



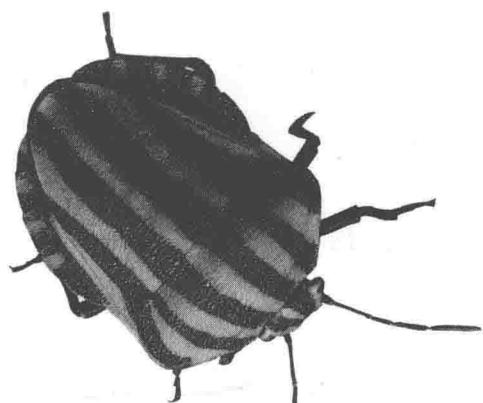
华中昆虫研究

(第十卷)

原国辉 王高平 郭线茹 张建林 翟玉洛 主编



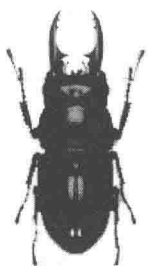
中国农业科学技术出版社



华中昆虫研究

(第十卷)

原国辉 王高平 郭线茹 张建林 翟玉洛 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

华中昆虫研究. 第10卷 / 原国辉等主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-5116-1901-3

I. ①华… II. ①原… III. ①昆虫-中南地区-文集
IV. ①Q968.226-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 268666 号

责任编辑 姚 欢
责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010)82106636(编辑室) (010)82109702(发行部)
(010)82109709(读者服务部)
传 真 (010)82106631
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 各地新华书店
印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 17
字 数 390 千字
版 次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷
定 价 60.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

《华中昆虫研究（第十卷）》

编委会

主 编：原国辉 王高平 郭线茹 张建林 翟玉洛

编 委：（按姓氏笔画顺序）

王高平 王满囤 文礼章 李有志 朱 芬

张建林 原国辉 郭线茹 翟玉洛

前 言

华中地区的湖南、湖北和河南 3 省北起 $N36^{\circ}22'$ 、南至 $N24^{\circ}38'$ 、西含 $E108^{\circ}21'$ 、东达 $116^{\circ}39'$ ，地跨东洋区、古北区两大区系；境内太行山、秦岭、大巴山、武陵山、大别山、罗霄山等绵延起伏，长江、淮河、黄河等曲折蜿蜒，湖泊、河谷、盆地与平原相间。56.47 万 km^2 的华中三省粮油丰盛、植被繁茂，是昆虫学基础研究的重要地域，也是农林害虫防控实践的关键地带。自 2001 年 11 月在洛阳举办首届学术年会至 2013 年 11 月在长沙召开第九次学术交流会，华中三省昆虫学会组织编写的《华中昆虫研究》也已出版了 9 卷。在“华中三省昆虫学会第十次学术交流会”即将于 2014 年 12 月 5~8 日在河南省三门峡市召开之际，将本次会议收到的学术论文和论文摘要整理出版，以反映华中三省昆虫学研究的最新进展、促进昆虫学研究区域性协作的开展。

本论文集共收录研究性论文 19 篇、综述与研究进展 10 篇、病虫害动态与分析 23 篇、研究摘要 6 篇。这些论文按研究层次可分：①基础性研究，如西花蓟马的取食行为分析，*Bt* 棉对斜纹夜蛾营养指标及取食行为的影响，丁布胁迫对亚洲玉米螟相关酶活性的影响，黏虫主要春季蜜源植物开花特点等；②应用基础研究，如灯光波长、成虫日龄和夜间时段对斜纹夜蛾扑灯率的影响，糖醋酒凝胶诱蛾配方的均匀设计优化，疟疾发病与传疟按蚊的季节特征及其关系等；③应用研究，如防治地下害虫的驱避和引诱药剂的筛选，苏云金杆菌与茛胝威桶混防治小菜蛾，白蚁诱杀桩技术在水库堤坝上的应

用,甘薯跳盲蝽在玉米田的发生为害及综合防治,紫外线诱虫灯管诱杀储粮害虫等。按研究对象则包含了农作物昆虫、果树昆虫、蔬菜昆虫、园林植物昆虫、媒介昆虫、食用菌害虫及检疫性有害生物。研究综述则涉及植物内生真菌及其次生代谢产物、植物病毒—介体—寄主植物互作、地理信息系统在白蚁综合治理中的应用、实蝇类植物源引诱剂、昆虫感觉神经元膜蛋白SNMPs等方面的进展。可作为农林科研单位、农业院校、农林技术推广部门、植物检疫机构同行的参考资料。

本书论文内容广泛,编者水平有限,不足、错误之处难免。敬请同行斧正!

《华中昆虫研究(第十卷)》编委会

2014年11月

目 录

研究论文

用 DC-EPG 分析不带毒西花蓟马于两种寄主上的取食行为

..... 洪丹丹 文礼章 张治军 (3)

Bt 棉对斜纹夜蛾营养指标及取食行为的影响

..... 丛胜波 许 冬 武怀恒 万 鹏 黄民松 (12)

防治地下害虫的驱避和引诱药剂的筛选 刘超华 王明亮 雷朝亮 (20)

灯光波长、成虫日龄和夜间时段对斜纹夜蛾扑灯率的影响研究初报

..... 徐 练 文礼章 刘 琼 (23)

福·克种衣剂对玉米和靶标病虫害的影响

..... 田体伟 张 骁 王 怡 郭线茹 闫凤鸣 (28)

武昌地区稻飞虱田间致害型监测

..... 吕 亮 陈其志 张 舒 常向前 杨小林 袁 斌 (34)

黏虫主要春季蜜源植物开花特点观察 王高平 范新涛 (38)

烟草夜蛾对太阳能诱虫灯和性诱剂趋向效果的比较研究

..... 刘 琼 文礼章 徐 练 (42)

几种常用水稻种衣剂的应用效果对比试验 ... 程书苗 吴 刚 雷朝亮 杨凤连 (46)

苏云金杆菌与茛胝威桶混防治小菜蛾田间药效评价

..... 望 勇 刘小明 彭 斌 陈 刚 司升云 (54)

200g/L 吡虫啉·氟虫腈悬浮种衣剂对玉米灰飞虱和玉米蓟马的防治效果

..... 武怀恒 万 鹏 黄民松 姜千明 (57)

30% 毒死蜱微囊悬浮剂防治花生田蛱螬药效试验报告 杨晓芳 (61)

糖醋酒凝胶诱蛾配方的均匀设计优化

..... 胡晶晶 游秀峰 原国辉 王 琼 郭线茹 李为争 (65)

丁布胁迫对亚洲玉米螟谷胱甘肽 S-转移酶及胰蛋白酶活性的影响

..... 毛 培 姚双艳 田体伟 王甜甜 宋鹏飞 罗梅浩 (72)

黏虫成虫生物学习性的进一步观察 杨 巧 王高平 (76)

应用圆形分布法分析间日疟流行区疟疾发病与传疟按蚊的季节特征及其关系

..... 李凯杰 林 文 范志诚 陈 莉 董小蓉 夏 菁

孙凌聪 胡乐群 裴速建 张华勋 (81)

阿维菌素与虫螨腈混配对甜菜夜蛾的室内活性测定 ... 王 怡 田体伟 郭线茹 (90)

南阳方城小麦蚜虫和纹枯病预测模型研究

..... 姚双艳 毛 培 宋鹏飞 李园园 罗梅浩 (94)

豫西芝麻虫害防治技术研究	赵石磊	赵双锁	关丽云	赵离飞	(101)
--------------------	-----	-----	-----	-----	-------

综述与进展

植物内生真菌及其次生代谢产物的研究进展	罗仄平	李有志	(109)					
调节昆虫产卵行为的化学物质研究进展	李胜振	张文娟	熊梅	朱芬	(117)			
植物病毒—介体—寄主植物互作研究	刘明杨	李静静	卢少华	闫凤鸣	(124)			
烟粉虱的安全有效防治策略	卢少华	孙淑君	白润娥	汤清波	闫凤鸣	(131)		
地理信息系统在白蚁综合治理中的应用与展望	李为众	熊强	刘超华	童严严	黄求应	(137)		
昆虫趋光机理及灯光诱杀关键技术研究取得突破性进展	雷朝亮	(142)						
实蝇类植物源引诱剂研究进展	王琼	李为争	陈汉杰	龚东风	胡晶晶	郭帅	原国辉	(144)
昆虫感觉神经元膜蛋白 SNMPs 的研究进展	熊梅	王小云	朱芬	(153)				
螺虫乙酯及其在刺吸式害虫防治中的研究进展	王雪丽	卢少华	刘明杨	白润娥	孙淑君	闫凤鸣	(162)	
昆虫味觉中间神经元的研究简述	汤清波	党静	洪珍珍	赵新成	闫凤鸣	(169)		

病虫害动态与分析

21 世纪河南省夏、秋季黏虫的发生特点和常发地地理特征	王高平	杨 巧	郭 培	(175)
白蚁诱杀桩技术在湖北省西部水库堤坝上的实践与应用	邱让先			(178)
莲田主要害虫的绿色防控技术措施探讨	王婉强	朱东成	朱 芬	(179)
博爱县小麦主要病虫草害发生情况原因分析及综合防治成效	毕新平	王守宝		(184)
除草剂对杨树中幼林危害的应对措施	李彦民	李俊霞		(189)
地栽黑木耳上蚤蝇的发生规律及防治方法	闫 红	杜适普	郭 杰	张 莹 (192)
草履蚧的发生规律及防治	王文平	宋 婕	刘志芳	(194)
甘薯跳盲蝽在玉米田的发生为害及综合防治技术	王 玲	韩战敏	赵宗林	丁征宇 张 莉 (198)
高山越夏番茄棉铃虫的发生危害及防治	高 阳	张 莹	高九思	张永民 (200)
梨黄刺蛾的发生为害与防治技术	胥付生			(203)
洛阳市农作物病虫测报工作的探索及成效	柴俊霞	王 兵	仝丹丹	谢长营 (205)
三门峡地区苹果绵蚜的发生扩散因素及发生规律	闫克峰	马建霞	姚 锐	(209)

三门峡市苹果绵蚜绿色防控技术规程	郭建勋 李忠民 闫克峰 姚润芬	(215)
香菇虫害凹黄蕈甲的生物学特性及防治方法	闫 红 杜适普 郭 杰 张 莹	(218)
仰韶黄杏卷叶蛾科、透翅蛾科、袋蛾科、刺蛾科害虫发生规律及防治技术	翟玉洛 高九思 闫灵玲 朱建明	(220)
仰韶黄杏同翅目害虫发生规律及防治技术	翟玉洛 高九思 闫灵玲 张建林	(223)
仰韶黄杏杏仁蜂发生危害及防治技术研究	张 莹 高 阳 高九思	(228)
仰韶黄杏舟蛾科、毒蛾科、夜蛾科、天蛾科、枯叶蛾科害虫发生规律及防治技术	翟玉洛 高九思 闫灵玲 朱建明	(231)
豫西地区害螨混生危害果园状况与综合防治	翟玉洛 赵书华 闫克峰	(234)
河南口岸首次截获进境植物检疫性有害生物——鹰嘴豆象	唐慧骥 赵 芳 苗小星 郭长宁	(239)
高大平房仓氮气杀虫应用试验报告	胡继学 胡 友 黄 峰 吴杰平 高晓宝 何振兴	(242)
粉螨的特性及其防治技术	周 祥	(248)
紫外线诱虫灯管诱杀储粮害虫实仓试验报告	胡 友 黄 峰 吴杰平 高晓宝 何振兴	(252)

研究论文摘要

三种频振灯光源对金龟子体内抗氧化酶活性的影响	高 燕 李刚华 雷朝亮 黄求应	(257)
莲田灯下昆虫类别及主要害虫的灯光诱杀技术研究	朱东成 王婉强 朱 芬	(258)
甜菜夜蛾钙粘蛋白是 <i>Bacillus thuringiensis</i> Cry2Aa 毒素的功能受体	邱 林 侯蕾蕾 马伟华 陈利珍 雷朝亮	(259)
黑翅土白蚁头部转录组库测序及生物信息学分析	孙鹏东 雷朝亮 黄求应	(260)
麦蚜寄生蜂繁育条件的研究	燕赛英 杜孟芳 尹新明 安世恒 宋 南	(261)
蚜茧蜂寄生对寄主体内酶活性的影响	燕赛英 杜孟芳 尹新明 安世恒 宋 南	(262)



研 究 论 文

用 DC-EPG 分析不带毒西花蓟马于两种寄主上的取食行为

洪丹丹^{1*} 文礼章^{1**} 张治军²

(1. 湖南农业大学植物保护学院, 长沙 410128;

2. 浙江省农科院植物保护与微生物研究所, 杭州 310021)

摘要: 西花蓟马 (*Frankliniella occidentalis*) 是一种重要的农作物害虫, 并且是番茄斑萎病毒 (Tomato spotted wilt virus, TSWV) 最有效的传播介体, 每年可造成农作物巨大的损失。为明确西花蓟马对发病寄主植物的取食偏好性, 从而明确寄主植物带毒是否会改变西花蓟马的取食行为。本实验采用直流刺吸电位仪 (direct current electrical penetration graph, DC-EPG) 分析记录了不带毒西花蓟马在感毒与非感毒辣椒、曼陀罗 2 种寄主植物上的取食行为, 主要记录了西花蓟马在这两种寄主上的总刺探波、长取食刺探波、短取食刺探波、以及非取食刺探波的持续时间和次数。结果发现: ①西花蓟马成虫在感染番茄斑萎病毒的寄主植物上的总刺探波、短取食刺探波、非取食刺探波无论取食次数持续时间都多于健康寄主, 且差异性显著。②雄虫于感染番茄斑萎病毒寄主上的长取食波时间显著多于健康寄主。这说明西花蓟马成虫对感染番茄斑萎病毒的寄主植物的取食刺探具有显著偏好性。这将对防治西花蓟马及番茄斑萎病毒提供理论依据和参考。

关键词: 西花蓟马; 番茄斑萎病毒; 直流刺吸电位仪; 寄主植物; 取食行为

Analysis of the Feeding Behavior of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on Two Host Plants by Electrical Penetration Graph

Hong Dandan^{1*}, Wen Lizhang^{1**}, Zhang Zhijun²

(1. College of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

2. Institute of Plant Protection and Microbiology,

Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021)

Abstract: Western flower thrips (WFT), *Frankliniella occidentalis* are one of the most important injurious insects to crops, and they are the most efficient transmitters for tomato spotted wilt virus (TSWV) and cause huge losses on crops per year. In order to clear the preference of western flower thrips to host plants infected TSWV, and to clear if host plants infected TSWV can modify western flower thrips' feeding behavior. The feeding behaviors for healthy western flower thrips on pepper, stramonium were recorded using the direct current electrical penetration graph (DC-EPG). The result showed, ①the non-ingestion probes, short-ingestion probes and long-ingestion

* 作者简介: 洪丹丹, 2014 届植物保护专业毕业实习生, 该文为其学士学位论文的一部分

** 通讯作者: 文礼章, E-mail: weninsect123@aliyun.com

probes for WFT on pepper and stramonium infected with TSWV are all significantly more than on healthy pepper and stramonium in both durations and numbers. ②male thrips have more long-ingestion probes on hosts infected with TSWV than on healthy hosts. Thus, virus-infected host plants are obvious more attractive to western flower thrips.

Key words: *Frankliniella occidentalis*; tomato spotted wilt virus; direct current electrical penetration graph (DC-EPG); host plant; feeding behavior.

西花蓟马 [*Frankliniella occidentalis* (Pergande)], 又名苜蓿蓟马, 属于缨翅目 (Thysanoptera) 中锥尾亚目 (Terebrantia) 蓟马科 (Thripidae) 花蓟马属 (*Frankliniella*)。最早于 1895 年在美国西部发现并报道^[1], 并于 1955 年在夏威夷岛暴发为害 (Beshar, 1983), 其后伴随着花卉、蔬菜的国际运输逐渐扩散至全世界大部分国家和地区, 并成为一种世界性害虫在世界各地造成危害, 2003 年我国首次报道并在北京发生造成严重危害^[1]。西花蓟马可以传播多种植物病毒, 造成农作物的减产和经济损失, 其中主要包括番茄斑萎病毒 (Tomato spotted wilt virus, TSWV)、凤仙花坏死斑病毒 (*Impatiens necrotic spot virus*, INSV) 和番茄褪绿病毒 (Tomato chlorotic spot virus, TCSV) 等多种番茄斑萎病毒属 (*Tospoviruses*) 的植物病毒^[2,3]。西花蓟马是番茄斑萎病毒最有效的传播介体, 随着西花蓟马的全球扩散传播, 该病毒的发生和传播尤其严重^[4,5]。一般可以导致农作物严重减产损失 30% ~ 70%, 甚至有可能绝收。番茄斑萎病毒在世界各地受到广泛关注, 属于世界十大农业病害之一, 每年可造成全球 10 亿美元的经济损失。由此可见, 西花蓟马传播病毒造成的危害远远大于直接危害, 因此, 防控西花蓟马这一传播媒介是防治番茄斑萎病的重要途径^[6,7]。

直流刺吸电位仪 (direct current electrical penetration graph, DC-EPG), 是一种研究植食性刺吸式口器昆虫在寄主植物上刺吸和取食行为的电生理技术。其原型是美国加利福尼亚大学的 McLean 和 Kinsey (1964) 设计的蚜虫取食监测系统, 随着应用领域的不断扩大, 这一技术得到多次改进, 研究对象不仅适用于记录分析刺吸式昆虫 (蚜虫、粉蚧、烟粉虱等) 刺吸寄主植物时的取食行为, 也适用于锉吸式口器的蓟马^[8]。当蓟马未将口针刺入植物时, EPG 的电压水平几乎为 0, 称为基线 (BL) 或未刺探波。而当蓟马将口针刺入寄主植物时, EPG 会出现电压的急剧升高 (P 波)^[8,9]。所有刺探过程的行为都是以 P 波开始, 以电压骤降至基线结束。西花蓟马在刺吸寄主植物时产生的波形主要包括以下四种: 未刺探波 (即 BL), 非取食刺探波 (noningestion probes), 短取食波 (short-ingestion probes) 和长取食波 (long-ingestion probes)^[10-12]。

西花蓟马为极端广食性昆虫, 对不同寄主有一定取食偏好性, 那么西花蓟马对带毒寄主是否具有取食偏好性? 西花蓟马在带毒还是健康寄主上取食更多? 本研究通过直流刺吸电位仪分析西花蓟马在 2 种寄主植物 (辣椒、曼陀罗) 上的取食行为, 期望进一步明确西花蓟马对带毒寄主植物的取食偏好性, 为防治西花蓟马和番茄斑萎病提供更多理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

西花蓟马成虫于 2007 年在北京采集, 至 2013 年 5 月已连续饲养 120 代以上, 以四

季豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) 为寄主植物饲养于人工气候箱 (温度 $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $75\% \pm 5\%$, 光照周期 L:D=16:8), 选取羽化后 2~3 天的西花蓟马成虫供试。

1.2 供试寄主植物

辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 购于杭州市江干区杭丰蔬菜良种研究所, 品种为杭州鸡爪 × 吉林早椒; 曼陀罗 (*Datura stramonium* L.) 于河南自收种子获得。将上述寄主植物播种于温室 (温度 $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $75\% \pm 5\%$, 光照周期 L:D=12:12), 培养出 3~4 片真叶 (2~4 周) 健康植株。采用人工摩擦的方法接种番茄斑萎病毒 (TSWV)。选取感毒症状明显的曼陀罗植株, 剪取病毒叶片 1g, 加入 10mL 的接种缓冲液 (0.01mL NaPO_4 , pH 值 7.0), 将叶片碾碎制成接种液。取健康曼陀罗植株 (3~5 片真叶), 在其顶端 3 片真叶上面撒上金刚砂粉末 (约 500 目), 利用棉签蘸取配好的接种液沿着叶脉伸展的方向轻轻地摩擦叶片, 约过 10min 后再用清水冲洗叶片表面, 在 $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的环境下, 2~3 周即可观察到明显的发病症状。TSWV 明显的发病症状: 叶片出现明显色斑, 萎黄色轮纹和萎黄色镶嵌, 生长受阻, 并出现畸形, 经过快速检测试剂盒检测确认其为 TSWV 发病植株。培养植株所用营养土为有机肥、珍珠岩 (直径 2~4mm)、泥炭、蛭石按照 1:10:10:10 (体积比) 的比例混合而成的。

1.3 刺吸电位波形的记录方法

采用具有四通道面板控制的直流电型 (DC-EPG 型) 昆虫刺吸电位仪 (Giga-4, EPG Systems, Wageningen, the Netherlands) 进行取食行为观察。将一段金丝线 (长 2~4cm, 直径 $12.5\mu\text{m}$) 的一端用银胶固定于蓟马的背板上, 另一端用银胶固定于一根铜丝 (长约 2cm) 的一端, 铜丝的另一端用锡粘附在一根铜钉 (长约 2cm, 直径 1mm) 上, 最后将铜钉插入昆虫电极。实验时, 首先将西花蓟马置于冰袋上, 以使用银胶将金丝线粘合在其背板上。极细的金丝线既可导电, 又可以使蓟马在叶面上相对自由的活动。待银胶干后, 将蓟马置于平面上自由活动 30~40min, 使其适应背部粘合金线的状态。然后, 将长约 10cm 的铜质棒状植物电极插入植株盆栽土壤中, 再将粘好蓟马的铜钉插入对应的插槽内, 蓟马置于供试植株顶端第 2 片真叶的叶面上, 使其可以相对自由地活动。整个实验置于 $80\text{cm} \times 70\text{cm} \times 80\text{cm}$ 接地的法拉第金属笼中, 以避免噪音干扰, 实验条件为温度 (27 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $75\% \pm 5\%$, 采用约 600 lx 灯光光照强度。采用 PROBE 3.4 软件 (the Entomology Laboratory, Wageningen University, The Netherlands) 对蓟马取食行为进行记录。

1.4 取食实验

供试蓟马为羽化 2~3 天无病毒接触史西花蓟马成虫, 实验植株为 3~4 片真叶曼陀罗、3~4 片真叶辣椒。每种植株为一个处理。每处理 20 株, 分别记录 10 头雌虫和 10 头雄虫。EPG 实验时将蓟马置于植株顶端第 2 片真叶的叶片表面。每次实验记录为 8h, 每头蓟马、每棵植株只可用于一次实验记录。

1.5 数据分析

采用 ANA 软件对昆虫取食行为的数据统计分析。将每次记录的 8h 随机选取 3h 进行数据分析。每小时统计非取食刺探波 (noningestion probes)、短取食波 (short-ingestion probes) 和长取食波 (long-ingestion probes) 的次数和总持续时间。利用 DPS 数据处

理系统(唐启义, 浙江大学昆虫研究所)对同一性别的西花蓟马于健康与带毒寄主之间的取食次数、总时间和平均时间平均值进行 t 检验 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 西花蓟马的刺探特征

西花蓟马取食过程中产生的不同类型的波形特征如图 1 所示。非取食刺探波一般由 P 波开始, 持续 1s 左右, 随着不易区分的电压波动, 此时西花蓟马将口针刺入叶片表皮但并未摄取食物。短取食波和长取食波均为西花蓟马的取食波, 以 P 波开始, 由 R1 波 (R1a 或 R1b) 和 R2 波组成, R1 波波峰和波谷的频率为 8 ~ 14Hz, R2 的波峰和波谷的频率为 5 ~ 8Hz^[17,18], 短取食波和长取食波主要通过 R1 和 R2 的比例来区分: 一般 R1 : R2 小于 1 : 3 为短取食波; R1 : R2 大于 1 : 3 则为长取食波^[10]。

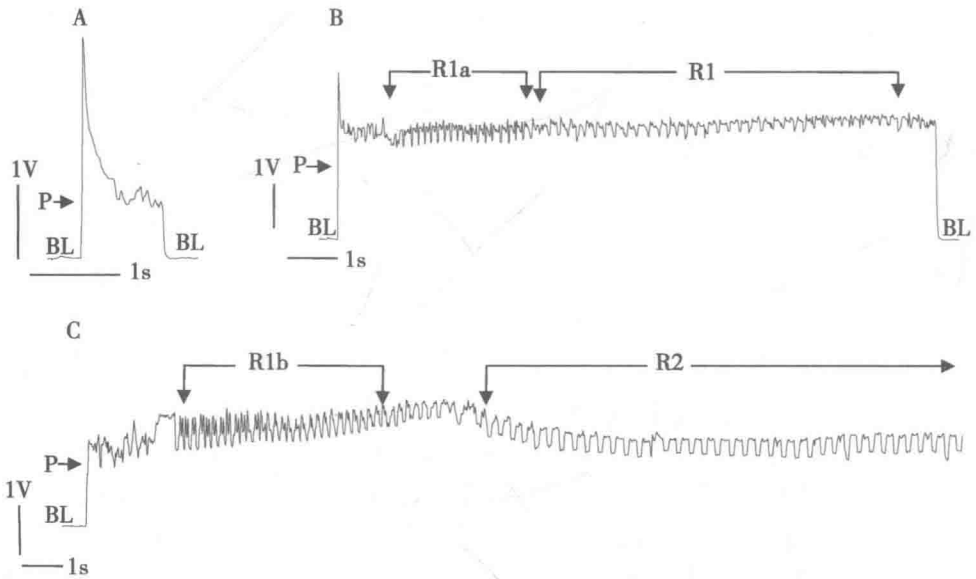


图 1 西花蓟马 (*Frankliniella occidentalis*) 取食的 EPG 波形

Fig. 1 EPG waveforms of ingestion of the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*)

A: 未取食刺探波 Noningestion probes: 由 P 波开始; B: 短取食波 Short-ingestion probes: 由 P 波开始, 接着为 R1a 波, 再过渡转换为 R2 波; C: 长取食波 Long-ingestion probes: 由 P 波开始, 接着为 R1b 波, 再过渡转换为 R2 波; BL: 蓟马口针未刺入植物时的电压基线^[10]。

2.2 西花蓟马的取食行为

表 1 和表 3 记录西花蓟马雄虫和雌虫在辣椒上 3h 中的 3 种刺探波形的持续时间和刺探次数, 表 2 和表 4 记录了花蓟马雄虫和雌虫在曼陀罗上 3h 中的 3 种刺探波形的持续时间和刺探次数。

表 1 西花蓟马在辣椒上的不同取食波形的刺探平均时间

Table 1 The duration of different probes of *Frankliniella occidentalis* on pepper

寄主	昆虫性别	总刺探时间 (s)	长取食刺探时间 (s)	短取食刺探时间 (s)	非取食刺探时间 (s)
TSWV 辣椒	雄虫	2 517.0 ± 1 023.9a	2 266.6 ± 904.3a	818.2 ± 422.9a	482.5 ± 384.8a
健康辣椒	雄虫	1 083.1 ± 946.2b	601.1 ± 306.6b	187.7 ± 198.8b	120.6 ± 105.3b
TSWV 辣椒	雌虫	3 172.1 ± 1497.6a	483.4 ± 490.3a	1 621.9 ± 1 033.8a	1 161.7 ± 684.8a
健康辣椒	雌虫	1 255.5 ± 725.5b	390.8 ± 284.5a	387.6 ± 535.2b	217.4 ± 229.9b

注：数据为平均值 ± 标准差 (n = 10)。字母表示带毒与不带毒寄主之间的显著性 ($P < 0.05$, t 检验), 表中不同处理之间的不同字母表示差异显著, 相同字母表示差异不显著。以下各表同

表 2 西花蓟马在曼陀罗上的不同取食波形的刺探平均时间

Table 2 The duration of different probes of *Frankliniella occidentalis* on stramonium

寄主	昆虫性别	总刺探时间 (s)	长取食刺探时间 (s)	短取食刺探时间 (s)	非取食刺探时间 (s)
TSWV 曼陀罗	雄虫	2 235.5 ± 966.4a	1 427.1 ± 967.6a	1 232.0 ± 998.7a	497.4 ± 381.57a
健康曼陀罗	雄虫	1 186.3 ± 423.9b	330.2 ± 298.4b	624.1 ± 309.4b	233.4 ± 134.4b
TSWV 曼陀罗	雌虫	3 602.9 ± 1 691.6a	809.3 ± 1 090.5a	2 062.9 ± 1 090.5a	731.9 ± 464.1a
健康曼陀罗	雌虫	1 789.9 ± 666.5b	449.7 ± 766.5a	990.4 ± 591.1b	339.2 ± 212.7b

表 3 西花蓟马在辣椒上的不同取食波形的刺探次数

Table 3 The number of different probes of *Frankliniella occidentalis* on pepper

寄主	昆虫性别	总刺探次数	长取食刺探次数	短取食刺探次数	非取食刺探次数
TSWV 辣椒	雄虫	428.3 ± 152.5a	7.8 ± 4.5a	174.5 ± 70.7a	201.9 ± 197.5a
健康辣椒	雄虫	125.2 ± 77.0b	4.7 ± 1.5a	49.9 ± 40.4b	64.0 ± 43.6b
TSWV 辣椒	雌虫	911.9 ± 590.0a	9.3 ± 10.2a	434.4 ± 299.2a	480.0 ± 322.6a
健康辣椒	雌虫	311.4 ± 291.1b	9.1 ± 8.5a	100.4 ± 108.3b	246 ± 110.7b

表 4 西花蓟马在曼陀罗上的不同取食波形的刺探次数

Table 4 The number of different probes of *Frankliniella occidentalis* on stramonium

寄主	昆虫性别	总刺探次数	长取食刺探次数	短取食刺探次数	非取食刺探次数
TSWV 曼陀罗	雄虫	368.2 ± 207.8a	4.5 ± 2.8a	161.7 ± 98.7a	202.1 ± 120.0a
健康曼陀罗	雄虫	291.4 ± 303.3a	4.4 ± 3.4a	133.9 ± 161.1a	155.0 ± 149.8a
TSWV 曼陀罗	雌虫	762.1 ± 517.5a	8.2 ± 6.3a	593.8 ± 483.0a	869.0 ± 45.1a
健康曼陀罗	雌虫	400.3 ± 236.2a	4.3 ± 3.2a	306.9 ± 211.3a	220.5 ± 164.28b

2.2.1 西花蓟马在曼陀罗上的取食行为

由表 2 和表 4 可知, 西花蓟马雄虫和雌虫在 TSWV 曼陀罗寄主上的总刺探时间为在

健康曼陀罗寄主上的 2 倍,且差异性显著,而雄虫和雌虫在 TSWV 曼陀罗寄主上的总取食次数分别为健康曼陀罗寄主上的 1.2 倍和 2 倍,说明西花蓟马在 TSWV 曼陀罗上的总取食次数和持续时间均多于健康曼陀罗。

西花蓟马雄虫和雌虫在 TSWV 曼陀罗寄主上的非取食刺探时间和次数均为在健康曼陀罗寄主上的 2 倍,且差异性显著,说明西花蓟马在 TSWV 曼陀罗寄主上的取食尝试次数和时间均显著多于健康曼陀罗。

西花蓟马雄虫和雌虫在 TSWV 曼陀罗寄主上的短取食刺探时间和次数均为在健康曼陀罗寄主上的 2 倍,且差异性显著,而雄虫和雌虫在 TSWV 曼陀罗寄主上的短取食刺探次数分别为健康曼陀罗寄主上的 1.2 倍和 2 倍,说明西花蓟马在 TSWV 曼陀罗上的短取食次数和持续时间均多于健康曼陀罗。

西花蓟马雄虫在 TSWV 曼陀罗寄主上的长取食刺探时间是在健康曼陀罗寄主上的 4.5 倍,且差异显著,而刺探次数无太多差异;而雌虫在 TSWV 曼陀罗寄主和健康曼陀罗寄主上的长取食刺探的时间和次数均无太大差异。说明西花蓟马雄虫对 TSWV 曼陀罗寄主具有长取食刺探趋向。

2.2.2 西花蓟马在辣椒上的取食行为

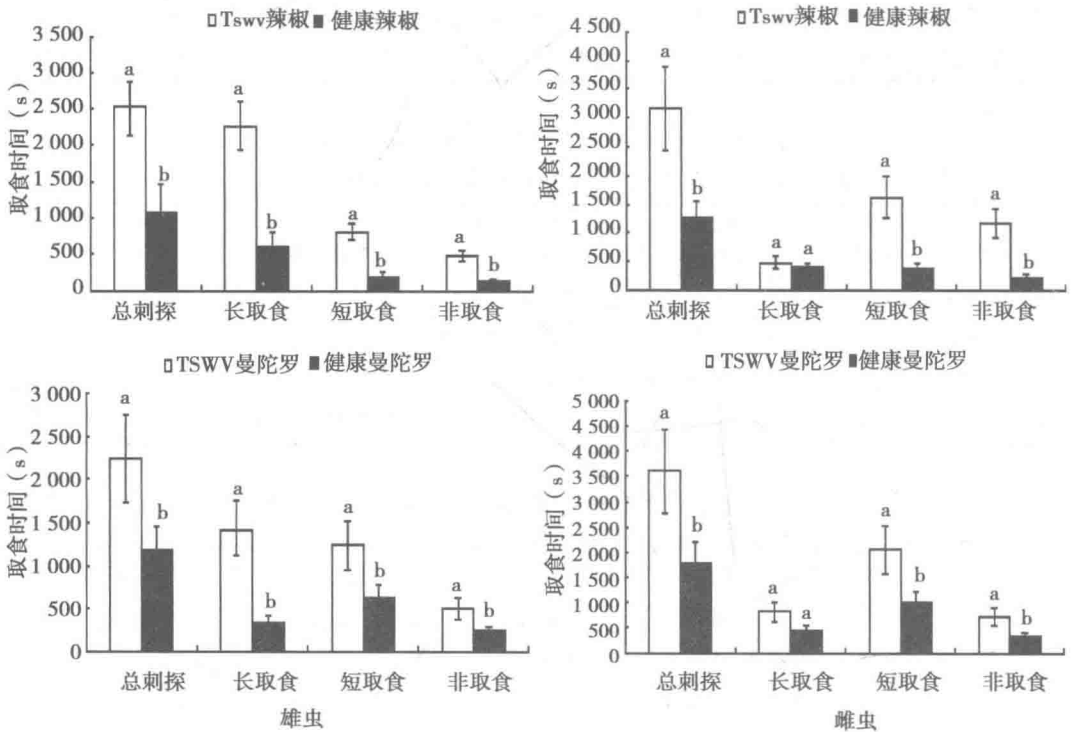


图 2 不同寄主植物上西花蓟马雌雄成虫不同类型波形取食平均时间的差异

Fig. 2 Difference in duration of probes of female and male adults on different host plants

注: 图中同一组合不同处理之间的不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$, t 检验)

由表 1 和表 3 可知, 西花蓟马雄虫在 TSWV 辣椒寄主上的总刺探时间和次数分别为