

西花蓟马在不同辣椒品种上的实验种群生命表

庞洪翠¹, 唐勇斌¹, 贾彦霞^{2*}

(1. 西藏职业技术学院, 拉萨 850030; 2. 宁夏大学农学院, 银川 750021)

摘要 为探讨西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 在不同辣椒品种上的发生及为害规律, 以 5 个辣椒品种作为试验材料, 组建西花蓟马种群生命表。结果表明, 从西花蓟马各个虫态的发育历期来看, ‘杭椒五号’和‘太空辣’比较适合蓟马生长繁殖, 其次为‘洋大帅’, ‘娇龙’、‘74-82’最不适合西花蓟马生存。西花蓟马在 5 个品种上的存活曲线类型不同, 在‘杭椒五号’上的存活曲线偏向 A 型; 在‘洋大帅’、‘太空辣’品种上偏向 B 型; 在‘娇龙’、‘74-82’品种上则偏向于 C 型。通过种群参数分析表明西花蓟马比较喜好取食‘洋大帅’、‘太空辣’、‘杭椒五号’3 个品种, ‘娇龙’和‘74-82’品种则不利于西花蓟马的生长繁殖。

关键词 西花蓟马; 种群动态; 抗性; 存活曲线

中图分类号: S 436.418 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018209

Life tables for experimental populations of *Frankliniella occidentalis* on different pepper cultivars

PANG Hongcui¹, TANG Yongbin¹, JIA Yanxia²

(1. Tibet Vocational and Technical College, Lhasa 850030, China;

2. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract To evaluate the occurrence and damage of *Frankliniella occidentalis* on different pepper varieties, five pepper cultivars were used as experiment materials to establish the life tables of *F. occidentalis*. According to the developmental durations of various stages, ‘Hangjiaowuhao’ and ‘Taikongla’ were more suitable for the growth and reproduction of *F. occidentalis*, followed by ‘Yangdashuai’, ‘Jiaolong’ and ‘74-82’ were not suitable for survival of *F. occidentalis*. The survival curves of *F. occidentalis* were different in the five cultivars of pepper. The survival curve of ‘Hangjiaowuhao’ was biased towards type A, and ‘Yangdashuai’ and ‘Taikongla’ were biased towards type B, while ‘Jiaolong’ and ‘74-82’ were biased towards type C. Analysis of population parameters showed that *F. occidentalis* preferred ‘Yangdashuai’, ‘Taikongla’ and ‘Hangjiaowuhao’. However, the cultivars ‘Jiaolong’ and ‘74-82’ were not suitable for the growth and reproduction of *F. occidentalis*.

Key words *Frankliniella occidentalis*; population dynamics; resistance; survival curve

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 隶属缨翅目 Thysanoptera 蓟马科 Thripidae 花蓟马属 *Frankliniella*, 是一种世界性检疫害虫^[1], 也是我国第一批重点防治的外来入侵物种^[2]。1996 年, 我国农业部把西花蓟马列为进境植物检疫害虫, 西花蓟马于 2003 年在北京市郊大棚上暴发, 引起人们的关注和重视^[3-4], 随后相继扩散到吉林、南京等地^[5-6]。

西花蓟马个体小, 易隐匿, 繁殖力强, 食性广, 寄主多达 500 余种。同时, 在取食过程中, 还会传播凤仙花坏死斑病毒 (INSV)、番茄斑萎病毒 (TSWV) 等多

种病毒, 对农业生产造成不可估量的经济损失^[7-9]。昆虫种群生命表分析法是筛选抗虫品种的有效方法之一。本研究通过组建西花蓟马在 5 个辣椒品种上的种群生命表, 探明不同辣椒品种对西花蓟马种群增长的影响, 为今后抗性辣椒品种选育、推广使用等方面提供技术、理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试植物

供试辣椒品种: ‘娇龙’、‘杭椒五号’、‘洋大帅’、

‘74-82’和‘太空辣’的种子购自宁夏天缘种业有限公司。将辣椒种子在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下浸泡催芽 48 h 后,播于育苗盘(营养土)内。

1.2 供试虫源

供试西花蓟马采自宁夏大学农科实训基地,在温室大棚罩网中栽培的黄瓜植株上繁殖种群。

1.3 试验方法

待辣椒幼苗长至 4~6 片真叶时,挑选长势旺盛、均匀的辣椒苗移栽到消过毒的塑料花盆内,每盆 1 株。辣椒苗生长期,常规水肥、无差别管理。

1.3.1 实验种群参数观察

选择直径 9 cm 的培养皿,洗净烘干后用 75% 乙醇进行消毒,自然晾干。每品种设置 10 个重复,重复试验 3 次。剪取同培养皿底部相同大小的纱布,消毒,铺在培养皿底部,再在纱布上铺一层滤纸,用蒸馏水湿润,在培养皿侧壁上涂抹一层凡士林,防止蓟马逃脱,每个培养皿里放置新鲜干净、适当大小的辣椒叶片,用毛笔轻轻地将西花蓟马扫到培养皿内的叶片上,每只培养皿接入约 50 头成虫,用保鲜膜封口,待其产卵 10 h 后移去成虫。每天 8:00 和 19:00 观察记录卵的孵化情况,直到没有若虫孵化出来为止,记录从卵到孵化出若虫的时间。对初孵若虫进行接虫试验,单头若虫接在凹玻片 $(25.4 \text{ mm} \times 76.2 \text{ mm}$ 、凹面直径 18 mm)构成的小室内^[10],凹玻片内事先放入对应辣椒品种的叶片,并做标记,每种寄主植物供试若虫 60 头。待蓟马羽化为成虫后,把配对的雌雄蓟马转移到试验开始时所用的培养皿里,在同样的配置、温度下,观察记录成虫的存活情况。叶片萎蔫后,更换新鲜干净的叶片,在解剖镜下观察替换下来的叶片上是否有卵,并为纱布滤纸补充水分,清理前一天死去的成虫,将替换下来的萎蔫叶片在 25°C 下继续培养 5 d,直至所有的卵孵化出若虫,记录孵化的若虫数量,作为蓟马产卵量的估计值,每品种辣椒供试蓟马 25 对,继续饲养若虫至成虫期,鉴定雌雄并计数。

1.3.2 实验种群生命表分析方法

西花蓟马种群参数的主要指标:净生殖率 $R_0 = \sum L_x M_x$; 平均世代周期 $T = \sum L_x M_x X / R_0$; 内禀增长率 $r_m = (\ln R_0) / T$; 周限增长率 $\lambda = \exp(r_m)$; 种群加倍时间 $t = \ln 2 / r_m$ 。X 为按照年龄划分的单位时间间距; L_x 表示任一个体在 X 期间的存活率; M_x 表示在 X 期间平均每雌产雌数。

1.3.3 西花蓟马存活曲线分析方法

存活曲线分为三种类型^[11-12]:A 型为凸型曲线,

表示种群个体基本都能达到生理寿命;B 型为对角线型的曲线,表示各年龄期具有相等的存活、死亡率;C 型为凹型曲线,表示幼体的死亡率高,随后死亡率低而稳定。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2010、SAS 8.2 和 Sigmaplot 12.0 软件进行相关分析,利用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性测验,0.05 水平差异显著。

2 结果与分析

2.1 辣椒品种对西花蓟马各虫态发育历期的影响

由表 1 可见,不同辣椒品种上西花蓟马的卵、1 龄若虫、预蛹、伪蛹等发育阶段历期及总产卵量、单雌单日产雌量都表现出显著性差异($P < 0.05$)。卵历期以在‘杭椒五号’和‘太空辣’上最长,平均历期为 4.96 d 和 4.83 d,‘洋大师’次之,‘娇龙’和‘74-82’依次缩短。卵在‘杭椒五号’上的孵化率最高,为 100%,在其他品种上的孵化率都在 90% 以上,说明从卵到若虫阶段,是一个比较平稳的时期。1 龄若虫的发育历期普遍小于 2 龄若虫,这两个若虫阶段,在‘杭椒五号’和‘洋大师’上发育历期均长于其他品种,1 龄若虫阶段,在‘74-82’上的发育历期介于‘娇龙’和‘太空辣’两个品种之间,而 2 龄若虫阶段,在‘74-82’上的发育历期短于‘娇龙’和‘太空辣’。预蛹在‘杭椒五号’和‘太空辣’上发育历期同为 1.38 d,且与其他 3 个品种差异较大,‘洋大师’预蛹阶段 $>74-82>>$ ‘娇龙’。西花蓟马在‘洋大师’上的总产卵量远高于其他品种,为 37.8 粒,在同样为高感品种的‘杭椒五号’上,其产卵量为 33.2 粒,其次为‘娇龙’和‘太空辣’,在‘74-82’上产卵量最低,仅为 26.4 粒。

2.2 西花蓟马在辣椒品种上的存活曲线类型

根据生命表数据得到西花蓟马在 5 个辣椒品种上的存活曲线类型,如图 1 所示。从图中可以看出,西花蓟马在‘杭椒五号’上的存活曲线偏向 A 型;在‘洋大师’、‘太空辣’品种上偏向 B 型;在‘娇龙’、‘74-82’品种上则偏向于 C 型。以上分析表明,在以不同辣椒品种为寄主(食物)时,西花蓟马的存活曲线有差异,西花蓟马在‘杭椒五号’上的存活率最高,无外界干扰情况下,西花蓟马能达到生理寿命,个体死亡主要发生在成虫后期。‘洋大师’、‘太空辣’品种上,西花蓟马的死亡率无差别,‘74-82’、‘娇龙’品种上西花蓟马若虫的成活率相对低,不易成活。

表 1 西花蓟马在不同辣椒品种上的发育历期¹⁾

Table 1 Developmental durations of *Frankliniella occidentalis* on different pepper varieties

品种 Variety	卵历期/d Egg duration	孵化率/% Hatching rate	发育历期/d Developmental duration				单雌总产卵量/粒 Total eggs laid per female	单雌单日产雌量/粒 No. of eggs laid per female per day
			1 龄若虫	2 龄若虫	预蛹	伪蛹		
			1st instar	2nd instar	Prepupa	Pupa		
洋大帅 Yangdashuai	(4.71 ±0.12)abc	95	(1.39 ±0.08)a	(4.50 ±0.22)a	(1.31 ±0.18)ab	(1.67 ±0.07)a	(37.80 ±1.47)a	(1.25 ±0.15)a
娇龙 Jiaolong	(4.63 ±0.21)bc	94	(1.104 ±0.08)c	(4.45 ±0.16)a	(1.18 ±0.10)b	(1.63 ±0.09)ab	(31.80 ±2.48)b	(1.22 ±0.11)a
74-82	(4.46 ±0.06)c	90	(1.228 ±0.13)bc	(4.38 ±0.15)a	(1.21 ±0.10)ab	(1.434 ±0.07)c	(26.40 ±1.02)c	(0.97 ±0.15)b
太空辣 Taikongla	(4.83 ±0.33)ab	96	(1.33 ±0.11)ab	(4.62 ±0.10)a	(1.38 ±0.13)a	(1.50 ±0.12)bc	(31.00 ±2.00)b	(1.14 ±0.13)ab
杭椒五号 Hangjiaowuhao	(4.96 ±0.14)a	100	(1.45 ±0.05)a	(4.57 ±0.17)a	(1.38 ±0.16)a	(1.71 ±0.10)a	(33.2 ±2.14)b	(1.21 ±0.11)a

1) 表中数据为平均数±标准差, 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

Data in the table are mean±SD. Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P < 0.05$).

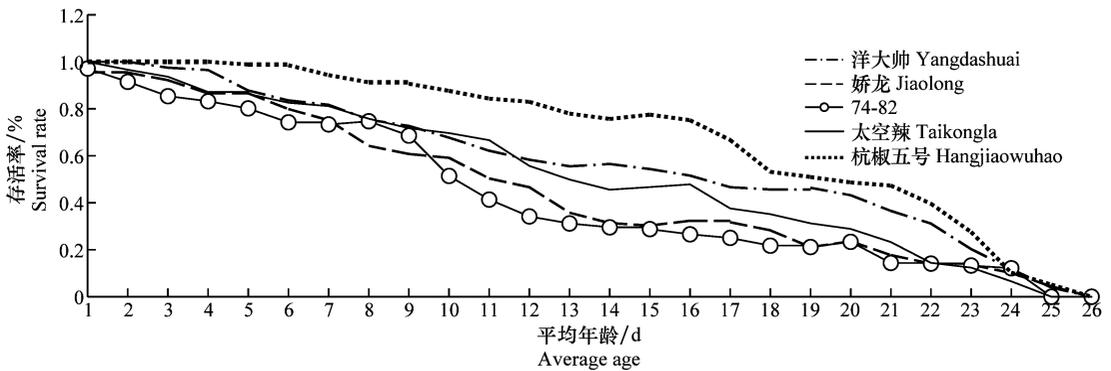


图 1 西花蓟马在不同辣椒品种上的存活曲线

Fig. 1 Survival curves of *Frankliniella occidentalis* on different peppers

2.3 西花蓟马在不同辣椒品种上的种群参数

根据西花蓟马连续饲养结果, 组建了西花蓟马在 25℃ 下 5 个辣椒品种上的实验种群生殖力表, 通过计算得出种群参数, 见表 2。从表中可知, 西花蓟马在‘洋大帅’上净生殖率 R_0 (12.316) 最高, 其次为‘杭椒五号’ (11.144), 表示两者的后代均可增长 10 倍以上, 西花蓟马在这两个品种上有暴发的潜能, 其余三个品种后代增长倍数均在 10 倍以下。西花蓟马内禀增长率 (r_m) 在 5 个品种上均大于零, 说明种群数量在 5 个辣椒品种上都呈上升趋势。内禀增长率在‘洋大

帅’ (0.175 4) 品种上最大, 其次为‘太空辣’ (0.152 8), 明显高于‘娇龙’、‘74-82’ 品种。平均世代周期 (T) 在‘74-82’ 品种上最短 (14.105), 在‘杭椒五号’ 品种上最长 (17.487), 由平均世代周期数据可知, ‘杭椒五号’ 品种发生的世代为害数高于其他品种, 在‘74-82’ 品种上的为害数最小。种群加倍时间在‘洋大帅’、‘太空辣’、‘杭椒五号’ 上为 3~5 d, 在‘娇龙’、‘74-82’ 品种上为 5~7 d。综上所述, ‘洋大帅’、‘太空辣’、‘杭椒五号’ 3 个品种比较适合西花蓟马生存, ‘娇龙’、‘74-82’ 品种不利于西花蓟马的生长繁殖。

表 2 西花蓟马在不同辣椒品种上的种群参数

Table 2 Population parameters of *Frankliniella occidentalis* on different pepper varieties

品种 Variety	净生殖率 (R_0) Net reproductive rate	平均世代周期 (T)/d Mean generation time	内禀增长率 (r_m) Intrinsic rate of increase	周限增长率 (λ) Finite increase rate	种群加倍时间 (t)/d Population doubling time
洋大帅 Yangdashuai	12.316	14.319	0.175 4	1.191 7	3.952 9
娇龙 Jiaolong	5.489	14.226	0.119 7	1.127 1	5.791 4
74-82	4.827	14.105	0.111 6	1.118 1	6.210 7
太空辣 Taikongla	8.795	14.233	0.152 8	1.165 0	4.537 6
杭椒五号 Hangjiaowuhao	11.144	17.487	0.137 9	1.147 8	5.027 6

3 结论与讨论

生命表从不同的侧面反映昆虫对寄主的适应性,是研究昆虫种群数量变动的重要方法^[13]。西花蓟马在一定时间内的繁殖能力能反映出其对寄主的适应性^[14]。内禀增长率 r_m 和净生殖率 R_0 是反映昆虫种群动态的重要参数, R_0 可直接显示昆虫后代种群的增长情况, r_m 则综合考虑了种群的出生率、死亡率、种群的年龄组配、繁殖力及发育速度等诸多因素^[15-16]。本文对 5 个辣椒品种上西花蓟马种群生命表的研究,包括对西花蓟马各虫态在不同辣椒品种上的发育历期,存活率曲线及生命表种群参数数据分析后表明,西花蓟马的卵历期、1 龄若虫、预蛹、伪蛹阶段及产卵量等方面在 5 个辣椒品种之间,均存在显著性差异,说明不同辣椒品种在西花蓟马繁殖及生长发育过程中均产生不同程度的影响。裴昌莹等人以 8 种不同的蔬菜叶片饲养西花蓟马,在此基础上研究西花蓟马的发育历期,得出不同寄主植物对西花蓟马的发育历期有明显的影晌^[17],这与沈登荣等人研究西花蓟马取食不同食物对其生长发育影响的研究结果基本一致^[18],以上结论可能是因为西花蓟马对不同寄主植物的取食喜好存在差异,或不同种类寄主植物及同种寄主不同品种间均存在次生物质含量及成分的差异。

近年来对辣椒上蓟马的防治多以化学防治为主,关于辣椒品种对西花蓟马的抗性研究相对较少,符伟等人对不同辣椒品种抗(耐)西花蓟马的初步筛选研究中,得出‘湘研 13 号’和‘博辣 4 号’对西花蓟马的抗性较强^[19],白宇等人对 33 个苜蓿品种对蓟马的田间抗性研究证明,抗性最强的品种为‘Baralfa421Q’,感虫的品种包括‘5S43’^[20]。本研究通过组建西花蓟马的生命表发现,西花蓟马对‘杭椒五号’、‘洋大帅’的喜食性强,这两个品种最利于西花蓟马的生长繁殖,相对而言对‘娇龙’、‘74-82’品种的喜食性弱,这两个品种是比较理想的种植品种,可能各品种抗性物质在为害胁迫下的变化程度不同,寄主植物的防御机能被激发或抑制,这一结论在曹宇等研究的西花蓟马寄主选择性与寄主物理性状及次生物质的关系中有同样验证^[21]。

本试验的不足之处在于离体叶片的机械损伤造成的挥发物质对西花蓟马的刺激作用没有被排除,而且一些次生代谢物如单宁、酚类等含量随植物生长及害虫取食的变化没有分析在内,这些作用机制有待进一步研究。

参考文献

- [1] 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[J]. 昆虫知识,2005,42(1):11-14.
- [2] 雷仲仁,向锦曾,王音. 危险性外来入侵害虫西花蓟马的鉴别、危害及防治[J]. 植物保护,2004,30(3):63-66.
- [3] 蒋小龙,自松,肖枢,等. 为中国昆明国际花卉节把关服务[J]. 植物检疫,2001,15(2):115-117.
- [4] 张友军,吴青君,徐宝云,等. 危险性外来入侵生物—西花蓟马在北京发生危害[J]. 植物保护,2003,29(4):58-59.
- [5] 刘若思,刘燕,王军,等. 重要外来入侵害虫西花蓟马在吉林省部分地区的首次发现[J]. 北京农学院学报,2015(2):24-27.
- [6] 严丹佩,汤云霞,贺子义,等. 南京地区西花蓟马发生调查及其分子检测[J]. 南京农业大学学报,2010,33(4):59-63.
- [7] DEANGELIS J D, SETHER D M, ROSSIGNOL P A. Transmission of impatiens necrotic spot virus in peppermint by western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 1994, 87(1): 197-201.
- [8] CHO J J, MAU R F L, GERMAN T L, et al. A multidisciplinary approach to management of *Tomato spotted wilt virus* in Hawaii [J]. Plant Disease, 1989, 73(5): 375-383.
- [9] LUBLINKHOF J, FOSTER D E. Development and reproductive capacity of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) reared at three temperatures [J]. Journal of the Kansas Entomological Society, 1977, 50(3): 313-316.
- [10] 顾秀慧,贝亚维,高春先,等. 用凹玻片饲养棕榈蓟马[J]. 昆虫知识,2001,38(1):71-73.
- [11] BOCZEK J, WLADYSLAW Z, ROBERT D. Some morphological and biological differences in *Aculus fockeui* (Nalepa and Trouessart) (Acari: Eriophyidae) on various host plant [J]. International Journal of Acarology, 1984, 10(2): 81-86.
- [12] WATSON T F. Influence of host plant condition on population increase *Tetranychus telarius* (Linnaeus) (Acarina: Tetranychidae) [J]. Hilgardia, 1964, 35(11):273-322.
- [13] 张孝羲. 昆虫生态及预测预报[M]. 第3版. 北京:中国农业出版社,2003:79-80.
- [14] 庞淑婷,王树芹,郭玉玲,等. 不同番茄品种对 B 型烟粉虱适应性的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2008(4):423-430.
- [15] 邹军锐,李景柱,盖海涛. 西花蓟马取食不同豆科蔬菜的实验种群生命表[J]. 昆虫知识,2010,47(2):313-317.
- [16] 曹宇,刘燕,熊正利,等. 西花蓟马对不同花卉寄主的产卵选择性[J]. 植物保护学报,2015,42(5):741-748.
- [17] 裴昌莹,郑长英. 西花蓟马在不同寄主植物上的发育历期[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版),2010,27(1):25-27.
- [18] 沈登荣,张宏瑞,李正跃,等. 不同食物对西花蓟马生长发育的影响[J]. 植物保护,2012,38(1):55-59.
- [19] 符伟,朱春晖,刘勇,等. 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[J]. 生物安全学报,2013,22(1):28-32.
- [20] 白宇,高兴珂,王业臣,等. 33 个苜蓿品种对蓟马的田间抗性比较[J]. 草业学报,2015,24(3):187-194.
- [21] 曹宇,邹军锐,从春蕾,等. 西花蓟马寄主选择性与寄主物理性状及次生物质的关系[J]. 植物保护,2012,38(4):27-32.