

不同辣椒品种抗(耐)西花蓟马的初步 筛选及苗期防御酶的变化

符伟^{1,2+}, 朱春晖¹⁺, 刘勇¹, 张德咏¹, 谭新球^{1*}

¹湖南省农业科学院植物保护研究所, 园艺作物病虫害综合治理湖南省重点实验室,
长沙 湖南 410125; ²湖南农业大学农药研究所, 长沙 湖南 410128

摘要:【背景】西花蓟马自 2003 年传入我国以来, 呈扩张趋势。辣椒上西花蓟马以化学防治为主, 国内尚无抗性资源保护、抗(耐)虫性资源筛选等相关研究。【方法】以 20 个辣椒品种和西花蓟马为材料, 采用幼苗接虫法, 根据危害症状分级, 计算为害指数并作为抗(耐)评价指标, 然后测定不同抗(耐)材料苗期受西花蓟马危害后防御酶活性的变化, 探讨其与抗性的关系。【结果】在 20 个供试辣椒品种中, 湘研 13 号和博辣 4 号对西花蓟马的抗性较强, 其他品种抗性较差, 兴蔬绿剑抗性最差; 不同辣椒品种抗(耐)虫性与过氧化物酶变化呈正相关, 但与过氧化氢酶相关性不显著。【结论与意义】本研究建立了辣椒抗(耐)西花蓟马的筛选评价体系, 为挖掘抗西花蓟马的种质资源和西花蓟马的有效防控提供了依据。

关键词: 西花蓟马; 辣椒品种; 抗(耐)虫性; 植物防御酶

Screening on different *Capsicum annuum* cultivars resistant/tolerant to the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) and variation on their defense enzymes at seedlings stage

Wei FU^{1,2+}, Chun-hui ZHU¹⁺, Yong LIU¹, De-yong ZHANG¹, Xin-qiu TAN^{1*}

¹Key Laboratory of Integrate Diseases and Insects Pests Management in Horticultural Crops in Hunan, Hunan Plant Protection Institute, Hunan Academy of Agricultural Science, Changsha, Hunan 410125, China; ²Pesticides Institute, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China

Abstract: 【Background】The western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) was introduced into China in 2003, and its occurrence and damage is increasing. Chemical control is currently widely used but unsustainable. This work is aimed at screening and identification of potentially resistant germplasm resources. 【Method】Juvenile seedlings of different *Capsicum annuum* cultivars were infested with 1st nymphal instar *F. occidentalis* in glasshouse, and the index of damage was calculated by revised damaged symptoms and graded standard. The correlation between the activity of plant defense enzymes and resistance levels was analyzed by the activity variation of catalase (CAT) and peroxidase (POD). 【Result】Two out of 20 tested cultivars, Xiangyan No. 13 and Bola No. 4 demonstrated high levels of resistance/tolerance, while the others had middle level of resistance/tolerance or were susceptible. Cv. Xingshu Lujian the most susceptible cultivar. A positive relationship was observed between POD activity and resistance level on selected cultivars, but CAT did not seem to be related to resistance. 【Conclusion and significance】In the study, the method of evaluation and screening resistance/tolerance to western flower thrips (*F. occidentalis*) on different *C. annuum* cultivars at the juvenile seedlings stage in glasshouse was developed, which are proof of discovering the resistant plant germplasm resources and further effective control to western flower thrips.

Key words: western flower thrip; *Capsicum annuum* cultivar; pest resistance/tolerance; plant defense enzyme

收稿日期 (Received): 2012–11–08 接受日期 (Accepted): 2012–11–29

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201103026)

作者简介: 符伟, 男, 助理研究员。研究方向: 有害生物综合治理。E-mail: fuwei@hnppi.com。朱春晖, 女, 助理研究员。研究方向: 有害生物综合治理。E-mail: zhuchunhui@163.com

+ 同等贡献作者 (Coauthors for equal contribution in the study)

* 通讯作者 (Author for correspondence), E-mail: tanxinqiu2008@yahoo.com.cn

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 是一种危险性外来入侵害虫 (Kirk & Terry, 2003), 寄主范围广泛, 并且是番茄斑萎病毒病传播的主要载体 (Bautista & Mau, 1994)。2003 年我国首次报道该虫, 之后在局部地区暴发成灾, 严重时每株辣椒叶和花上的西花蓟马可达数千头 (张友军等, 2003)。目前, 西花蓟马主要集中在云南、浙江、江苏、河南、山东、天津、北京等东部沿海花卉贸易大省(市), 浙江等省在花店、花鸟市场等花卉输入地有发现 (吕要斌等, 2011; 严丹侃等, 2010; 张安盛等, 2012), 但未造成扩散。

我国对西花蓟马的种群动态、种间竞争、化学防治、生物防治和分子检测等方面均有报道 (戴林等, 2004; 龚佑辉等, 2010; 路虹等, 2007; 武晓云等, 2009), 而在种质资源保护、抗(耐)虫性资源筛选等方面报道甚少。袁成明等 (2011) 报道了西花蓟马对不同蔬菜的嗜食性不一致, 并且不同蔬菜对西花蓟马的生长发育和繁殖均有一定影响。

辣椒作为西花蓟马最重要的寄主之一, 不仅受到西花蓟马直接取食危害, 而且受到西花蓟马传播的番茄斑萎病毒侵染危害, 导致产量和品质严重下降 (吕要斌等, 2011)。目前对于辣椒上西花蓟马的防治主要采用化学药剂, 然而许多地区的田间种群都对各种杀虫剂产生了不同程度的抗药性, 使生产防治面临巨大的挑战 (龚佑辉等, 2011)。选用抗虫品种是害虫综合防控的重要措施之一。为此, 本研究在室内就辣椒 20 个品种对西花蓟马的抗(耐)虫性进行筛选和评价, 进而对易感虫和抗(耐)虫辣椒品种的过氧化氢酶 (catalase, CAT) 和过氧化物酶 (peroxidase, POD) 活性进行测定和比较, 探讨寄主植物抗(耐)虫能力与植物防御酶的相关性, 为筛选抗(耐)西花蓟马种质资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试辣椒品种: 兴蔬绿剑、福湘佳丽、湘研 9 号、博辣 6 号、兴蔬绿冠、湘研 17 号、湘研 9401、兴蔬 215、湘研 3 号、兴蔬 301、博辣 5 号、湘研 5 号、福湘 5 号、湘研 15 号、博辣娇红、博辣 3 号、湘研 7 号、兴蔬嫩辣、湘研 13 号、博辣 4 号, 购自湖南兴蔬种业有限公司。

供试靶害虫: 西花蓟马种群从中国农业科学院蔬菜花卉研究所引进, 采用豆莢法在实验室连续饲养至今 (Zhang *et al.*, 2007)。饲养条件: 温度为 (25 ± 1) °C, RH 为 65%, 光周期 L/D = 12 h/12 h, 饲养期间不接触任何杀虫剂。

1.2 试验方法

1.2.1 室内不同辣椒品种对西花蓟马抗(耐)性的筛选与评价 采用幼苗接虫法, 在底部带有小孔并装细沙和营养土的一次性塑料杯中播入辣椒种子, 置于沙笼 (20 cm × 20 cm × 30 cm) 中, 每杯 1 株, 每个品种 30 株。于 3 ~ 4 叶期接入刚孵化的西花蓟马若虫, 每株 10 头, 并用另一个一次性塑料杯倒扣, 在 2 个杯子的连接处用透明胶带粘合, 以防西花蓟马逃逸。植物生长条件: 温度为 (25 ± 1) °C, 光周期为 16 h/8 h (光照/黑暗)。待其为害 10 d 后, 使用化学药剂阿维菌素杀死目标害虫西花蓟马, 以防其逃逸造成受害。然后根据辣椒受蓟马为害的症状进行分级 (胡桂馨等, 2009), 并计算为害指数 (周明群, 1992)。

为害指数 = $\sum [(\text{受害级叶片数} \times \text{受害级代表值})] / (\text{调查总叶片数} \times \text{受害最高级值}) \times 100\%$

1.2.2 不同辣椒品种被西花蓟马危害后苗期防御酶活性的变化 在室内抗虫筛选评价基础上, 选择较感西花蓟马品种福湘佳丽, 以及中等抗性品种兴蔬嫩辣和较抗品种博辣 4 号 3 个品种为供试材料, 于接虫后 0、24、36、72 h 观察酶活性变化, 共 12 个处理, 每个处理重复 3 次。POD 活性测定采用愈创木酚法 (高俊凤等, 2001; 詹嘉红, 2005), CAT 活性测定采用紫外吸收法 (高俊凤等, 2001)。

1.3 数据统计分析

所有试验数据采用 Excel 2003 和 SAS 8.2 软件进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 室内不同辣椒品种幼苗期对西花蓟马抗(耐)性的筛选与评价

采用寄主植物幼苗期接虫方法, 在相对封闭的生长环境中进行试验观察, 参考其他害虫鉴定标准 (胡桂馨等, 2009), 建立了辣椒叶片受西花蓟马为害的初步分级标准 (图 1、表 1), 为害指数按照表 1 进行统计。

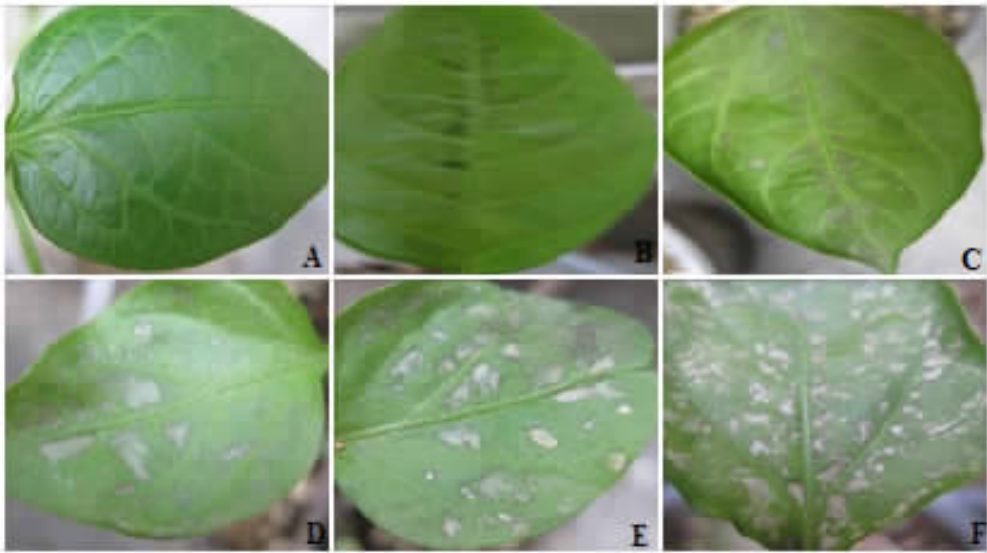


图 1 室内西花蓟马为害不同辣椒品种幼苗 10 d 后的症状和分级标准

Fig. 1 Symptoms displayed by different *C. annuum* cultivars with varying degrees after 10 d transferring western flower thrips on juvenile seedlings in the glasshouse
A 为博辣 4 号 0 级, B 为博辣 4 号 1 级, C 为博辣 4 号 2 级, D 为兴蔬绿冠 3 级, E 为兴蔬绿冠 4 级, F 为兴蔬绿冠 5 级。
A = 0 grade of Bola No. 4, B = 1 grade of Bola No. 4, C = 2 grade of Bola No. 4, D = 3 grade of Xingshu Lüguan, E = 4 grade of Xingshu Lüguan, F = 5 grade of Xingshu Lüguan.

表 1 辣椒叶片受西花蓟马为害的初步分级标准

Table 1 Scoring criteria for leaf damage on *C. annuum* by the western flower thrips

受害叶分级 Grade of damaged leaves	为害症状 Symptom
0	叶片绿色、正常,无任何虫伤。 No any damage symptom on normal green leaves.
1	叶片绿色,有个别虫伤斑点或轻微扭曲,叶基本平展。 Normal green and flatten leaves with symptoms of single spot or slight curling after insects damage.
2	叶片绿色,有明显虫伤,伤口呈线形或斑块,叶片开始皱缩、变形。 Leaves with significant symptoms of thring damaged spots, simultaneously with crinkling and deformation symptoms on damaged leaves.
3	叶片基本为绿色或因明显皱缩变成深绿色,虫伤多且几乎全叶皱缩、变形,部分开始卷曲。 Leaves from green to dark green in color,nearly the whole leaves is crinkling and deformed with many damaged spots,partly with curiling symptoms.
4	叶片内折、扭曲、卷合,1/3 以上部分干枯变成白色。 The whole leaves is abnormal with seriously inward curling, and 1/3 of damaged leaves became dried of white color.
5	叶片 3/4 以上部分干枯变成白色。 3/4 of damaged leaves became dried of white color.

从表 2 可以看出,被筛选品种可以明显分为较抗(耐)虫品种(湘研 13 号、博辣 4 号,占 10%)、中等抗(耐)虫品种(兴蔬嫩辣、兴蔬 301 等,占 45%)、易感虫品种(兴蔬绿剑、湘研 3 号等,占 45%)。其中以博辣 4 号的抗(耐)虫性最强,湘研 13 号次之,以兴蔬绿剑抗(耐)虫性最差,并且较抗(耐)虫品种的为害指数与兴蔬绿剑等 14 个品种存在显著差异(表 2)。

2.2 不同辣椒品种被西花蓟马为害前后苗期防御酶的变化

不同辣椒品种在接西花蓟马若虫 0、24、36、72 h 后体内 CAT 和 POD 活性变化见表 3。西花蓟马取食为害后,POD 活性随为害时间的延长呈上升趋势,而 CAT 活性随为害时间的延长呈下降趋势。未遭受西花蓟马为害时,较抗(耐)虫性品种和易感虫性品种 CAT 活性无明显差异,而较抗(耐)虫性品种 POD 活性显著高于易感虫品种。

表 2 室内不同辣椒品种苗期对西花蓟马的抗(耐)性($n=30$)

Table 2 Evaluation of different <i>C. annuum</i> cultivars resistant/tolerant to the damage of western flower thrips at seedling stage ($n=30$)					
品种 Cultivar name	为害指数 Damage index	抗(耐)虫性 Resistance/tolerance	品种 Cultivar name	为害指数 Damage index	抗(耐)虫性 Resistance/tolerance
兴蔬绿剑 Xingshu Lujian	71.82 ± 5.43a	易感虫 Sensitive	湘研 5 号 Xiangyan No.5	55.31 ± 4.82b	MR
福湘佳丽 Fuxiang Jiali	70.03 ± 6.12a	S	福湘 5 号 Fuxiang No.5	55.04 ± 5.26b	MR
湘研 9 号 Xiangyan No.9	68.71 ± 3.73a	S	湘研 15 号 Xiangyan No.15	54.29 ± 4.97b	MR
兴蔬绿冠 Xingshu Lüguan	65.84 ± 4.94a	S	博辣娇红 Bola Jiaohong	53.88 ± 3.78b	MR
湘研 17 号 Xiangyan No.17	63.88 ± 5.25a	S	博辣 6 号 Bola No.6	53.11 ± 4.92bc	MR
湘研 9401 Xiangyan 9401	61.34 ± 4.97ab	S	博辣 3 号 Bola No.3	52.31 ± 5.34bc	MR
兴蔬 215 Xingshu 215	60.35 ± 5.83ab	S	湘研 7 号 Xiangyan No.7	51.64 ± 4.29bc	MR
湘研 3 号 Xiangyan No.3	60.02 ± 4.27ab	S	兴蔬嫩辣 Xingshu Nenla	50.38 ± 5.21bc	MR
兴蔬 301 Xingshu 301	58.83 ± 6.31b	中等抗(耐)虫 Medium resistance	湘研 13 号 Xiangyan No.13	47.31 ± 4.72c	较抗(耐)虫 Resistant
博辣 5 号 Bola No.5	55.72 ± 6.24b	MR	博辣 4 号 Bola No.4	45.28 ± 4.36c	R

数据为平均值 ± 标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著(LSD 法)。
Mean ± SE following by different small letters indicate significant difference ($P<0.05$, LSD test).

表 3 不同辣椒品种受害后体内 CAT 和 POD 活性的变化

Table 3 Activity of calatase and peroxidase in different *C. annuum* cultivars after damage by western flower thrips

品种 Cultivar name	取食时间 Time of feeding (h)	CAT 活性 Catalase activity ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	POD 活性 Peroxidase activity ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)
福湘佳丽 Fuxiang Jiali (S)	0	45.60ab	27.60e
	24	60.00a	39.60d
	36	36.00bc	64.80c
	72	42.00b	91.20ab
兴蔬嫩辣 Xingshu Nenla (MR)	0	46.80ab	40.80d
	24	57.60a	79.20b
	36	19.80d	86.40b
	72	31.50c	116.40a
博辣 4 号 Bola No.4 (R)	0	58.80a	90.20ab
	24	44.40ab	38.40d
	36	46.20ab	67.20c
	72	12.00d	108.00a

数据为平均值 ± 标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著(LSD 法)。
Mean ± SE following by different small letters indicate significant difference ($P<0.05$, LSD test).

3 结论与讨论

本研究基于其他害虫抗性评价体系,设计了一套室内辣椒对西花蓟马抗性的评价体系,并初步建立了相应的分级标准,可为相关研究和农业生产提供参考。

本研究中,西花蓟马为害后,所有筛选品种的 POD 活性均随为害时间的延长而上升,且较抗(耐)虫性品种的活性高于易感虫品种;虽然较抗(耐)虫性品种在为害初期,POD 活性有所下降,但随后很快上升,为害 72 h 后,其活性逐渐恢复到初始水平,在其他研究(刘玉良等,2009)中也发现类似的现象。对于易感虫性品种,POD 活性一直上升,危害 72 h 后,远远高于初始水平,各阶段间存在显著差

异。因此,初步推测辣椒体内 POD 活性高低及其调控能力与该品种抗(耐)西花蓟马能力呈正相关,建议将其作为筛选抗(耐)西花蓟马品种的一个参考指标。但是,辣椒品种对西花蓟马的抗(耐)性与 CAT 活性的相关性不显著。

本研究尽管发现有些辣椒品种对西花蓟马具有一定程度的抗(耐)性,但有关其抗(耐)性机制及其与西花蓟马之间的互作机制均有待进一步研究。

参考文献

戴林, 杜予州, 张刘伟, 周福才, 龚伟荣, 鞠瑞婷. 2004. 西花蓟马在中国的适生性分布研究初报. 植物保护, 30 (6): 48–51.

高俊凤, 孙群, 梁宗锁. 2001. 植物生理学实验技术. 西安:

- 世界图书出版公司.
- 龚佑辉, 吴青君, 张友军, 徐宝云. 2010. 西花蓟马的抗药性及综合治理策略. *昆虫知识*, 47(6): 1072 – 1080.
- 胡桂馨, 师尚礼, 王森山, 魏列新, 宋丽雯. 2009. 不同苜蓿品种对牛角花齿蓟马的耐害性研究. *草地学报*, 17(4): 505 – 509.
- 刘玉良, 米福贵, 特木尔布和, 王普昶, 马小廷, 闫蓉. 2009. 苜蓿蓟马抗性与其生理活性相关性研究. *安徽农业科学*, 37(18): 8561 – 8571.
- 路虹, 宫亚军, 石宝才, 宋婧祎. 2007. 西花蓟马在黄瓜和架豆上的空间分布型及理论抽样数. *昆虫学报*, 50(11): 1187 – 1193.
- 吕要斌, 张治军, 吴青君, 杜予州, 张宏瑞, 于毅, 王恩东, 王鸣华, 王满囤, 童晓立, 吕利华, 谭新球, 付卫东. 2011. 外来入侵害虫西花蓟马防控技术研究与示范. *应用昆虫学报*, 48(3): 488 – 496.
- 武晓云, 程晓非, 张仲凯, 桂富荣, 李正跃. 2009. 西花蓟马(*Frankliniella occidentalis*) rDNA ITS2 和 COI 基因 5' 末端序列的克隆与比较分析. *浙江大学学报: 农业与生命科学版*, 35(4): 355 – 364.
- 严丹侃, 汤云霞, 贺子义, 孙雷, 王鸣华, 薛晓峰, 范加勤. 2010. 南京地区西花蓟马发生调查及其分子检测. *南京农业大学学报*, 33(4): 59 – 63.
- 袁成明, 邹军锐, 曹宇, 马恒. 2011. 西花蓟马对蔬菜寄主的选择性. *生态学报*, 31(6): 1720 – 1726.
- 詹嘉红. 2005. 橄榄果实中 PPO 和 POD 活性抑制研究. *亚热带植物科学*, 34(4): 14 – 16.
- 张安盛, 张思聪, 庄乾营, 李丽莉, 门兴元, 周仙红, 于毅. 2012. 外来入侵害虫——西花蓟马在山东省不同地区主要花卉上的分布. *生物安全学报*, 21(2): 114 – 118.
- 张友军, 吴青君, 徐宝云, 朱国仁. 2003. 危险性外来入侵生物——西花蓟马在北京发生危害. *植物保护*, 29(4): 58 – 59.
- 周明群. 1992. 作物抗虫性原理及应用. 北京: 北京农业大学出版社.
- Bautista R C and Mau R F. 1994. Preference and development of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on plant hosts of tomato spotted wilt tospovirus in Hawaii. *Environmental Entomology*, 23: 1501 – 1507.
- Kirk W D J and Terry L I. 2003. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 301 – 310.
- Zhang Z J, Wu Q J, Li X F, Zhang Y J, Xu B Y and Zhu G R. 2007. Life history of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysan, Thripae) on five different vegetable leaves. *Journal of Applied Entomology*, 131: 347 – 354.

(责任编辑: 杨郁霞)

