

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第23期 Vol.31 No.23 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 23 期 2011 年 12 月 (半月刊)

目 次

不同海拔高度高寒草甸光能利用效率的遥感模拟	付 刚,周宇庭,沈振西,等	(6989)
天山雪岭云杉大气花粉含量对气温变化的响应	潘燕芳,阎 顺,穆桂金,等	(6999)
春季季风转换期间孟加拉湾的初级生产力	刘华雪,柯志新,宋星宇,等	(7007)
降水量对川西北高寒草甸牦牛粪分解速率的影响	吴新卫,李国勇,孙书存	(7013)
基于 SOFM 网络对黄土高原森林生态系统的养分循环分类研究	陈 凯,刘增文,李 俊,等	(7022)
不同油松种源光合和荧光参数对水分胁迫的响应特征	王 琰,陈建文,狄晓艳	(7031)
盐生境下硅对坪用高羊茅生物学特性的影响	刘慧霞,郭兴华,郭正刚	(7039)
高温胁迫对不同种源希蒙得木叶片生理特性的影响	黄激激,张念念,胡庭兴,等	(7047)
黄土高原水土保持林对土壤水分的影响	张建军,李慧敏,徐佳佳	(7056)
青杨雌雄群体沿海拔梯度的分布特征	王志峰,胥 晓,李霄峰,等	(7067)
大亚湾西北部春季大型底栖动物群落特征	杜飞雁,林 钦,贾晓平,等	(7075)
湛江港湾浮游桡足类群落结构的季节变化和影响因素	张才学,龚玉艳,王学锋,等	(7086)
台湾海峡鲈鱼种群遗传结构	张丽艳,苏永全,王航俊,等	(7097)
洱海入湖河流苴河下游氮磷季节性变化特征及主要影响因素	于 超,储金宇,白晓华,等	(7104)
转基因鱼试验湖泊铜锈环棱螺种群动态及次级生产力	熊 晶,谢志才,蒋小明,等	(7112)
河口湿地植物活体-枯落物-土壤的碳氮磷生态化学计量特征	王维奇,徐玲琳,曾从盛,等	(7119)
EDTA 对铅锌尾矿改良土壤上玉米生长及铅锌累积特征的影响	王红新,胡 锋,许信旺,等	(7125)
不同包膜控释尿素对农田土壤氮挥发的影响	卢艳艳,宋付朋	(7133)
垄作栽培对高产田夏玉米光合特性及产量的影响	马 丽,李潮海,付 景,等	(7141)
DCD 不同施用时间对小麦生长期 N ₂ O 排放的影响	纪 洋,余 佳,马 静,等	(7151)
氮肥、钙肥和盐处理在冬小麦融冻胁迫适应中的生理调控作用	刘建芳,周瑞莲,赵 梅,等	(7161)
东北有机及常规大豆对环境影响的生命周期评价	罗 燕,乔玉辉,吴文良	(7170)
土壤施硒对烤烟生理指标的影响	许自成,邵惠芳,孙曙光,等	(7179)
不同种植方式对花生田间小气候效应和产量的影响	宋 伟,赵长星,王月福,等	(7188)
西花蓟马的快速冷驯化及其生态学代价	李鸿波,史 亮,王建军,等	(7196)
温度对麦长管蚜体色变化的影响	邓明明,高欢欢,李 丹,等	(7203)
不同番茄材料对 B 型烟粉虱个体发育和繁殖能力的影响	高建昌,郭广君,国艳梅,等	(7211)
基于生态系统受扰动程度评价的白洋淀生态需水研究	陈 贺,杨 盈,于世伟,等	(7218)
两种典型养鸡模式的能值分析	胡秋红,张力小,王长波	(7227)
四种十八碳脂肪酸抑藻时-效关系分析的数学模型设计	何宗祥,张庭廷	(7235)
流沙湾海草床重金属富集特征	许战州,朱艾嘉,蔡伟叙,等	(7244)
基于 QuickBird 的城市建筑景观格局梯度分析	张培峰,胡远满,熊在平,等	(7251)
景观空间异质性及城市化关联——以江苏省沿江地区为例	车前进,曹有挥,于 露,等	(7261)
基于 CVM 的太湖湿地生态功能恢复居民支付能力与支付意愿相关研究	于文金,谢 剑,邹欣庆	(7271)
专论与综述		
北冰洋海域微食物环研究进展	何剑锋,崔世开,张 芳,等	(7279)
城市绿地的生态环境效应研究进展	苏泳娴,黄光庆,陈修治,等	(7287)
城市地表灰尘中重金属的来源、暴露特征及其环境效应	方凤满,林跃胜,王海东,等	(7301)
研究简报		
三峡库区杉木马尾松混交林土壤 C、N 空间特征	林英华,汪来发,田晓堃,等	(7311)
广州小斑螟发生与环境因子的关系	刘文爱,范航清	(7320)



封面图说: 黄河的宁夏段属于中国的半荒漠地区,这里气候干燥、降水极少(250mm 以下)、植被缺乏、物理风化强烈、风力作用强劲、其蒸发量超过降水量数十倍。人们从黄河中提水引水灌溉土地,就近形成了荒漠中的绿洲。有水就有生命,有水就有绿色。这种独特的条件形成了人与沙较量的生态关系——不是人逼沙退就是沙逼人退。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

高建昌, 郭广君, 国艳梅, 王孝宣, 张友军, 杜永臣. 不同番茄材料对 B 型烟粉虱个体发育和繁殖能力的影响. 生态学报, 2011, 31 (23): 7211-7217.

Gao J C, Guo G J, Guo Y M, Wang X X, Zhang Y J, Du Y C. Development and reproduction of *Bemisia tabaci* biotype B on wild and Cultivated tomato accessions. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31 (23): 7211-7217.

不同番茄材料对 B 型烟粉虱个体发育和繁殖能力的影响

高建昌, 郭广君, 国艳梅, 王孝宣, 张友军, 杜永臣*

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要:以甘蓝寄主上连续繁殖多代后的 B 型烟粉虱为对象, 对其在 8 种番茄材料(4 个栽培番茄、3 个多毛番茄和 1 个醋栗番茄)上的产卵量、体型大小、发育历期、存活率以及第 2 代成虫的产卵量和寿命等生物学参数进行观察。自然情况下(10:00—14:00)接虫, 烟粉虱在多毛番茄 LA2329 上的平均产卵量显著低于栽培番茄 9706 上的产卵量(分别为 11 粒, 164 粒)。羽化后, 烟粉虱雌虫在多毛番茄 LA1777 上的寿命显著低于在栽培番茄 MoneyMaker 上的存活寿命(分别为 5d, 22d); 而羽化后雌虫在 LA1777 上的平均产卵量显著低于在栽培番茄早粉 2 号上的产卵量(分别为 7 粒/头, 95 粒/头)。在其他参数, 如体型大小、存活率、发育历期等, 没有显著性的变化。结果显示, 较多毛番茄而言, 栽培番茄是烟粉虱的较好寄主。而且, 在评价抗烟粉虱番茄材料时, 平均产卵量、羽化后雌虫寿命及产卵量是 3 个有效的评价参数。

关键词: B 型烟粉虱; 番茄; 平均产卵量; 成虫寿命; 存活率; 多毛番茄; 栽培番茄; 醋栗番茄

Development and reproduction of *Bemisia tabaci* biotype B on wild and cultivated tomato accessions

GAO Jianchang, GUO Guangjun, GUO Yanmei, WANG Xiaoxuan, ZHANG Youjun, DU Yongchen*

Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

Abstract: *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B has become a severe economic pest in recent years worldwide and infests more than 600 host plant species. In tomato it causes irregular fruit ripening and induces plant physiological disorders via transmitted geminiviruses such as *Tomato yellow leaf curl virus*. As a result, tomato yields are severely reduced. Presently, it is the most important pest of greenhouse-grown tomato plants in China. Previous researchers found that some wild tomato species were resistant or tolerant to *B. tabaci*. However, the effect of these wild species on growth of *B. tabaci* and the different responses among wild tomato species and cultivars are not well known. In this research, *B. tabaci* biotype B, reared on cabbage, was transferred to eight tomato accessions (three *Solanum habrochaites*, four *S. lycopersicum* and one *S. pimpinellifolium*). Oviposition, body size, rate of development, longevity, and survivorship were investigated. *Bemisia tabaci* deposited lowest eggs on accession LA1777 (*S. habrochaites*) and highest on 9706 (*S. lycopersicum*) from 10:00 to 14:00 on a sunny day (14 and 164 eggs, respectively). After egg-laying, the adults of *B. tabaci* were moved to a incubator maintained at 25°C and 60% RH with a 16/8 h (light/dark) photoperiod, and all life parameters were investigated. The first, second and fourth instars were larger on *S. habrochaites* than on the other accessions. However, the third instars were largest on accession 9706. The development time of *B. tabaci* from egg to adult was longest (29 days) on Lichun (*S.*

基金项目:国家自然科学基金项目(30900987); 国家“973”项目(2009CB119004); 国家大宗蔬菜产业技术体系项目(CHRS-25); 农业部园艺作物生物学与种质创制重点实验室资助项目

收稿日期: 2010-10-12; 修订日期: 2011-02-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yongchen.du@mail.caas.net.cn

lycopersicum) and shortest (21.5 days) on 9706. The longest development time from first to fourth instars was 16 days on Moneymaker (*S. lycopersicum*) and the shortest time was 10 days on Zaofen No.2 (*S. lycopersicum*). From egg to first instar, the development time was longer on 9706 (14 days) than on LA2329 (*S. habrochaites*; 9 days). The survivorship of *B. tabaci* from egg to adult was significantly higher on LA1777 (88.28%) than on Lichun (53.25%). Survivorship in the pupal stage was significantly higher on LA1777 (96.56%) than on 9706 (84.51%), and the other accessions did not differ significantly from 9706. Survivorship in the first instar was higher on 9706 (98.58%) than on To937 (*S. pimpinellifolium*; 91.08%); there was no significant difference between the other accessions and To937. Survivorship in the second and third instars did not differ significantly among all accessions. In fourth instar, survivorship was higher on PI134417 (*S. habrochaites*; 97.10%) than on 9706 (80.13%). After eclosion, the longevity of female *B. tabaci* on LA1777 was significantly shorter (5 days) than on Moneymaker (22 days). Oviposition on LA1777 was significantly lower (7 eggs/female) than on Zaofen No.2 (*S. lycopersicum*; 95 eggs/female). The results indicate that cultivated tomato is a better host plant for *B. tabaci*, whereas *S. habrochaites* accessions such as LA1777 and LA2329 show better resistance or tolerance to *B. tabaci*. The latter are useful germplasm for tomato breeding. There were consistent and significant differences in the life parameters, oviposition, female longevity and oviposition (after eclosion), but not in body size, rate of development and survivorship, between wild species and cultivars. Therefore, these three parameters are useful for evaluating resistance/susceptibility to *B. tabaci* in tomato.

Key Words: *Bemisia tabaci* biotype B; tomato; oviposition; longevity; survivorship; *S. habrochaites*; *S. lycopersicum*; *S. pimpinellifolium*

烟粉虱 [*Bemisia tabaci* (Gennadius)] 广泛分布于除南极外的 90 多个国家和地区^[1-2], 是世界上具有严重危害性的外来入侵害虫之一。B 型烟粉虱危害最为严重, 其寄主植物多达 600 种, 且有不断增加的趋势^[3-4]。烟粉虱不仅通过取食植物汁液导致植物营养生长衰竭, 更严重的是其能传播 100 多种病毒^[3], 最终导致严重减产。

番茄是世界上仅次于马铃薯的第二大蔬菜作物, 我国的番茄栽培面积和总产量均居世界首位。据 FAO (联合国粮农组织) 统计, 2009 年我国番茄栽培面积为 1504803hm², 产量为 34120040t。但自 2000 年以来, 我国烟粉虱危害逐年加重。2006—2010 年北京、河南、山东、江苏、上海、浙江、广西、云南等地爆发了由烟粉虱传播的 TYLCV 病毒病, 我国番茄大面积减产甚至绝收^[5-7]。

栽培番茄对 B 型烟粉虱成虫有较强的趋性^[8], 温室栽培时烟粉虱可以 1 个月繁殖 1 代, 因而其群体能够迅速扩大, 加重其危害。番茄的野生近缘种中普遍存在着一些抗烟粉虱的材料, 例如多毛番茄 (*S. habrochaites*)、潘那利番茄 (*S. pennellii*)、醋栗番茄 (*S. pimpinellifolium*) 和契斯曼尼番茄 (*S. cheesmaniae*) 等^[9-11]。研究烟粉虱在不同番茄材料上的生命发育过程, 有助于深入理解抗/感材料对烟粉虱不同生命阶段以及对种群繁殖的影响, 便于揭示野生番茄的抗性机理, 发现抗性基因和加速抗烟粉虱番茄种质的选育。本文以 8 份番茄材料为寄主植物, 对 B 型烟粉虱在寄主植物上的形态特征、产卵量、成虫寿命及存活率进行了比较, 揭示了抗感材料对烟粉虱生命发育的影响因素。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

B 型烟粉虱由中国农业科学院蔬菜花卉研究所昆虫组提供, 系经甘蓝 (*Brassica*) 多代培养后的敏感生物型。

1.2 寄主植物

8 种番茄材料分为栽培番茄和野生番茄。栽培番茄早粉 2 号、9706、丽春由本课题组提供, Moneymaker 引自 TGRC (tomato genetic resource center); 野生多毛番茄 LA23229、LA1777、PI134417 引自 TGRC, 野生醋栗番茄

To937 由美国肯塔基大学的 John Snyder 教授惠赠。播种后置于无虫温室内,待幼苗长至 7—8 片叶时进行接虫试验。

1.3 产卵量及若虫发育历期

选取长势一致的番茄无虫苗,放置于饲养烟粉虱的养虫笼内,让烟粉虱产卵 4h 后调查每株上烟粉虱的产卵量。每株标记 20 头卵观察发育历期,3 次重复共 60 头卵。转移至光照箱中(L/D=16/8,温度 25℃,湿度 60%)饲养,每天检查记录卵、若虫的发育进度及存活情况,直至成虫羽化,统计存活率。

1.4 虫态大小测定

分别于番茄上选取各个虫态烟粉虱 20 头,用爱国者数码观测王 GE-5 观测各龄若虫长度和宽度。

1.5 成虫寿命及产卵量

烟粉虱发育至 4 龄末时,用微虫笼夹住(1 笼 1 头)。羽化后转移至相同的寄主植物上,每个笼内放置一头雌虫,每天调查雌虫产卵量记录成虫寿命。

1.6 数据分析

利用 EXCEL2003 进行平均数、标准误等分析,利用 DPS 软件中的 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 B 型烟粉虱在不同番茄材料上产卵量的比较

接虫 4h(10:00—14:00)后烟粉虱在不同番茄材料上的产卵量如表 1 所示。由表中可以看出,B 型烟粉虱在栽培番茄上的产卵量普遍高于野生多毛番茄。产卵量最高的是 9706,烟粉虱 4h 内的平均产卵量为 164 个,是在多毛番茄 LA2329 产卵量(14 个卵)的 11 倍还多。据文献报道,醋栗番茄 To937 对烟粉虱有抗性^[12],就产卵量来说,烟粉虱在栽培番茄和醋栗番茄上的产卵量没有显著差异($P<0.05$)。

2.2 烟粉虱体型大小比较

每份材料上随机选取 20 头烟粉虱,调查不同发育期的体长和体宽,结果如表 2。1 龄期,多毛番茄 LA1777 种群烟粉虱的体长最大,栽培番茄普遍偏小,醋栗番茄居中;体宽方面,LA1777 最宽,To937 最小,其他 5 份材料差异不显著,组间没有一致的规律。2 龄期,多毛番茄 PII34417 种群烟粉虱的体长显著大于其他种群($P<0.05$),早粉 2 号除外,体宽也显著大于其他种群,但与早粉 2 号和 To937 种群差异不显著。3 龄期体长和体宽最大者均为 9706 种群,除与 LA2329 种群差异不显著外,均显著大于其他种群。4 龄期 LA1777 种群体长最大,显著大于 LA2329、早粉 2 号和 Moneymaker 种群($P<0.05$),但与其他种群差异不显著;而在体宽上 LA1777 种群依然最大,显著大于早粉 2 号和 Moneymaker 种群($P<0.05$),但与其他 4 个种群差异不显著。整体来看,从 1 龄到 4 龄烟粉虱在不同寄主上的体型大小没有一致规律,野生多毛番茄烟粉虱种群 4 个龄期体型总体偏大,醋栗番茄居中,栽培番茄种群较小。

2.3 发育历期比较

分别调查了卵期、1—4 龄期以及卵到成虫的发育天数,结果见表 3。烟粉虱卵期发育时间最长为 14d(9706 寄主),最短为 9d(LA2329 寄主),在 3 组材料中,无明显一致性;1—4 龄期在 3 组寄主上,亦没有明显的一致性,发育时间最长为 16d(Moneymaker),最短为 10d(早粉 2 号);由卵到成虫羽化,烟粉虱在 8 份番茄寄主上的发育时间差异显著,时间最长为 29d(丽春寄主),最短为 21.5d(9706 寄主)。从发育历期来看,不同的番茄寄主对烟粉虱的发育历期影响各异,可能系由番茄叶片营养物质所致。

表 1 B 型烟粉虱在 8 种番茄材料上的产卵量*

寄主植物 Host plant	产卵量/头 Fecundity
栽培番茄 Moneymaker	155.00±60.89 a
早粉 2 号	123.67±22.12 ab
9706	164.33±50.02 a
丽春	85.67±19.3 bc
多毛番茄 LA2329	14.00±7.00 d
PII34417	39.00±3.61 cd
LA1777	76.00±48.88 bc
醋栗番茄 To937	156.00±14.93 a

* 数据为平均值±标准误,有相同字母者表示差异不显著($P<0.05$)

表 2 B 型烟粉虱在 8 种番茄材料上的若虫大小

Table 2 Body length and width in different stages of whiteflies on 8 tomato accessions

寄主植物 Host plant	1 龄 1 st instar		2 龄 2 nd instar	
	长度 Length/ μm	宽度 Width/ μm	长度 Length/ μm	宽度 Width/ μm
栽培番茄 MoneyMaker	242.30 \pm 30.78b	142.65 \pm 15.38ab	312.85 \pm 28.78b	175.45 \pm 18.2c
早粉 2 号	241.25 \pm 18.99b	138.45 \pm 20.82bc	341.50 \pm 67.03ab	203.55 \pm 42.35ab
9706	247.60 \pm 7.74ab	135.70 \pm 6.78bc	325.95 \pm 52.13b	190.35 \pm 32.25bc
丽春	242.15 \pm 2.7b	136.20 \pm 6.21bc	332.15 \pm 11.48b	185.70 \pm 9.78bc
多毛番茄 LA2329	242.05 \pm 13.89b	139.10 \pm 11.63bc	335.65 \pm 59.67b	195.05 \pm 28.03b
PI134417	244.30 \pm 4.13b	135.40 \pm 4.19bc	367.25 \pm 81.8a	214.20 \pm 47.49a
LA1777	253.70 \pm 17.55a	148.79 \pm 15.62a	321.40 \pm 25.71b	191.15 \pm 16.12bc
醋栗番茄 To937	248.25 \pm 10.14ab	134.50 \pm 8.24c	336.25 \pm 19.24b	202.10 \pm 11.29ab
寄主植物 Host plant	3 龄 3 rd instar		4 龄 4 th instar	
	长度 Length/ μm	宽度 Width/ μm	长度 Length/ μm	宽度 Width/ μm
栽培番茄 MoneyMaker	374.35 \pm 35.51d	215.30 \pm 21.17e	585.20 \pm 106.22d	390.70 \pm 68.01c
早粉 2 号	438.90 \pm 30.5c	271.60 \pm 25.57d	619.65 \pm 84.3cd	410.45 \pm 51.91c
9706	534.5 \pm 43.83a	357.50 \pm 48.19a	670.50 \pm 32.36ab	452.50 \pm 35.93ab
丽春	486.05 \pm 51.32b	298.80 \pm 46.84c	674.95 \pm 43.83ab	468.30 \pm 49.28ab
多毛番茄 LA2329	519.30 \pm 63.12a	344.70 \pm 53.09ab	651.80 \pm 25.15bc	440.85 \pm 16.07b
PI134417	472.35 \pm 30.35b	284.90 \pm 40.89cd	671.35 \pm 72.47ab	454.25 \pm 52.24ab
LA1777	422.90 \pm 49.28c	267.50 \pm 45.22d	701.40 \pm 104.05a	475.25 \pm 81.41a
醋栗番茄 To937	491.55 \pm 26.47b	328.60 \pm 22.42b	698.65 \pm 63.01a	469.95 \pm 54.2ab

* 数据为平均值 \pm 标准误,有相同字母者表示差异不显著($P < 0.05$)

表 3 B 型烟粉虱在 8 种番茄寄主上的发育历期

Table 3 The development of whiteflies on 8 tomato accessions

寄主植物 Host plant	发育历期 Development/d		
	卵 Egg	1—4 龄 1st to 4th instar	卵到成虫 Egg to adult
栽培番茄 MoneyMaker	9.70 \pm 1.22 de	16.20 \pm 0.76 a	26.75 \pm 0.78 c
早粉 2 号	14.35 \pm 1.12 a	9.65 \pm 0.62 g	24.58 \pm 0.98 f
9706	9.43 \pm 0.64 ef	11.13 \pm 0.94 f	21.45 \pm 0.96 h
丽春	11.95 \pm 0.81 b	15.65 \pm 0.98 b	28.93 \pm 0.86 a
多毛番茄 LA2329	9.28 \pm 0.64 f	12.53 \pm 0.68 e	22.98 \pm 0.70 g
PI134417	12.13 \pm 0.61 b	15.18 \pm 1.74 bc	28.33 \pm 1.87 b
LA1777	9.83 \pm 0.71 d	14.40 \pm 1.53 d	25.10 \pm 1.36 e
醋栗番茄 To937	10.25 \pm 0.9 c	14.75 \pm 1.61 cd	25.85 \pm 1.35 d

* 数据为平均值 \pm 标准误,有相同字母者表示差异不显著($P < 0.05$)

2.4 存活率比较

烟粉虱在不同番茄寄主上产卵后,统计所有卵的存活率,结果如表 4 所示。所有野生番茄(多毛和醋栗番茄)卵的存活率均高于栽培番茄,但仅与 9706 达到统计上的显著差异($P < 0.05$);1 龄若虫存活率与卵期相似,醋栗番茄 To937 种群烟粉虱一龄存活率最低,为 91.08%,与其他种群差异显著;2 龄和 3 龄所有的种群均无显著差异;4 龄期野生番茄烟粉虱种群的存活率高于栽培番茄,依显著性及存活率高低排列为 PI134417 (To937, LA1777, LA2329, 早粉 2 号) > 丽春(9706, MoneyMaker);从卵发育到成虫的过程中,野生番茄烟粉虱种群高于栽培番茄,从高到底依次为 LA1777 (PI134417, LA2329, To937) > 早粉 2 号 (MoneyMaker, 9706, 丽春)。从 B 型烟粉虱在不同番茄寄主上不同发育时期的存活率来看,野生番茄的存活率普遍较高。

2.5 成虫寿命及产卵量

成虫寿命及产卵量结果见表 5。从表 5 可以看出,烟粉虱雌虫在多毛番茄上的平均产卵量显著低于栽培番茄和醋栗番茄,平均产卵量最低为 LA1777(7 粒),最高为早粉 2 号(95 粒);在多毛番茄上新羽化的成虫寿命也显著低于栽培番茄和醋栗番茄,在多毛番茄 LA1777 上仅能存活大约 5d,而在栽培番茄 Moneymaker 上则可存活大约 22d。

表 4 B 型烟粉虱在 8 种番茄寄主上的存活率

Table 4 Survivorship in different stages of whiteflies on 8 tomato accessions

寄主植物 Host plant	卵/% Egg	1 龄/% 1st instar	2 龄/% 2nd instar	3 龄/% 3rd instar	4 龄/% 4th instar	卵到成虫存活率/% Egg to adult
栽培番茄 Moneymaker	88.36±1.53ab	92.83±2.5ab	93.96±5.61a	92.55±0.87a	80.13±5.14b	57.40±8.31c
早粉 2 号	89.74±4.72ab	97.01±2.62ab	96.97±1.08a	87.52±13.21a	86.42±6.81ab	64.65±17.19bc
9706	84.51±1.02b	98.58±1.55a	95.58±1.83a	84.33±14.83a	80.31±5.39b	54.03±11.19c
丽春	88.94±4.87ab	93.48±1.75ab	90.55±2.35a	87.17±5.33a	81.47±10.79b	53.25±6.29c
多毛番茄 LA2329	93.94±10.5ab	97.27±2.78a	91.69±12.12a	91.67±14.43a	91.87±9.46ab	78.91±13.43ab
PI134417	88.17±7.57ab	97.78±3.85a	98.81±2.06a	97.53±4.28a	97.10±5.02a	81.03±13.66ab
LA1777	96.56±4.04a	97.38±2.51a	99.02±1.7a	100.00±0.0a	94.64±3.35a	88.28±8.52a
醋栗番茄 To937	90.52±4.75ab	91.08±5.03b	95.03±2.54a	98.17±0.49a	96.28±4.85a	73.89±3.67abc

* 数据为平均值±标准误,有相同字母者表示差异不显著($P<0.05$)

3 讨论

番茄是烟粉虱的重要寄主,对烟粉虱在番茄上的生命历程多有报道^[13-14],所用寄主多为某一番茄栽培种,关于烟粉虱在不同番茄材料上的发育进程鲜有报道。由于品种间的差异,不同的试验其结果不尽相同,这在胡椒、木薯、和南瓜的研究中已经证实^[15-17]。本研究将所用番茄寄主分为 3 个组,栽培番茄(感)、多毛番茄(抗)和醋栗番茄(抗)。通过研究发现,在不同番茄材料上烟粉虱发育过程表现出较大差异(如产卵量、虫体大小、存活率以及 2 代成虫的寿命和产卵量等)。在抗性机制方面,国外研究发现野生番茄主要通过两种方式实现。一是物理抗性,即通过叶片被覆的腺毛阻碍烟粉虱的产卵和取食;二是通过叶片分泌的化学物质(萜烯、甲酮、乙酰糖等)通过趋避、毒杀等作用达到抗虫的目的^[18]。上述两个机制可能是影响烟粉虱产卵的主要原因,但是在虫体大小、存活率以及二代成虫的寿命方面,可能是叶片内部的营养物质起了重要作用,这方面的研究还有待深入。

近年来,烟粉虱逐渐成为我国保护地番茄生产的重要害虫,从 2006—2010 年,其危害从南往北蔓延,最北已达内蒙一带^①。选育抗烟粉虱的番茄品种已成为育种工作的重点。但是,长期以来由于抗虫性的复杂性,番茄抗虫育种进展缓慢。尤其在抗虫指标上,国内外没有统一的标准。国外所选用的指标一般为产卵量和群体变化量^[9,19]。在产卵量上,本研究的结果与国外一致。但产卵量是反映趋避效应的一个指标,代表了番茄分泌的有气味化学物质的作用。群体变化量则是一个综合指标,既包含了趋避作用也包括了抗生作用

表 5 B 型烟粉虱在 8 种番茄寄主上的产卵量及雌虫寿命

Table 5 The fecundity and longevity of female whiteflies on 8 tomato accessions

寄主植物 Host plant	单雌产卵量/粒 Fecundity per female	雌虫寿命/d Longevity
栽培番茄 Moneymaker	87.35±20.44 a	21.60±3.93b
早粉 2 号	94.73±26.32a	25.10±7.48a
9706	66.38±25.95b	13.30±6.02cd
丽春	43.52±33.28c	16.45±8.91c
多毛番茄 LA2329	12.00±2.94d	7.15±1.87e
PI134417	8.12±2.00d	7.05±1.76e
LA1777	6.85±7.26d	4.75±1.37e
醋栗番茄 To937	37.84±16.11c	10.95±2.52d

* 数据为平均值±标准误,有相同字母者表示差异不显著($P<0.05$)

① 个人通信

(番茄叶片内源营养物质),难以精确评价抗虫性。本研究发现 B 型烟粉虱在野生多毛番茄上羽化后,其第 2 代成虫的产卵量和寿命均显著低于栽培番茄(表 5),推测可能是番茄叶片内部的营养物质抑制了第 2 代成虫的生长,降低了其繁殖力。因此,将产卵量和第 2 代成虫的寿命及产卵量作为抗虫性的评价指标会更全面也更精确。具体的抗性指标及抗性指数将另文论述。

本研究所用的多毛番茄为国外文献报道的抗性材料,醋栗番茄 To937 为抗二斑叶螨的材料。从本研究看,To937 对 B 型烟粉虱较为敏感,其产卵量及第 2 代的繁殖力与栽培番茄相似(表 1,表 5),具体的原因还需进一步研究。

烟粉虱与番茄的互作是一个复杂的过程,而抗性材料的抗虫性是由多基因控制的数量性状。从本研究的结果来看,抗性番茄对烟粉虱的发育进程影响较大。探讨烟粉虱取食抗性番茄材料后的一些生理生化以及酶功能变化,可能有助于发现新的生物性杀虫剂,有利于烟粉虱的综合防治。

References:

- [1] De Barro P J, Driver F, Naumann I D, Curran J, Schmidt S, larke G M. Descriptions of three species of *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Australia based on morphological and molecular data. *Australian Journal of Entomology*, 2000, 39(4): 259-269.
- [2] De Barro P J, Hart P J, Morton R. The biology of two *Eretmocerus* spp. (Haldeman) and three *Encarsia* spp. Forster and their potential as biological control agents of *Bemisia tabaci* biotype B in Australia. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2000, 94(1): 91-102.
- [3] Oliveira M R V, Henneberry T J, Anderson P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 2001, 20(9): 709-723.
- [4] Simmons A M, Harrison H F, Ling K S. Forty-nine new host plant species for *Bemisia tabaci*(Hemiptera: Aleyrodidae). *Entomological Science*, 2008, 11(4): 385-390.
- [5] Wang D S, Kang K Y, Zhang S, Dai F M, Li L Y, Qu P R, Cheng Y K, Wang C M. The occurrence and control of TYLCV in the greenhouse in Shanghai. *Journal of Changjiang Vegetable*, 2006, 10: 25-26.
- [6] Cai J H, Qin B X, Zhu G N, Huang F X, Chen Y H, Li K H. The occurrence and control of TYLCV in Guangxi. *Journal of Chinese Vegetables*, 2006, 7: 47-48.
- [7] Jiu M, Zhou X P, Liu S S. Transmission of geminiviruses by whitefly. *Acta Entomologica Sinica*, 2006, 49(3): 513 - 520.
- [8] Zhang Y J, Liang G M, Ni Y X, Wu K M, Guo Y Y. Selection of the adult of *Bemisia tabaci* (Gennadius) to different host plants. *Plant Protection*, 2003, 29(2): 20-22.
- [9] Muigai S G, Bassett M J, Schuster D J, Scott J W. Greenhouse and field screening of wild *Lycopersicon* germplasm for resistance to the whitefly *Bemisia argentifolii*. *Phytoparasitica*, 2003, 31(1): 27-38.
- [10] Nienhuis J, Helentjaris T, Slocum M, Ruggero B, Schaefer A. Restriction fragment length polymorphism analysis of loci associated with insect resistance in tomato. *Crop Science*, 1987, 27(4): 797-803.
- [11] Fernández-Muñoz R, Domínguez E, Cuartero J. A novel source of resistance to the two-spotted spider mite in *Lycopersicon pimpinellifolium* (Jusl.) Mill.: its genetics as affected by interplot interference. *Euphytica*, 2000, 111(3): 169-173.
- [12] Alba J M, Rodríguez-López M J, Salinas M, Capel J, Lozano R, Cuartero J, Fernández-Muñoz R. Pest Resistance Derived from *S. pimpinellifolium* Accession TO-937. 2007. [Access date]. <http://tgc.ifas.ufl.edu/2007/2007IndividualAbsPDF/Alba.pdf>
- [13] Luo C, Xiang Y Y, Guo X J, Zhang F, Zhang Z L. Comparative on development and reproduction between *Bemisia tabaci* biotype B and *Trialeurodes vaporariorum* on four species of host-plants. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(3): 1035-1040.
- [15] Fu W, Xu B Y, Wu Q J, Wang S L, Zhu G R, Zhang Y J. Effects of host plant on development and reproduction of B biotype *Bemisia tabaci*. *Plant Protection*, 2008, 34(5): 63-66.
- [15] Nava-Camberos U, Riley D G, Harris M K. Temperature and host plant effects on development, survival, and fecundity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 2001, 30(1): 55-63.
- [16] Bellotti A C, Arias B. Host plant resistance to whiteflies with emphasis on cassava as a case study. *Crop Protection*, 2001, 20(9): 813-823.
- [17] baldin E L, Beneduzzi R A, Souza D R, Souza E S. Resistance of squash genotypes to *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (*Hemiptera: Aleyrodidae*). *Neotropical Entomology*, 2009, 38(4): 526-530

- [18] Wu J Q, Baldwin I T. New insights into plant responses to the attack from insect herbivores. *Annual Review of Genetics*, 2010, 44: 1-24.
- [19] Maliiepaard C, Bas N, Van Heusden S, Kos J, Pet G, Verkerk R, Vrieunk R, Zabel P, Lindhout P. Mapping of QTLs for glandular trichome densities and *Trialeurodes vaporariorum* (greenhouse whitefly) resistance in an F₂ from *Lycopersicon esculentum* × *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum*. *Hereditas*, 1995, 75: 425-433.
- [20] Muigai S G, Bassett M J, Schuster D J, Scott J W. Greenhouse and field screening of wild *Lycopersicon* germplasm for resistance to the whitefly *Bemisia argentifolii*. *Phytoparasitica*, 2003, 31(1): 27-38. (此参考文献与第 9 条一样)

参考文献:

- [5] 王冬生, 匡开源, 张穗, 戴富民, 李琳一, 瞿培荣, 程银坤, 王次马. 上海温室番茄黄化曲叶病毒病的发生与防治. *长江蔬菜*, 2006, 10: 25-26.
- [6] 蔡健和, 秦碧霞, 朱桂宁, 黄福新, 陈永惠, 李焜华. 番茄黄化曲叶病毒病在广西爆发的原因和防治策略. *中国蔬菜*, 2006, 7: 47-48.
- [7] 纠敏, 周雪萍, 刘树生. 烟粉虱传播双生病毒研究进展. *昆虫学报*, 2006, 49(3): 513-520.
- [8] 张永军, 梁革梅, 倪云霞, 吴孔明, 郭予元. 烟粉虱成虫对不同寄主植物的选择性. *植物保护*, 2003, 29(2): 20-22.
- [13] 罗晨, 向玉勇, 郭晓军, 张帆, 张芝利. 寄主植物对 B 型烟粉虱(*Bemisia tabaci*)和温室粉虱(*Trialeurodes vaporariorum*)个体发育和种群繁殖的影响. *生态学报*, 2007, 27(3): 1035-1040.
- [14] 符伟, 吴青君, 张友军, 徐宝云, 王少丽, 朱国仁. 寄主植物对 B 型烟粉虱个体发育和种群繁殖的影响. *植物保护*, 2008, 34(5): 63-66.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 23 December, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Satellite-based modelling light use efficiency of alpine meadow along an altitudinal gradient FU Gang, ZHOU Yuting, SHEN Zhenxi, et al (6989)

Changes in the concentrations of airborne *Picea schrenkiana* pollen in response to temperature changes in the Tianshan Mountain area PAN Yanfang, YAN Shun, MU Guijin, et al (6999)

Primary production in the Bay of Bengal during spring intermonsoon period LIU Huaxue, KE Zhixin, SONG Xingyu, et al (7007)

Effect of rainfall regimes on the decomposition rate of yak dung in an alpine meadow of northwest Sichuan Province, China WU Xinwei, LI Guoyong, SUN Shucun (7013)

SOFM-based nutrient cycling classification of forest ecosystems in the Loess Plateau CHEN Kai, LIU Zengwen, LI Jun, et al (7022)

Characterization of the responses of photosynthetic and chlorophyll fluorescence parameters to water stress in seedlings of six provenances of Chinese Pine (*Pinus tabulaeformis* Carr.) WANG Yan, CHEN Jianwen, et al (7031)

Effect of silicon supply on Tall Fescue (*Festuca arundinacea*) growth under the salinization conditions LIU Huixia, GUO Xinghua, GUO Zhenggang (7039)

Effects of high-temperature stress on physiological characteristics of leaves of *Simmondsia Chinensis* seedlings from different provenances HUANG Weiwei, ZHANG Niannian, HU Tingxing, et al (7047)

Soil moisture dynamics of water and soil conservation forest on the Loess Plateau ZHANG Jianjun, LI Huimin, XU Jiajia (7056)

The distribution of male and female *Populus cathayana* populations along an altitudinal gradient WANG Zhifeng, XU Xiao, LI Xiaofeng, et al (7067)

Analysis on the characteristics of macrobenthic community in the North-west Daya Bay of South China Bay in spring DU Feiyan, LIN Qin, JIA Xiaoping, et al (7075)

The effects of season and environmental factors on community structure of planktonic copepods in Zhanjiang Bay, China ZHANG Caixue, GONG Yuyan, WANG Xuefeng, et al (7086)

Population genetic structure of *Pneumatophorus japonicus* in the Taiwan Strait ZHANG Liyan, SU Yongquan, WANG Hangjun, et al (7097)

Seasonal variation of nitrogen and phosphorus in Miju River and Lake Erhai and influencing factors YU Chao, CHU Jinyu, BAI Xiaohua, et al (7104)

Population dynamics and production of *Bellamyia aeruginosa* (Reeve) (Mollusca: Viviparidae) in artificial lake for transgenic fish, Wuhan XIONG Jing, XIE Zhicai, JIANG Xiaoming, et al (7112)

Carbon, nitrogen and phosphorus ecological stoichiometric ratios among live plant-litter-soil systems in estuarine wetland WANG Weiqi, XU Linglin, ZENG Congsheng, et al (7119)

Effects of EDTA on growth and lead-zinc accumulation in maize seedlings grown in amendment substrates containing lead-zinc tailings and soil WANG Hongxin, HU Feng, XU Xinwang, et al (7125)

Effects of different coated controlled-release urea on soil ammonia volatilization in farmland LU Yanyan, SONG Fupeng (7133)

Effects of ridge planting on the photosynthetic characteristics and yield of summer maize in high-yield field MA Li, LI Chaohai, FU Jing, et al (7141)

Effect of timing of DCD application on nitrous oxide emission during wheat growing period JI Yang, YU Jia, MA Jing, et al (7151)

The role of the fertilizing with nitrogen, calcium and sodium chloride in winter wheat leaves adaptation to freezing-thaw stress LIU Jianfang, ZHOU Ruilian, ZHAO Mei, et al (7161)

Environment impact assessment of organic and conventional soybean production with LCA method in China Northeast Plain LUO Yan, QIAO Yuhui, WU Wenliang (7170)

Effects of selenium added to soil on physiological indexes in flue-cured tobacco XU Zicheng, SHAO Huifang, SUN Shuguang, et al (7179)

Influence of different planting patterns on field microclimate effect and yield of peanut (*Arachis hypogea* L.) SONG Wei, ZHAO Changxing, WANG Yuefu, et al (7188)

Rapid cold hardening of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its ecological cost LI Hongbo, SHI Liang, WANG Jianjun, et al (7196)

- Effects of temperature on body color in *Sitobion avenae* (F.) DENG Mingming, GAO Huanhuan, LI Dan, et al (7203)
- Development and reproduction of *Bemisia tabaci* biotype B on wild and cultivated tomato accessions
 GAO Jianchang, GUO Guangjun, GUO Yanmei, et al (7211)
- Study on ecological water demand based on assessment of ecosystem disturbance degree in the Baiyangdian Wetland
 CHEN He, YANG Ying, YU Shiwei, et al (7218)
- Emergy-based analysis of two chicken farming systems; a perspective of organic production model in China
 HU Qihong, ZHANG Lixiao, WANG Changbo (7227)
- Mathematical model design of time-effect relationship analysis about the inhibition of four eighteen-carbon fatty acids on toxic
Microcystis aeruginosa HE Zongxiang, ZHANG Tingting (7235)
- Enrichment of heavy metals in the seagrass bed of Liusha Bay XU Zhanzhou, ZHU Aijia, CAI Weixu, et al (7244)
- A gradient analysis of urban architecture landscape pattern based on QuickBird imagery
 ZHANG Peifeng, HU Yuanman, XIONG Zaiping, et al (7251)
- Landscape spatial heterogeneity is associated with urbanization; an example from Yangtze River in Jiangsu Province
 CHE Qianjin, CAO Youhui, YU Lu, et al (7261)
- CVM for Taihu Lake based on ecological functions of wetlands restoration, and ability to pay and willingness to pay studies
 YU Wenjin, XIE Jian, ZOU Xinqing (7271)
- Review and Monograph**
- Progress in research on the marine microbial loop in the Arctic Ocean HE Jianfeng, CUI Shikai, ZHANG Fang, et al (7279)
- Research progress in the eco-environmental effects of urban green spaces
 SU Yongxian, HUANG Guangqing, CHEN Xiuzhi, et al (7287)
- Source, exposure characteristics and its environmental effect of heavy metals in urban surface dust
 FANG Fengman, LIN Yuesheng, WANG Haidong, et al (7301)
- Scientific Note**
- Spatial structures of soilcarbon and nitrogen of China fir and Masson pine mixed forest in the Three Gorger Reservoir Areas
 LIN Yinghua, WANG Laifa, TIAN Xiaokun, et al (7311)
- The relationship between *Oligochroa cantonella* Caradja and environmental factors LIU Wenai, FAN Hangqing (7320)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 31 卷 第 23 期 (2011 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 23 2011

编 辑 《生态学报》编辑部
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085
电话:(010)62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

Edited by Editorial board of
ACTA ECOLOGICA SINICA
Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Tel:(010)62941099
www.ecologica.cn
Shengtaixuebao@rcees.ac.cn

主 编 冯宗炜
主 管 中国科学技术协会
主 办 中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085

Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

出 版 科 学 出 版 社
地址:北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

Published by Science Press
Add:16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

印 刷 北京北林印刷厂
发 行 科 学 出 版 社
地址:东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717
电话:(010)64034563
E-mail:journal@espg.net

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China
Distributed by Science Press
Add:16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel:(010)64034563
E-mail:journal@espg.net

订 购 全国各地邮局
国外发行 中国国际图书贸易总公司
地址:北京 399 信箱
邮政编码:100044

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China

广告经营
许 可 证 京海工商广字第 8013 号



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元