不同西甜瓜品种对截形叶螨生长发育和繁殖的影响*

邱 晔[1**] 杨 润[1] 陆明星[1] 龚伟荣[3***] 胡 婕[3] 杜予州[1,2***]

（1. 扬州大学园艺与植物保护学院暨应用昆虫研究所，扬州 225009；
2. 教育部农业与农产品安全国际合作联合实验室，扬州 225009；3. 江苏省植物保护植物检疫站，南京 210036）

摘 要 【**目的**】明确不同西甜瓜品种对截形叶螨 *Tetranychus truncates* Ehara 生长发育及繁殖的影响，为西甜瓜品种布局和该虫的综合治理提供科学依据。【**方法**】在实验室条件下，研究截形叶螨在不同西甜瓜品种（西瓜早佳 8424、西瓜美都、西瓜嘉美和甜瓜金玉红 2 号、甜瓜玉菇）上的发育历期、产卵量和生命表参数。【**结果**】截形叶螨在西瓜早佳 8424 和甜瓜玉菇上的存活率较高，分别为 95.00%和 86.55%，而在西瓜美都和甜瓜金玉红 2 号上存活率较低，只有 75.38%和 70.45%；截形叶螨在不同西甜瓜品种上的繁殖力也存在显著差异，在西瓜早佳 8424 和西瓜美都上的繁殖适合性最高，即抗虫性最弱，产卵期长且产卵量大，如在西瓜早佳 8424 上平均单雌产卵量达（35.31±5.35）粒，而在西瓜嘉美上的繁殖适合性最低，即抗虫较最强，产卵期短产卵量少，平均单雌产卵量为（19.96±2.02）粒；此外，西瓜美都和西瓜早佳 8424 的内禀增长率 r_m 和周限增长率 λ 最高，分别为 0.203 1、0.161 7 和 1.225 2、1.175 5；西瓜嘉美的净增值率 R_0 最低，仅为 16.7。【**结论**】在供试的 5 个西甜瓜品种中，西瓜早佳 8424 和美都是最适宜截形叶螨生长和繁殖的品种，而西瓜嘉美有较高的抗虫性。

关键词 西甜瓜；截形叶螨；品种；抗虫性

Effects of melon cultivars on the growth, development and reproduction of *Tetranychus truncatus* Ehara (Acarina: Tetranychidae)

QIU Ye[1**] YANG Run[1] LU Ming-Xing[1] GONG Wei-Rong[3***] HU Jie[3] DU Yu-Zhou[1,2***]

(1. School of Horticulture and Plant Protection & Institute of Applied Entomology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;
2. Joint International Research Laboratory of Agriculture and Agri-Product Safety, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;
3. Jiangsu Plant Protection and Plant Quarantine Station, Nanjing 210036, China)

Abstract **[Objectives]** To investigate the effect of different melon varieties on the growth, development and fecundity of *Tetranychus truncates* Ehara, and thereby provide information to guide the choice of watermelon and muskmelon varieties and the integrated management of this pest. **[Methods]** The effects of five different melon varieties, including Zaojia watermelon 8424, Meidu watermelon, Jiamei watermelon, Jinyuhong muskmelon No.2 and Yugu muskmelon, on the growth, reproduction, survival and life-table parameters of *T. truncates*, were studied under laboratory conditions. **[Results]** The survival rate of *T. truncates* on Zaojia watermelon 8424 and Yugu muskmelon was 95.00% and 86.55% respectively, whereas that on Meidu watermelon and Jinyuhong muskmelon No.2 was 75.38% and 70.45%, respectively. The reproductive capacity of *T. truncates* on different melon varieties differed significantly; highest reproductive fitness was recorded on Zaojia 8424 and Meidu watermelons, which indicates that these varieties have the lowest resistance to this pest, and that the oviposition

*资助项目 Supported projects：江苏现代农业（西甜瓜）产业技术体系绿色防控创新团队(JATS [2020] 309)；江苏省研究生研究与实践创新计划项目（XSJCX19 099）

**第一作者 First author，E-mail：524296401@qq.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors，E-mail：yzdu@yzu.edu.cn；627351585@qq.com

收稿日期 Received：2020-12-03；接受日期 Accepted：2021-02-03

period is relatively long and the number of eggs laid relatively high on these varieties. An average of (35.31±5.35) eggs per female were laid on Zaojia 8424 watermelon compared to (19.96±2.02) per female on Jiamei watermelon. In addition, the highest intrinsic growth rate r_m and weekly growth rate λ were recorded on the Meidu Watermelon and Zaojia Watermelon 8424 varieties; 0.203 1, 0.161 7 and 1.225 2, 1.175 5, respectively. Jiamei Watermelon had the lowest net value-added rate (R_0) of 16.7. **[Conclusion]** Among the five melon varieties tested, Zaojia watermelon 8424 and Meidu watermelon were the most suitable for the growth and reproduction of *T. truncates*, whereas the Jiamei muskmelon was the most resistant to this pest.

Key words watermelon and muskmelon; *Tetranychus truncates* Ehara; melon varieties; insect resistance

近年来，我国高度重视高效农业生产，不断出台扶持政策，西甜瓜（西瓜和甜瓜的统称）种植面积稳步增加。在我国，西甜瓜种植地区广泛、模式多样、栽培历史悠久、品种资源丰富（刘君璞和马跃，2019），而且产业发展迅速，种植面积、产量均位居全球第一（孙兴祥和马江黎，2019；王娟娟等，2020）。据不完全统计，全国西瓜种植面积达 153.3-166.7 万 hm^2，甜瓜种植面积约为 53.3 万 hm^2（李天来等，2019）。西甜瓜是江苏省的主栽经济作物之一，2019 年全省西瓜种植面积 12.36 万 hm^2，其中设施西瓜面积占 70%以上（朱阿秀等，2020）。截止到 2020 年 8 月，江苏省西甜瓜种植面积 12.71 万 hm^2，产量 595.6 万吨，其中西瓜种植面积 10.67 万 hm^2、产量 528.3 万吨，甜瓜种植面积 2.04 万 hm^2、产量 67.3 万吨（江苏省西甜瓜产业发展报告，2021）。在西甜瓜生长季节，经常遭受病虫为害，例如害虫为害轻者使西瓜减产 10%-30%，重者减产 50%左右。西甜瓜上的病虫危害严重影响着西甜瓜的经济效益，制约西甜瓜产业的稳步、健康发展（李基光等，2014）。据统计，目前已报道危害西甜瓜的害虫种类涉及 10 目、40 科、99 种，其中主要害虫有瓜蚜 *Aphis gossypii* Glover、瓜叶螨类 Tetranychidae、白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum*（Westwood）、瓜绢螟 *Diaphania indica* Saunders、斑潜蝇 *Liriomyza* sp.、蓟马 *Thrips* sp.、瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae*（Coquillett）、黄守瓜 *Aulacophora indica*（Gmelin）和小地老虎 *Agrotis ypsilon*（Rottemberg）等（林怀华，2003；许田芬，2008；马超等，2019；严婉荣等，2020）；而为害西甜瓜的害螨主要有叶螨 *Tetranychus* spp.和侧多食跗线螨 *Polyphagotarsonemus* latus Banks，其中叶螨主要是二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 和截形叶螨 *Tetranychus truncates* Ehara（蔡仁莲等，2014）。

截形叶螨隶属蜱螨亚纲 Acari、叶螨科 Tetranychidae、叶螨属 *Tetranychus*，又称棉叶螨、棉红蜘蛛。该螨虫在我国分布广、寄主种类多、适应性强（孟瑞霞，2000），是玉米、大豆、棉花及蔬菜瓜果等农作物上的优势重要害螨，严重威胁着农作物的产量与品质（高书晶等，2005；朱玉溪，2020）。该螨虫 1 年发生 10-20 代，在华北地区以雌螨在枯枝落叶或土缝中越冬，在华南地区冬季气温高时继续繁殖活动。该虫发育起点温度为 7.7- 8.8 ℃，高温、低湿的条件下发生严重，一般 6-8 月份为害严重（石明旺和刘彦文，2019）。目前，有关截形叶螨的研究多集中在玉米、棉花等大田作物和果树上，且该螨虫在玉米、棉花、枣树等寄主上的生物学及发生规律已有较多的研究报道（郭长翠，2007；郭艳兰等，2013；池振江，2014），但在瓜果蔬菜上的发生为害报道较少，如王少丽等（2014）报道了在北京和河北部分地区的蔬菜上，截形叶螨和二斑叶螨已成为优势害虫。作者近年来的调查发现，江苏地区为害西甜瓜的螨虫优势种为截形叶螨。为此，本文选择江苏地区不同西甜瓜品种，研究不同品种的西甜瓜对截形叶螨生长发育和繁殖的影响，探讨西甜瓜不同品种对截形叶螨为害的耐害性，为西甜瓜的抗虫育种和该虫在西甜瓜上的综合治理提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　实验材料

供试的寄主材料为江苏地区西甜瓜种植面积较大的 5 个西甜瓜品种，其中西瓜品种为早佳 8424、美都和嘉美；甜瓜品种为玉菇和金玉红 2 号（由江苏省宿迁新星西瓜技术服务中心提供）。供试的截形叶螨采自扬州大学温室培育的西瓜上，然后移在室内盆栽西瓜苗上扩大繁殖备用。

1.2 实验方法

截形叶螨饲养于温度为（26±1）℃、光周期为 14 L∶10 D 的培养箱内。在直径为 5 cm、高为 3 cm 的培养皿内放 1 层与培养皿直径相同且厚度为 1 cm 的湿润海绵，其上平铺 1 张面积相同的圆形滤纸；滤纸上放 1 片平展的供试叶片（叶背朝上），叶片四周和叶柄用湿润的脱脂棉包围住，既防止螨逃逸又可供给叶片水分；培养皿中加入适量水，用带孔的保鲜膜封住培养皿，构成隔离饲养台。每叶盘接入成螨 1 对，产卵 24 h 后，将成螨剔除，每叶盘上只留 1 粒卵，每日观察并记录其发育进度以及死亡情况。蜕皮为成螨后，进行雌雄配对饲养，观察记录每日的产卵量，直至成螨死亡。实验过程中，及时更换叶片并保持环境湿度，每隔 2-3 d 更换一次叶片，单个供试品种重复不少于 40 个。

1.3 数据处理与分析

获得的实验数据，采用 Laing（1969）改进的方法组建截形叶螨生殖力表（丁岩钦，1994）；存活曲线应用 Pinder（1978）提出的 Weibull 分布进行拟合，公式为：存活率 $Sp(t) = exp[-(t/b)^c]$，t，b，c>0，其中 b 为尺度参数，c 为形状参数。当 c>1 时，存活曲线为Ⅰ型，其死亡率是年龄的增函数；当 c = 1 时，存活曲线为Ⅱ型，死亡率为常量；当 c<1 时存活曲线为Ⅲ型，死亡率是年龄的降函数（黄明度和谭文捷，1987）。如果 c 值相同，b 值越大，存活率越高。所有数据分析和拟合均应用 DPS 统计分析软件进行（唐启义和冯明光，2002；刘全国，2013）。

2 结果与分析

2.1 不同西甜瓜品种对截形叶螨发育历期的影响

截形叶螨在不同西甜瓜品种上各虫态历期见表 1，除若Ⅰ期外，整体发育阶段在 5 个不同供试

表 1 截形叶螨取食不同西甜瓜品种的发育历期和存活率（26 ℃）

Table 1 Developmental duration, survial rate and fecundity of *Tetranychus truncatus* fed on different melon varieties at 26 ℃

发育阶段 Stage		西瓜品种 Watermelon			甜瓜品种 Muskmelon	
		早佳 8424 Zaojia 8424	美都 Meidu	嘉美 Jiamei	金玉红 2 号 Jinyuhong 2	玉菇 Yugu
卵历期（d）Egg duration		3.21±0.13ab	2.98±0.15b	3.61±0.16a	2.97±0.19b	2.80±0.12b
孵化率（%）Hatching rate		95.00±0.05a	82.50±0.09a	90.48±0.05a	86.36±0.09a	93.37±0.04a
幼螨历期（d）Larval duration		1.53±0.10b	1.33±0.12bc	2.68±0.13a	1.11±0.14cd	0.94±0.06d
若Ⅰ期（d）Nymphs I		1.93±0.14a	2.14±0.15a	1.96±0.10a	1.89±0.12a	1.92±0.09a
若Ⅱ期（d）Nymphs Ⅱ		3.99±0.19ab	2.49±0.20c	4.36±0.19a	3.63±0.22b	2.58±0.14c
存活率（%）Survival rate		95.00±0.05a	75.38±0.09b	85.71±0.04ab	70.45±0.02b	86.55±0.06ab
产卵前期（d）Pre-oviposition duration		1.88±0.13b	1.18±0.15c	1.30±0.14c	2.94±0.27a	2.00±0.21b
产卵期（d）Oviposion duration		8.96±1.08a	9.13±0.67a	4.43±0.39b	6.69±0.82ab	7.50±0.91a
产卵后期（d）Post-oviposion duration		0.69±0.16c	1.33±0.24b	1.98±0.26a	0.83±0.18bc	1.00±0.15bc
成螨历期（d）Adult duration	♀	11.46±0.99a	11.65±0.69a	7.67±0.59b	10.53±0.89a	10.46±0.96a
	♂	13.17±2.02a	11.45±0.74ab	7.96±0.92b	10.23±1.03ab	10.29±1.14ab
未成熟期（d）Immature duration	♀	12.58±0.24b	10.03±0.36c	13.89±0.42a	12.53±0.29c	10.30±0.21c
	♂	10.58±0.41b	10.29±0.55b	12.65±0.41a	9.62±0.43b	8.14±0.23c
平均寿命（d）Average longevity	♀	22.15±0.97a	20.50±0.57ab	20.26±0.72ab	20.11±0.90ab	18.76±0.98b
	♂	23.75±2.11a	20.35±0.86ab	20.62±0.87ab	19.85±0.94b	18.43±1.15b

表中数据为平均数±标准差，同一行数据后标有相同字母表示经邓肯氏多重比较法检验差异不显著（P>0.05）。下表同。
Data in the table are mean±SD, and followed by the same letters in the same row indicate no significant difference at the 0.05 level by the Duncan's multiple range test. The same below.

品种上均存在显著差异（$P<0.05$）。在西瓜早佳 8424 上，雌成螨、雄成螨完成 1 个世代分别需要（12.58±0.24）d 和（10.58±0.41）d，显著长于在西瓜美都和甜瓜玉菇上所需的时间（$P<0.05$）。截形叶螨的雌成螨、雄成螨历期在西瓜美都和早佳 8424 上的时间最长，且二者差异不显著，其中在美都上的雌成螨、雄成螨分别为（11.65±0.69）d 和（11.45±0.74）d；而在西瓜嘉美上最短，为（7.67±0.59）d 和（7.96±0.92）d，二者分别相差 3.98 d 和 3.49 d。雌成螨在 5 个西甜瓜品种上的产卵前期也存在显著差异（$P<0.05$），取食甜瓜金玉红 2 号的产卵前期最长（2.94±0.27）d，取食西瓜美都的最短（1.18±0.15）d。在西瓜嘉美和甜瓜金玉红 2 号上，雌成螨产卵期为（4.43±0.39）d 和（6.69±0.82）d，与在其它 3 个品种上的产卵期间存在显著差异（$P<0.05$）。总之，从各个发育阶段的历期表明，适宜于截形叶螨生长发育的品种是西瓜早佳 8424 和西瓜美都。

2.2　不同西甜瓜品种上的截形叶螨孵化率及存活率

截形叶螨在 5 个不同西甜瓜品种上的孵化率和存活率见表 1。由表 1 可知，截形叶螨在 5 个不同西甜瓜品种上的孵化率有较大差异（$P<0.05$），取食西瓜美都和甜瓜金玉红 2 号的孵化率分别为 82.50%和 86.36%，取食西瓜早佳 8424 的孵化率为 95.00%。截形叶螨的存活率在西瓜早佳 8424 上最高 95.00%，其次为甜瓜玉菇 86.55%、西瓜嘉美 85.71%、西瓜美都 75.38%和甜瓜金玉红 2 号 70.45%。这表明在 5 个供试西甜瓜品种中，最适合截形叶螨存活的品种为西瓜早佳 8424。

将截形叶螨在 5 个不同西甜瓜品种上的日存活率绘成存活曲线（图 1）。由图 1 可知，截形叶螨在 5 个不同西甜瓜品种上的存活曲线属于Ⅰ型，即早期死亡率极低。在截形叶螨取食 5 种西甜瓜 6-15 d 时，种群死亡率低，数量较稳定；在取食 15 d 后存活率快速下降，死亡率快速增长，这时绝大部分虫态处于成螨期，即死亡主要发生在年老个体。此外，取食西瓜美都和甜瓜金玉红 2 号的截形叶螨在幼螨期死亡率较高，而取食西瓜早佳 8424 的存活率相对较高，且存活时间较长。

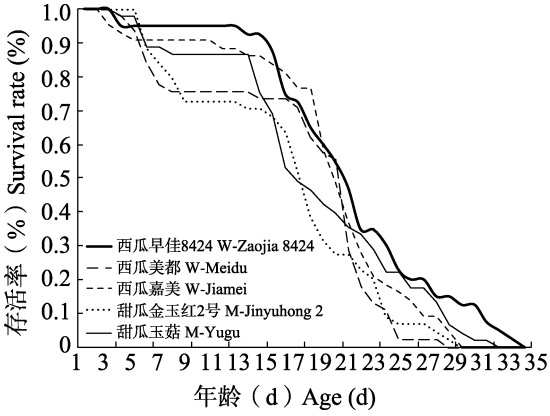

图 1　截形叶螨在不同西甜瓜品种上的存活曲线

Fig. 1　Survival curves of *Tetranychus truncatus* in different melon cultivars

W：西瓜；M：甜瓜。W: Watermelon; M: Muskmelon.

此外，应用 Weibull 分布模型很好地拟合了截形叶螨在 5 种不同供试西甜瓜品种上的存活曲线（表 2）。从表 2 可知，截形叶螨在所有供试的 5 种西甜瓜品种上的形状参数 c 值均大于 1，存活曲线为Ⅰ型，这一结果与试验结果绘制的存活曲线一致。c 值差异性检验表明，除西瓜早佳 8424 与甜瓜玉菇上的 c 值差异显著外，其它 3 个西甜瓜品种上的 c 值之间差异均不显著，说明截形叶螨在西瓜早佳 8424 和甜瓜玉菇上的存活曲线与在其它品种

表 2　截形叶螨的存活曲线模型参数估计

Table 2　Estimation of parameters of the survial curve models for *Tetranychus truncatus*

参数 Parameters	西瓜 Watermelon			甜瓜 Muskmelon	
	早佳 8424 Zaojia 8424	美都 Meidu	嘉美 Jiamei	金玉红 2 号 Jinyuhong 2	玉菇 Yugu
$b±SE$	22.61±1.83	19.23±1.64	19.20±1.74	20.88±1.56	21.49±1.77
$c±SE$	2.25±0.32	2.37±0.37	2.16±0.33	2.75±0.44	2.29±0.34
R^2	0.991 9**	0.962 1**	0.990 2**	0.972 9**	0.985 1**

b：尺度参数；c：形状参数。**表示 $P<0.01$。

b: Scale parameter; c: Shape parameters. ** means $P < 0.01$.

上的存在较大差异，而在其它西甜瓜品种上的基本一致。此外，截形叶螨在不同西甜瓜品种上的尺度参数 *b* 值也有显著差异（$P<0.01$），其大小依次为西瓜早佳 8424、甜瓜玉菇、甜瓜金玉红 2 号和西瓜美都、西瓜嘉美，说明截形叶螨在西瓜早佳 8424 上的存活率最高，其次为甜瓜玉菇和甜瓜金玉红 2 号，西瓜美都和西瓜嘉美最低（图 1，表 2）。

总之，上述试验结果分析表明，西瓜早佳 8424 最适合截形叶螨的生长和存活，而西瓜嘉美最不适宜截形叶螨的生长和存活。

2.3 不同西甜瓜品种对截形叶螨雌成螨产卵期和繁殖的影响

由表 3 可以看出，西瓜美都上的雌成螨产卵期最长，为（9.13±0.67）d；其次为西瓜早佳 8424，为（8.96±1.08）d；西瓜嘉美上的产卵期最短，为（4.43±0.39）d。不同西甜瓜品种上的雌成螨产卵期长短依次为西瓜美都>西瓜早佳 8424>甜瓜玉菇>甜瓜金玉红 2 号>西瓜嘉美。截形叶螨在西瓜美都和西瓜嘉美上的初始产卵时间最早，即在雌成螨的第 2.5 天开始产卵，最迟的是甜瓜玉菇，在雌成螨的第 5 天才开始产卵。此外，在西瓜早佳 8424 上，截形叶螨单雌日产卵高峰出现时间在雌成螨开始产卵的当天，即在雌成螨的第 4.5 天；日产卵高峰出现最迟的是在西瓜嘉美上，即第 11.5 天，其日产卵高峰出现时间比西瓜早佳 8424 晚 7 d。

取食西瓜早佳 8424 的截形叶螨单雌日最大卵量为 27 粒，西瓜美都为 22 粒，其它的均在 20 粒以下，分别是甜瓜玉菇 19 粒、西瓜嘉美 15 粒和甜瓜金玉红 2 号 14 粒。方差分析表明，截形叶螨在 5 个供试西甜瓜品种上的日均产卵量和平均单雌产卵量均存在显著差异（$P<0.05$）（表 3）。在西瓜嘉美上的日均产卵量最大，为（4.70±0.37）粒；日均产卵量最小的在甜瓜金玉红 2 号，仅为（3.02±0.38）粒，与其他 4 个品种存在显著差异。平均单雌产卵量最大的是在西瓜早佳 8424 上，为（35.31±5.35）粒/雌；最小的是在西瓜嘉美，为（19.96±2.02）粒/雌。在不同品种上的平均单雌产卵量大小依次为西瓜早佳 8424>西瓜美都>甜瓜玉菇>甜瓜金玉红 2 号>西瓜嘉美。此外，截形叶螨在不同西甜瓜品种上的产卵范围也有所不同，最低的单雌仅产卵 1 粒（在早佳 8424 上），最高的产卵 93 粒（在美都上）。由此可见，截形叶螨在不同西甜瓜品种上的繁殖适合性具有一定的差异，在西瓜早佳 8424 和西瓜美都上的繁殖适合性较高，而在西瓜嘉美和甜瓜玉菇上的繁殖适合性较低，且雌成螨历期与产卵量之间具有正相关性，即雌成螨历期长，产卵期长，产卵量大（表 3）。

2.4 截形叶螨在不同西甜瓜品种上的种群参数

根据截形叶螨在 5 种不同西甜瓜品种上的特征年龄、特征存活率和雌螨产卵数等实验数据，分别计算出截形叶螨在 5 种不同西甜瓜品种上的内禀增长率（r_m）、世代净增殖率（R_0）、世代平均历期（T）、周限增长率（λ）和种群加倍时间（DDP）5 个种群生命表参数（表 4）。由表 4 可知，截形叶螨在西瓜早佳 8424 上的 R_0 和 T 较大，分别为 31.8 和 21.4；而在西瓜美都和西瓜嘉美上较小，分别为 23.0 和 15.4 以及 16.7 和 17.7。截形叶螨在不同西甜瓜品种上的周限增长率（λ）相差不大，都在 1.1 左右。通过对 r_m、R_0 和 DDP 的比较可以看出，西瓜早佳 8424 和西瓜美都均为截形叶螨较适宜的寄主，其中在西瓜美都上的种群数量增殖速度最快；而在甜瓜金玉红 2 号和甜瓜玉菇上的适生性较低，种群数量增殖速度慢（表 4）。上述分析表明，在供试的 5 个不同西甜瓜品种中，西瓜品种比甜瓜品种更适合于截形叶螨生长发育。

3 讨论

孟瑞霞等（2008）研究表明，截形叶螨在 25.83-26.22 ℃的条件下繁殖力最强，从理论上证明是该螨产卵繁殖的最适温度。因此，本研究比较恒定温度（26±1）℃条件下，5 种不同种类的西甜瓜品种对截形叶螨生长发育及繁殖的影响。结果表明取食 5 个不同西甜瓜品种的截形叶螨在卵期、幼螨期、产卵期、产卵后期、世代历期、寿命存活率和产卵量存在显著差异，这说明不同西甜瓜品种能显著影响截形叶螨的存活、生长发育和繁殖，即截形叶螨对不同西甜瓜品种的适合性不同。杜以梅等（2015）的研究也表明，烟粉虱 *Bemisia tabaci*（Gennadius）对不同寄主品种的选择性和适生性存在一定的差异，即不同品种间的抗虫性不同。一般来说，不同种类的寄主植物对害虫的影响大于对同种植物不同品种的影响（庞保平等，2005）。本

表 3　截形叶螨雌成螨取食不同西甜瓜品种的产卵期及产卵量

Table 3　Reproduction duration and fecundity of *Tetranychus truncatus* female adults fed on different mealon varieties

品种 Varieties	西瓜 Watermelon			甜瓜 Muskmelon	
	早佳 8424 Zaojia 8424	美都 Meidu	嘉美 Jiamei	金玉红 2 号 Jinyuhong 2	玉菇 Yugu
平均产卵时间 Average egg-laying time of females (d)	8.96±1.08a	9.13±0.67a	4.43±0.39b	6.69±0.82ab	7.50±0.91a
单雌初始产卵时间 Initial egg-laying time for single female (d)	4.5	2.5	2.5	4	5
单雌日产卵高峰时间 Peak egg-laying time of single female day (d)	4.5	6.5	11.5	7	9
单雌日最大产卵量（粒） Maximum number of eggs laid of one female per day (eggs)	27	22	15	14	19
日均单雌产卵量（粒） Average number of eggs laid of one female per day (eggs)	3.70±0.51ab	3.62±0.31ab	4.70±0.37a	3.02±0.38b	3.97±0.26ab
产卵量范围（粒） Range number of eggs laid of females (eggs)	1-88	11-93	4-38	3-92	5-88
平均单雌产卵量（粒） Average number of eggs laid per female (eggs)	35.31±5.35a	34.05±4.26a	19.96±2.02b	22.06±4.68ab	30.80±4.55ab

表 4　截形叶螨在不同西甜瓜品种上的种群参数

Table 4　Population parameters in fecundity table of *Tetranychus truncatus* fed on different melon cultivars

参数 Parameters	西瓜品种 Watermelon			甜瓜品种 Muskmelon	
	早佳 8424 Zaojia 8424	美都 Meidu	嘉美 Jiamei	金玉红 2 号 Jinyuhong 2	玉菇 Yugu
净增值率（R_0）Net reproduction rate	31.8	23.0	16.7	20.9	27.3
周限增长率（λ）Finite rate of increase	1.175 5	1.225 2	1.172 6	1.152 4	1.185 2
内禀增长率（r_m）Intrinsic rate of increase	0.161 7	0.203 1	0.159 2	0.141 8	0.169 9
平均世代周期（T）（d）Mean generation time	21.4	15.4	17.7	21.4	19.5
种群加倍时间（d）Population doubling time (DDP*)	4.3	3.4	4.4	4.9	4.1

*种群加倍时间：种群个体数翻番所需的时间。

*DDP: Days taken for doubling population size.

研究表明，取食西瓜品种的截形叶螨在存活率、产卵量、寿命和世代历期显著高于取食甜瓜品种的截形叶螨，这很可能是因为不同种类植物的营养物质和次生物质间的差异大于同一种类的不同品种的差异所致（李国清和王荫长，1997）。此外，由于植物在自然界的抗虫性除受基因控制外，还会受到许多环境因子的影响（沈媛等，2009），因此本研究的供试品种在田间的抗虫性表现还有待进一步观察和测定。此外，对比前人研究结果发现，本研究中截形叶螨成虫的产卵量、产卵期明显低于玉米、大豆、菜豆等其它寄主植物（庞保平等，2005），但与之研究结果相一致的是螨类的生长发育参数在取食葫芦科类作物时较低（张燕南，2018）。这个现象可能与作物成分有关，刘映红等（1995）在 4 种蔬菜对朱砂叶螨的抗性研究中发现，与豇豆和茄子叶片相比，丝瓜和苦瓜叶片更能抑制叶螨的种群增长。因此，不同寄主植物具有不同的抗螨性，主要表现在三个方面：1）植物形态、解剖结构的抗螨性；2）植物生理的变化；3）植物生化的变化（胡展育等，2006）。关于不同寄主植物的营养成分对螨类的影响，还需进一步的实验研究讨论。

截形叶螨在 5 个西甜瓜品种上的存活曲线均

为Ⅰ型，即截形叶螨的死亡多发生于成螨阶段，但由于不同品种对其生长发育及繁殖影响不同，因而表现为其形状参数 *c* 和尺度参数 *b* 在不同品种间存在一定差异。此外，截形叶螨对 5 个西甜瓜品种的适生性以及取食这些品种的繁殖力均存在一定的差异，其中对西瓜早佳 8424 和西瓜美都的适生性最强，并且在该品种上的生存和繁殖适合性最高，即抗虫性较弱；而对甜瓜玉菇、甜瓜金玉红 2 号和西瓜嘉美的适生性较弱，在这些品种上的生存和繁殖适合性较低，即抗虫性较强。这些研究结果，对生产实际具有一定的指导意义。

本研究仅仅是就截形叶螨对不同品种西甜瓜的适生性进行的初步研究，并探讨了西甜瓜不同品种对截形叶螨的适生性和抗虫性。由于昆虫与寄主植物间的相互关系十分复杂，如植物表面的组织结构（绒毛密度）等物理性状、体内的营养物质、化学物质以及信号化学物（挥发性化学物质）等均能对昆虫的趋性、取食、产卵繁殖和存活等与昆虫选择性和适应性相关的生命活动产生影响（Skorupska，2004；杜予州等，2006；雍小菊和丁伟，2011）。因此，有关不同西甜瓜品种的抗虫性机理的还有待进一步研究。

参考文献 (References)

Cai RL, Guo JJ, Jin DC, 2014. Review on occurrence characteristics and biocontrol of vegetable pest mites. *Guizhou Agricultural Sciences*, 41(1): 81–86. [蔡仁莲, 郭建军, 金道超, 2014. 蔬菜叶螨发生特点及其生物防治的研究进展. 贵州农业科学, 41(1): 81–86.]

Chi ZJ, 2014. Screening and application of suitable biopesticides to control main disease and insect of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) of Xinjiang province. Master dissertation. Shihezi: Shihezi University. [池振江, 2014. 适于新疆红枣主要病虫害防治的生物农药筛选及应用. 硕士学位论文. 石河子: 石河子大学.]

Ding YQ, 1994. Insect Mathematical Ecology. Beijing: Science Press. 82–110. [丁岩钦, 1994. 昆虫数学生态学. 北京科学出版社. 82–110.]

Du YM, Sun W, Liu XN, Du YZ, 2015. Selectivity and fitness of the *Bemisia tabaci* B-biotype with regard to different varieties of eggplant, *Solanum melongena*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 52(1): 80–88. [杜以梅, 孙伟, 刘晓娜, 杜予州, B 型烟粉虱对不同茄子品种的选择及适生性分析. 应用昆虫学报, 52(1): 80–88.]

Du YZ, Sun W, Zhang L, Zhou FC, Chen XH, Xu DJ, 2006. Studies on selectivity and fitness of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B-biotype to different varieties of cowpea, *Vigna unguiculata* W. *Scientia Agricultura Sinica*, 39(12): 2498–2504. [杜予州, 孙伟, 张莉, 周福才, 陈学好, 徐东进, 2006. B 型烟粉虱对不同豇豆品种的选择及适生性研究. 中国农业科学, 39(12): 2498–2504.]

Gao SJ, Pang BP, Liu JX, Meng HW, Yi WD, 2005. Studies on the population dynamics of *Tetranychus truncate* Ehara in greenhouse, *Journal of Inner Mongolia Agricultural University* (*Natural Science Edition*), 26(1): 5–8. [高书晶, 庞保平, 刘家骧, 孟焕文, 伊卫东, 2005. 保护地黄瓜截形叶螨种群动态的研究. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 26(1): 5–8.]

Guo CC, 2007. Biological and ecological characteristics and control of *Tetranychus truncatus* Ehara. Master dissertation. Kunming: Southwest Forestry University. [郭长翠, 2007. 截形叶螨生物学和生态学特性及防治研究. 硕士学位论文. 昆明: 西南林业大学.]

Guo YL, Jiao XD, Yang S, Li GY, Xia W, Zhang JP, 2013. Effect of host plants on the population dynamics and host selection of *Tetranychus turkestani* and *Tetranychus truncatus*. *Journal of Environmental Entomology*, 35(2): 140–147. [郭艳兰, 焦旭东, 杨帅, 李广云, 夏伟, 张建萍, 2013. 土耳其斯坦叶螨和截形叶螨在不同寄主植物上的种群动态及寄主选择性. 环境昆虫学报, 35(2): 140–147.]

Hu ZY, Zeng DE, You CM, 2006. Study on the relationship between *Tetranychus* mites and host plants. *Journal of Wenshan University*, 19(4): 102–106. [胡展育, 曾德二, 游春梅, 2006. 叶螨对寄主植物关系的研究概况. 文山师范高等专科学校学报, 19(4): 102–106.]

Huang MD, Tan WJ, 1987. Weibull distribution is used as a model to simulate insect survival curve. *Natural of Insects*, 9(1): 50–53. [黄明度, 谭文捷, 1987. 介绍威布尔分布作为模拟昆虫存活率曲线的模型. 昆虫天敌, 9(2): 50–53.]

Jiangsu Modern Agriculture (Melon) Industrial Technology System, 2021. Report on development of watermelon industry in Jiangsu province. http://njy.jsnjy.net.cn/web/share/new.action?newId=a2aa3b84–a8f7–4042–8f8f–6abf94a5f125. [江苏省现代农业(西甜瓜)产业技术体系, 2021. 江苏省西甜瓜产业发展报告. http://njy.jsnjy.net.cn/web/share/new.action?newId=a2aa3b84–a8f7–4042–8f8f–6abf94a5f125.]

Laing JE, 1969. Life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch. *Acarologia*, 11(1): 32–41.

Li GQ, Wang YC, 1997. Nutrients and secondary substances and insect resistance in plants. *Plant Physiology Communications*, 33(6): 513. [李国清, 王荫长, 1997. 营养和次生物质与植物的抗虫性. 植物生理学通讯, 33(6): 513.]

Li JG, Liang ZH, Wang P, Peng JW, Zhang Y, Liu JX, Ruan WH, 2014. Cultivation technique of Hunan greenhouses watermelon with long season high yield and high quality. *China Cucurbits and Vegetables*, 27(1): 48–49. [李基光, 梁志怀, 王培, 彭建文, 张屹, 刘建雄, 阮万辉, 2014. 湖南大棚西瓜长季节高产优质栽培技术. 中国瓜菜, 27(1): 48–49.]

Li TL, Xu Y, Zhang JX, 2019. The present situation and trend of the development of facility vegetable, melon and edible fungus industry in China. *China Vegetables*, (11): 6–9. [李天来, 许勇, 张金霞, 2019. 我国设施蔬菜、西甜瓜和食用菌产业发展的现状及趋势. 中国蔬菜, (11): 6–9.]

Lin HH, 2003. List of diseases and pests of watermelon and melon in Beihai city. *Agricultural Research and Application*, (3): 19–23. [林怀华, 2003. 北海市西瓜甜瓜病虫害名录. 广西热作科技, (3): 19–23.]

Liu JP, Ma Y, 2019. Review and prospect of 70 years of development and 60 years of cooperation in scientific research and production of Chinese melon. *China Cucurbits and Vegetables*, 32(8): 1–8. [刘君璞, 马跃, 2019. 中国西瓜甜瓜发展 70 年暨科研生产协作 60 年回顾与展望. 中国瓜菜, 32(8): 1–8.]

Liu QG, 2013. Application of DPS data processing system in plant protection specialty. *China Plant Protection*, 33(2): 66–68. [刘全国, 2013. DPS 数据处理系统在植保专业中的应用. 中国植保导刊, 33(2): 66–68.]

Liu YH, Deng XP, Li ZM, 1995. Study on resistance of four vegetables to *Tetranychus cinnabarinus*. *Acta Arachnologica Sinica*, 4(1): 68–71. [刘映红, 邓新平, 李志明, 1995. 4 种蔬菜对朱砂叶螨的抗性研究. 蛛形学报, 4(1): 68–71.]

Ma C, Wu XH, Guo XH, Li JP, Zeng JB, Zhu L, Chen YL, Li T, Zhang Y, You XS, 2019. Beijing watermelon and melon green pest prevention and control technology integration. *China Cucurbits and Vegetables*, 32(12): 88–90. [马超, 吴学宏, 郭喜红, 李金萍, 曾剑波, 朱莉, 陈艳利, 李婷, 张莹, 攸学松, 2019. 北京市西瓜甜瓜病虫害绿色防控技术集成. 中国蔬菜, 32(12): 88–90.]

Meng RX, 2000. Effects of temperature and photoperiod on experimental population of *Tetranychus truncates* Ehara on Corn (Acarina, Tetranyshydae). Master dissertation. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University. [孟瑞霞, 2000. 温度光照对玉米截形叶螨实验种群的影响. 硕士学位论文. 呼和浩特: 内蒙古农业大学.]

Meng RX, Liu JX, Huang JX, Feng SJ, Yi WD, 2008. Effect of temperature on fecundity of experimental population of *Tetranychus truncatus* Ehara on corn (Acarina, Tetranychidae). *Journal of Inner Mongolia Agricultural University* (*Natural Science Edition*), 29(1): 32–35. [孟瑞霞, 刘家骧, 黄俊霞, 冯淑军, 伊卫东, 2008. 温度对玉米截形叶螨实验种群繁殖的影响. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 29(1): 32–35.]

Pang BP, Liu JX, Zhou XR, Zhang RF, 2005. Effects of corn cultivar on *Tetranychus truncatus* Ehara (Acarina: Tetranychidae) population parameters. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 16(7): 1313–1316. [庞保平, 刘家骧, 周晓榕, 张瑞峰, 2005. 不同玉米品种对截形叶螨种群参数的影响. 应用生态学报, 16(7): 1313–1316.]

Pinder JE, 1978. The Weibull distribution: A new method of summarizing survivorship data. *Ecology*, 59(5): 175–179.

Shen Y, Du YZ, Zhang L, Yu W, Chen J, 2009. Selectivity and fitness of *Bemisia tabaci* B-biotype to different varieties of cotton. *Acta Phytophylacica Sinica*, 36(4): 335–342. [沈媛, 杜予州, 张莉, 郁伟, 陈军, 2009. B 型烟粉虱对不同棉花品种的选择性及适生性. 植物保护学报, 36(4): 335–342.]

Shi MW, Liu YW, 2019. Modern Pest Control Technology for Melon Vegetables. Beijing: Chemical Industry Press. 338–339. [石明旺, 刘彦文, 2019. 瓜类蔬菜病虫害现代防治技术大全. 北京: 化学工业出版社. 338–339.]

Skorupska A, 2004. Resistance of apple cultivars to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae). Part II. Influence of leaf pubescence of selected apple cultivars on fecundity of two-spotted spider mite. *Journal of Plant Protection Research*, 44(1): 69–74.

Sun XX, Ma JL, 2019. Watermelon and melon industry in Jiangsu: Current situation of development and countermeasures. *Journal of Agriculture*, 9(11): 89–95. [孙兴祥, 马江黎, 2019. 江苏省西瓜甜瓜产业发展现状与对策建议. 农学学报, 9(11): 89–95.]

Tang QY, Feng MG, 2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Beijing: Science Press. 13–53. [唐启义, 冯明光, 2019. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社. 13–53.]

Wang JJ, Li L, Shang HG, 2020. Current situation and countermeasures of watermelon and melon industry in China. *China Cucurbits and Vegetables*, 33(5): 69–73. [王娟娟, 李莉, 尚怀国, 2020. 我国西瓜甜瓜产业现状与对策建议. 中国瓜菜, 33(5): 69–73.]

Wang SL, Zhang YJ, Wu QJ, Xie W, Xu BY, 2014. Dominant species identification of spider mites on vegetables in some areas in Beijing and Hebei. *Journal of Environmental Entomology*, 36(4): 481–486. [王少丽, 张友军, 吴青君, 谢文, 徐宝云, 2014. 京冀地区蔬菜叶螨优势种类鉴定. 环境昆虫学报, 36(4): 481–486.]

Xu TF, 2008. Studies on species and biological characteristics of watermelon diseases and insect pests, Master dissertation. Suzhou: Soochow University. [许田芬, 2008. 西瓜病虫害的种类及生物学特性研究. 硕士学位论文. 苏州: 苏州大学.]

Yan WR, Xie SH, Xiao M, Xiao TB, Ji XC, Zhao ZX, 2020. Investigation on planting status and occurrence of diseases and insect pests of melon in Hainan province. *Modern Agricultural Science and Technology*, 779(21): 113–116, 121. [严婉荣, 谢圣华, 肖敏, 肖彤斌, 吉训聪, 赵志祥, 2020. 海南省西甜瓜种植现状及病虫害发生情况调查. 现代农业科技, 779(21): 113–116, 121.]

Yong XJ, Ding W, 2011. The resistant mechanisms of plants to mites. *Chinese Bulletin of Entomology*, 48(5): 1495–1504. [雍小菊, 丁伟, 2011. 植物的抗螨机理. 应用昆虫学报, 48(5): 1495–1504.]

Zhang YN, Gu JM, Chen J, Wang PL, Zhang JP, 2018. Effect of host plants on the movement rate and predation ability of *Neoseiulus bicaudus* (Mesostigmata: Phytoseiidae). *Acta Entomologica Sinica*, 61(9): 1047–1053. [张燕南, 顾佳敏, 陈静, 王佩玲, 张建萍, 2018. 寄主植物对双尾新小绥螨运动速率及捕食能力的影响. 昆虫学报, 61(9): 1047–1053.]

Zhu AX, Gong WR, Hu J, Ding ZK, Lin SX, 2020. Preliminary study on the effect of different insecticides on watermelon powdery mildew. *Shanghai Vegetables*, (3): 73–75, 96. [朱阿秀, 龚伟荣, 胡婕, 林双喜, 2020. 不同药剂防治设施西瓜白粉病效果初探. 上海蔬菜, (3): 73–75, 96.]

Zhu YX, 2018. Study of the mechanism of bacterial symbionts-mediated interaction between *Tetranychus truncatus* Ehara and host plants. Doctoral dissertation. Nanjing: Nanjing Agricultural University. [朱玉溪, 2018. 截形叶螨共生菌对其宿主与植物互作关系影响的机理研究. 博士学位论文. 南京: 南京农业大学.]