, 38(04): 100 ~ 101.
- [14] 夏文胜,刘超,董立坤,等. 悬铃木方翅网蝽的发生与生物学特性[J]. *植物保护*, 2007, 45(06): 142 ~ 145.
- [15] 张勇,徐芳玲,张金海,等. 贵阳市悬铃木方翅网蝽的风险分析及防控对策[J]. *安徽农业科学*, 2016, 44(34): 135 ~ 136.
- [16] 李传仁,夏文胜,王福莲. 悬铃木方翅网蝽在中国的首次发现[J]. *动物分类学报*, 2007, 32(04): 944 ~ 946.
- [17] 高翠青,王美娜,王焱,等. 上海地区林地蝽类昆虫种类调查[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2019, 43(01): 167 ~ 174.
- [18] 卢绍辉,魏美才,袁国军,等. 悬铃木方翅网蝽飞行能力测试及远距离扩散轨迹分析[J]. *昆虫报*, 2018, 61(09): 1097 ~ 1105.
- [19] 朱海燕,魏和平,罗卿权,等. 新入侵害虫悬铃木方翅网蝽在我国的适生性分析[J]. *安徽农业科学*, 2016, 44(11): 176 ~ 178.
- [20] 鞠瑞亭. 城市入侵害虫悬铃木方翅网蝽对高温胁迫的耐受性及其生理机制[D]. 上海:复旦大学, 2012.
- [21] 肖娱玉. 悬铃木方翅网蝽生物学特性及对寄主植物的影响[D]. 苏州:苏州大学, 2010.

用安装频振式太阳能杀虫灯来防治,每20~40亩安装一台,距离发生地30m左右,太阳能光伏板朝向西南方向220度较好。

3.4 人工防治

采用人工摘除茧和人工刮卵后集中用火烧毁^[6]。

参考文献:

[1] 孙发仁. 银杏大蚕蛾核多角体病毒病初报[J]. 辽宁林业科

技, 1996(3):42~42.

[2] 冯连芬, 邱爱武. 室内饲养银杏大蚕蛾[J]. 甘肃林业科技, 2013, 38(4):31~32.

[3] 刘桂湘, 刘小军. 宁陕县银杏大蚕蛾发生危害和综合防治技术[J]. 陕西林业科技, 2018(01):40~42.

[4] 蔡邦华, 萧刚柔. 中国森林昆虫[M]. 北京: 中国林业出版, 1983.

[5] 冷鹏. 银杏大蚕蛾的生物学特性、发生特点及防控技术[J]. 植物医生, 2014(6):22~23.

[6] 辛国. 核桃树银杏大蚕蛾的无公害防治[J]. 山西果树, 2009(2):29~29.

(上接第100页)

[22] 赵永浩, 郭建军, 李超飞, 等. 悬铃木方翅网蝽生物学特性观察及无公害防治技术研究[J]. 陕西农业科学, 2012, 58(05):275~276.

[23] PRADO C E. Presence in Chile of *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Heteroptera: Tingidae)[J]. Revista chilena de entomologia, 1990, 18:53~55.

[24] 崔建新, 胡晓旺. 入侵害虫悬铃木方翅网蝽越冬后期在豫北寄主树干上的分布研究[J]. 生物安全学报, 2018, 27(02):124~127.

[25] 钱佳, 严贤春, 余燕. 悬铃木作为行道树的运用探讨——以清华师大为例[J]. 中国园艺文摘, 2016, 32(02):86~88.

[26] BATTISTIR, FORTIA, ZANGHERIS. Research on biology of sycamore lacebug *Corythucha ciliate* (Say) (Rhynchota Tingidae) in the Veneto regio[J]. Frustula Entomologica, 1985, 7(08):125~141.

[27] 蒋青, 梁忆冰, 王乃扬, 等. 有害生物危险性评价的定量分析方法研究[J]. 植物检疫, 1995, 17(04):208~211.

[28] 魏初奖. 毛竹枯梢病原菌竹喙球菌风险性分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2005, 48(02):38~42.

[29] 刘焕秀, 亓玉昆, 刘懋, 等. 降水对悬铃木方翅网蝽种群数量和分布的影响[J]. 山东林业科技, 2017, 47(04):55~56.

[30] 王中林. 悬铃木方翅网蝽综合防控技术[J]. 科学种养, 2017, 12(07):37~38.

[31] 李克俭, 柴哲, 占习林, 等. 树干注药对悬铃木方翅网蝽防效的研究[J]. 中国园艺文摘, 2017, 33(12):43~46.

[32] 田立超. 悬铃木方翅网蝽防控新方法[A]. 中国风景园林学会植物保护专业委员会. 中国风景园林学会植物保护专业委员会第二十七次学术研讨会论文集[C]. 中国风景园林学会

植物保护专业委员会:中国风景园林学会植物保护专业委员会, 2018:8.

[33] 应倩雯, 张欣伟, 毛杨军, 陈也, 崔雅路, 任佳伟, 马良进, 陈安良. 20% 烯啶虫胺注干可溶剂剂研制及应用[J]. 农药, 2019, 58(01):30~32.

[34] 楼晓明. 两种农药及其混剂对悬铃木方翅网蝽的室内毒力测定[A]. 中国风景园林学会植物保护专业委员会. 中国风景园林学会植物保护专业委员会第二十七次学术研讨会论文集[C]. 中国风景园林学会植物保护专业委员会:中国风景园林学会植物保护专业委员会, 2018:5.

[35] 全晓宇, 夏文胜, 刘凤想, 等. 蜘蛛对新入侵物种悬铃木方翅网蝽的捕食作用[J]. 植物保护学报, 2010, 37(06):573~574.

[36] 纪锐, 王宝辉, 娄永根. 杭州悬铃木方翅网蝽的捕食性天敌种类及日本通草蛉幼虫捕食作用[J]. 中国生物防治学报, 2011, 27(01):32~37.

[37] 王凤, 王章训, 吴时英. 上海地区悬铃木方翅网蝽捕食性天敌种类及军配盲蝽成虫的捕食作用[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(11):2092~2093.

[38] Arzone A. [*Corythucha ciliata* (Say) in Piedmont (Hem. Tingidae): life history and propagation]. [Italian][J]. Monti E Boschi, 1975. 26(03):19~27.

[39] 孙龙飞. 悬铃木方翅网蝽的综合防治[J]. 农业科技通讯, 2016, 45(10):168~169.

[40] Horn K F, Farrier M H, Wright C G. Some Mortality Factors Affecting Eggs of the Sycamore Lace Bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Tingidae)[J]. Annals of the Entomological Society of America, 1983, 76(02):262.