

南亚果实蝇对六种果实的趋性和产卵选择性^{*}

李小珍 刘映红^{**} 贺智勇

(西南大学植物保护学院 重庆市昆虫学及害虫控制工程重点实验室 重庆 400716)

Taxis response and selective propensity of *Bactrocera tau* to six host fruits. LI Xiao-Zhen, LIU Ying-Hong^{**}, HE Zhi-Yong (Chongqing Key Laboratory of Entomology & Insect Control Engineering, College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716 China)

Abstract The taxis response and selective propensity of *Bactrocera tau* (Walker) to six types of fruits, namely cucumber, pumpkin, towel gourd, white gourd, balsam pear and orange, were evaluated under indoor experimental conditions. The results demonstrated that most of the adults tested preferred to aggregate on cucumber, pumpkin and towel gourd for obtaining nutrition or as egg-laying sites. Among them, 23.68%, 19.94% and 21.18% of individuals gathered to cucumber, pumpkin and towel gourd, and 21.57%, 18.93% and 22.74% of eggs were laid on these same host fruits, respectively. It was suitable, by linear regression equation, to describe the relationship between the mean quantity of adults and the mean number of oviposition. Like adults, most larvae also aggregated on cucumber (23.33%), pumpkin (31.44%) and towel gourd (21.67%), but only a few individuals aggregated on orange (2.22%). In addition, the taxis response of the fruit fly to damaged and undamaged fruits was also different in these six kinds of host fruits, as > 50% of individuals gathered to the damaged fruits. From these results, it could be seen that the fruit fly preferred to aggregate on cucumber, pumpkin, towel gourd and damaged fruits, but few on orange, to gain nutrition or lay eggs.

Key words *Bactrocera tau*, host fruits, taxis response, selective propensity

摘 要 南亚果实蝇 *Bactrocera tau* (Walker) 是危害黄瓜、南瓜、冬瓜、丝瓜和苦瓜等果蔬作物的一种重要检疫性害虫。趋性反应和产卵选择性实验结果表明, 该虫对不同的果实切片具有不同的趋性和产卵选择性。在黄瓜、南瓜和丝瓜上, 成虫的落虫数量分别占落虫总量的 23.68%, 19.94% 和 21.18%, 产卵量分别占产卵总量的 21.57%, 18.93% 和 22.74%, 均高于其它 3 种果实冬瓜、苦瓜和柑橘上落虫数和产卵量。幼虫在黄瓜、南瓜和丝瓜上取食的数量亦较高, 分别占幼虫总量的 23.33%, 31.44% 和 21.67%; 而在柑橘上仅占幼虫总量的 2.22%。成虫和幼虫均对受害与未受害果实的趋性和选择性表现出一定的差异, 总体上在受害果实上的虫口数量较多, 而在未受害果实上的数量较少。因此, 在这 6 种寄主植物中, 南亚果实蝇喜好在黄瓜、南瓜和丝瓜以及受害的果实上获得补充营养或产卵。

关键词 南亚果实蝇, 寄主果实, 趋性, 选择性

寄主植物的挥发性次生化学物质在昆虫寻找寄主植物过程中起着非常重要的作用^[1]。由于不同环境条件的胁迫, 同种植物挥发性化学物质的释放量具有一定的差异, 但各成分间的比例却相对稳定^[2,3]; 不同植物挥发性化学物质在种类、比例和数量上均存在一定的差异, 这些差异构成了某种植物的特定气味^[4]。植食性昆虫通过对植物挥发性物质不同成分及浓度的识别, 对植物做出特定的行为选择, 这就为研究昆虫对不同寄主植物的趋性和产卵选择性提供了理论依据。

南亚果实蝇 *Bactrocera tau* (Walker) 是危害甜瓜属 *Cucumis* L.、南瓜属 *Cucurbita* L.、丝瓜属 *Luffa* L.、冬瓜属 *Benincasa* Savi 和苦瓜属 *Momordica* L. 等果蔬作物的一种重要检疫性害虫^[5~7]。20 世纪 90 年代, 南亚果实蝇对广西桂林地区的罗汉果 (*Siraitia grosvenorii* Swingle) 造

^{*} 教育部博士点基金 (20050625005) 和重庆科委攻关资助项目 (7468)。

^{**} 通讯作者, E-mail: yhliu@swu.cq.cn

收稿日期: 2006-03-23, 修回日期: 2006-05-26

成严重危害,果实受害率为 21%~34%^[8];1998 年据重庆市植物保护站调查,万州区地保乡瓜果的受害率达 30%以上;此外,在广东、云南、四川、贵州、湖北、江西、台湾等省为害 70 多种葫芦科和茄科作物,造成了严重的经济损失^[9,10]。以往对与南亚果实蝇同属中的橘小实蝇 *B. dorsalis* (Hendel) 在趋性和产卵选择性方面做了相应的研究,其研究结果显示在芒果、苹果和梨中,橘小实蝇成虫对芒果的趋性强于苹果和梨^[11];在番石榴、酸石榴、甜石榴和西红柿 4 种果实中,橘小实蝇雌成虫喜好选择在番石榴上产卵,并且易受伤口引诱^[12]。南亚果实蝇是否与橘小实蝇一样,对不同寄主植物也存在特定的趋性和产卵选择性?本研究以黄瓜、南瓜、丝瓜、冬瓜、苦瓜和柑橘果实为对象,探讨南亚果实蝇对这些果实的取食和产卵选择特性,为揭示该种群对寄主果实的化学行为差异,寻求虫害防治的新技术提供基础信息。

1 材料与方法

1.1 供试虫源和寄主果实

2005 年 7 月从重庆西南大学试验田内,将内含南亚果实蝇卵或幼虫的黄瓜、南瓜、丝瓜、冬瓜和苦瓜采回实验室,再将这些果实放在直径为 30 cm 塑料托盘内,置于温度为 30℃ 的温室内培养。托盘底下铺一层约 5 cm 厚的土壤作为该虫的化蛹场所。羽化的成虫转移到养虫箱(长 1.2 m,宽 0.8 m,高 1.0 m)内,在自然光照条件下,用作为补充营养的黄瓜培养 15~20 d 后,供实验使用。幼虫选择性实验直接取受害果实中的 2 龄幼虫。

供试寄主果实为 15~30 d 的黄瓜(*Cucumis Sativus* L.)、南瓜(*Cucurbita Moschala* L.)、丝瓜(*Luffa Cylindrical* L.)、冬瓜(*Benincasa hispida* (Thunb) Coqn)、苦瓜(*Momordica Charantia* L.)和 2~3 个月的柑橘(*Citrus unshiu* Marc.)等 6 种果实,均直接采自于实验田。

1.2 成虫对不同寄主果实的趋性和产卵选择性

在 30℃, 14L:10D 光照条件下,以上述养虫

箱作为南亚果实蝇趋性和产卵选择性的实验场所。取未受害的黄瓜、南瓜、冬瓜、丝瓜、苦瓜和柑橘果实切片各 30 g,按随机区组设计的方法放于养虫箱内,排列呈 2 行 3 列,行距、纵距均为 30 cm。随机取 250 头处于产卵期的雌成虫释放到养虫箱内,1 d 后观察并记录成虫在不同果实上的聚集数量。然后,将果实从养虫箱内取出,置于双目解剖镜下解剖检查南亚果实蝇的产卵情况。实验重复 3 次,未聚集到果实上的南亚果实蝇不参与统计(下同)。

1.3 成虫对受害和未受害果实的趋性

分别取受害与未受害的黄瓜切片各 30 g,并排放于养虫箱内,共放置 3 组,相当于 3 个重复。随后接入处于产卵期的雌成虫 150 头,1 d 后观察受害与未受害果实上成虫的数量。其余几种果实用相同的方法进行实验。

1.4 幼虫的取食选择性

取直径 15 cm,高 2.8 cm 的培养皿,周边随机均匀放置黄瓜、南瓜、冬瓜、丝瓜、苦瓜和柑橘切片各 15 g。将 100 头 2 龄幼虫转移到培养皿的中心位置,放于 30℃ 的弱光条件下,8 h 后观察各寄主果实上幼虫的数量。实验重复 3 次。

1.5 幼虫对受害和未受害果实选择性

在培养皿内,将受害与未受害的黄瓜切片各 15 g,并排放于培养皿周缘,共放 3 对,相当于 3 个重复。将 100 头 2 龄幼虫转移到培养皿的中心位置,8 h 后分别计数各果实上南亚果实蝇幼虫的数量。

2 结果与分析

2.1 成虫对果实的趋性和产卵选择性

南亚果实蝇雌成虫在不同寄主果实切片上的落虫数量见表 1。结果显示,雌成虫在 6 种果实切片上的落虫数间有显著差异($F = 14.62$; $d.f. = 5, 12$; $P < 0.01$),其中在黄瓜、南瓜和丝瓜上的落虫数最多,平均值分别为 25.33、21.33 和 22.67 头,占落虫总量的 23.68%、19.94% 和 21.18%,它们之间没有显著性差异;而在柑橘上的数量最少,仅为 8.33 头,占落虫总量的 7.79%。这表明南亚果实蝇

成虫对黄瓜、南瓜和丝瓜的趋性最强, 柑橘的最弱。

南亚果实蝇雌成虫在 6 种寄主果实切片上均可以产卵, 但产卵量间存在显著差异 ($F=23.07$; $d.f.=5, 12$; $P<0.01$)。与对果实的趋性一样, 成虫在黄瓜、南瓜和丝瓜上产卵量最多, 24 h 内卵个体数量分别达到 98.00、86.00 和 103.33 粒, 占产卵总量的 21.57%、18.93% 和 22.74%。柑橘上产下卵的数量最少, 仅占卵总量的 7.79%(表 1)。

表 1 南亚果实蝇雌成虫对 6 种果实的落虫数量和产卵选择性

寄主	趋性		产卵选择性	
	均值	百分比 (%)	均值	百分比 (%)
黄瓜	25.33±1.86a	23.68	98.00±4.93a	21.57
南瓜	21.33±1.20a	19.94	86.00±6.11a	18.93
丝瓜	22.67±1.86a	21.18	103.33±4.63ab	22.74
冬瓜	16.00±1.73b	14.95	76.67±4.33bc	16.87
苦瓜	13.33±1.86bc	12.46	66.00±10.07c	14.53
柑橘	8.33±1.45c	7.79	24.33±3.18d	5.36

注: 同列中标有相同字母的数值间无显著性差异 ($P>0.05$, Duncan 多重比较检验)。

南亚果实蝇雌成虫对不同寄主果实切片的落虫数量和产卵选择性间具有一定的相关关系。一般而言, 在果实切片上的落虫数量越高, 产卵数量亦越大, 反之亦然。根据表 1 的数据, 采用线性方程描述成虫在不同寄主果实切片上的落虫数量和产卵数量之间的关系, 方程为 $Y=4.21X+0.60$ ($R^2=0.89$) (其中 Y 为产卵量; X 为落虫数量), 具有较好的拟合效果。

2.2 成虫对受害和未受害果实切片的趋向反应

南亚果实蝇雌成虫在受害与未受害黄瓜、南瓜、丝瓜、冬瓜、苦瓜和柑橘切片上落虫数量的比率见图 1。除丝瓜外, 成虫对其余 5 种寄主受害果实的落虫量均大于未受害果实上的落虫量, 其中在受害与未受害的黄瓜和南瓜上的数量比率相差较大, 分别为 56.16%、43.84% 和 55.12%、44.88%。

2.3 幼虫的取食选择性

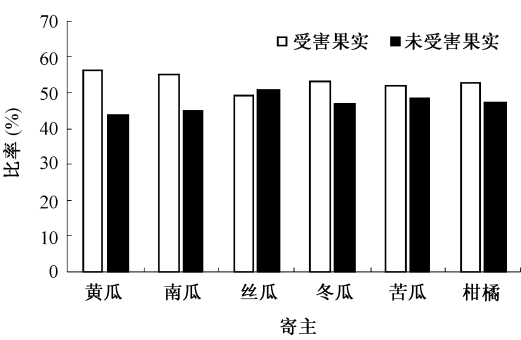


图 1 受害与未受害果实对南亚果实蝇雌成虫的引诱比较

南亚果实蝇幼虫对黄瓜、南瓜、丝瓜、冬瓜、苦瓜和柑橘果实切片的取食选择性见图 2。在 6 种寄主果实间, 其取食选择性存在显著差异 ($F=43.11$; $d.f.=5, 12$; $\alpha<0.01$)。南瓜上幼虫数量最高, 为 31.44 头, 占总体数量的 31.44%; 其次为黄瓜和丝瓜, 分别占 23.33% 和 21.67%; 而在柑橘上的数量显著低于其它几种寄主果实上取食的数量, 仅占 2.22%。

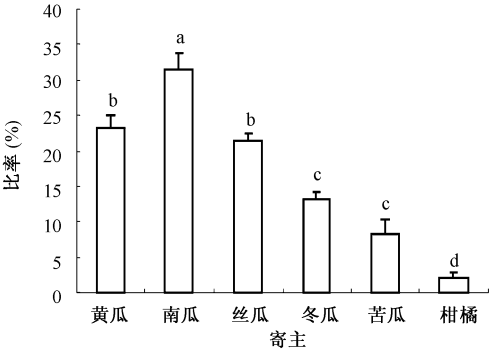


图 2 南亚果实蝇幼虫对 6 种寄主果实切片的选择性

南亚果实蝇幼虫对受害和未受害果实切片的取食选择性如图 3。在 6 种受害寄主果实上的数量百分率分别为 57.32%、68.00%、56.00%、57.32%、53.32%、54.68%, 而在未受害果实上的百分率则分别为 42.68%、32.00%、44.00%、42.68%、46.68%、45.32%, 其中在受害和未受害南瓜上的数量差异较大。这表明, 幼虫对受害果实切片的选择性强于未受害果实, 这种选择性与寄主种类也

有一定的关系。

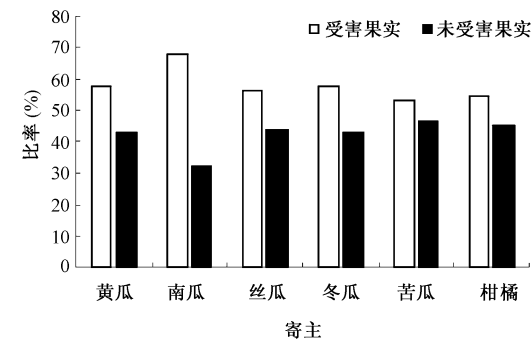


图3 南亚果实蝇幼虫对受害与未受害果实切片的取食选择性

3 讨论

阎凤鸣等认为昆虫在远距离寻找寄主场所时, 依赖植物挥发性的化学成分进行定向; 当找到寄主场所后, 挥发性化学物质还决定着昆虫是否降落到寄主植物上; 接着挥发性和非挥发性化学成分共同决定昆虫对寄主的拒绝或接受^[13]。因此, 寄主植物的种类在昆虫对寄主植物的趋向反应上起着重要作用。本研究表明, 南亚果实蝇对黄瓜、南瓜和丝瓜的趋性高于其它3种寄主植物, 这可能与它们的挥发性次生化学物质有关。然而, 本文并没有对这几种寄主果实的挥发性次生化学物质的成分和比例进行研究, 因此有必要进一步探讨引诱南亚果实蝇对寄主进行选择的主要化学物质。一些学者认为^[12, 14], 昆虫对寄主果实的趋性反应与各种寄主水果的外形、果皮厚薄程度、绒毛有无、硬度大小等有关, 本研究是切取果实的一部分, 排除了果皮和绒毛的影响, 但硬度等方面未作考虑。

在自然环境条件下, 南亚果实蝇幼虫取食的寄主果实是由亲代成虫的产卵选择特性决定的, 国内并没有果实蝇幼虫对寄主果实取食选择性方面的研究报道。本实验研究表明, 南亚果实蝇的幼虫与成虫一样, 对不同寄主植物果实亦具有一定的选择趋性。作者认为当寄主果实基本适合幼虫的生长发育时, 其选择性主要由寄主果实的软硬程度决定, 果实越软越有利

于幼虫进入果肉, 反之亦然。在实验过程中, 我们发现当幼虫爬到果实表面上后, 试探着进入果实内部, 当果实足够软时则进入果实内部为害取食; 果实太硬时则会重新选择其它的进入位点或其它的寄主果实。一般而言, 受害果实比未受害果实软, 受害果实上聚集取食的实蝇数量亦较多, 这与实验结果吻合。当然, 这种选择性也不能完全把果实挥发性次生化学物质的作用以及果实的适口性等方面排除在外。

试验结果可知, 寄主果实气味对南亚果实蝇的引诱作用是显著的。目前在南亚果实蝇的诱集防治上, 主要采用引诱酮 Cue lure^[5, 15, 16], 此外, 作者通过田间诱捕发现甲基丁香酚 (methyl eugenol) 也能够诱集到相当数量的南亚果实蝇 (未发表), 这对于控制南亚果实蝇的发生扩大能起到很大的作用。若能够利用寄主果实的挥发性化学物质来开发出新一代的食物引诱剂, 这对于降低田间南亚果实蝇种群的虫口密度, 控制子代的虫口数量, 减少田间农药的施用, 改善生态环境等方面均具有重要的理论和实践意义。

参 考 文 献

- 1 Renwick J. A. A. *Experientia*, 1989, **45**: 223~228.
- 2 Guenieri E., Poppy G. M., Powell W., Tranblay E., Pennacchio F. J. *Chen. Ecol.*, 1999, **25**(6): 1 247~1 261.
- 3 Agelopoulos N. G., Chamberlain K., Pickett J. A. J. *Chen. Ecol.*, 2000, **26**(2): 497~511.
- 4 周琼, 梁广文. 昆虫知识, 2001, **38**(5): 334~336.
- 5 Chinajariyawong A., Kritsaneechai S., Drew R. A. I. *Raffles Bull. Zool.*, 2003, **51**(1): 7~15.
- 6 Allwood A. J., Chinajariyawong A., Drew R. A. I., Hamacek E. L., et al. *Raffles Bull. Zool. (Suppl.)*, 1999, **7**: 1~92.
- 7 Gupta D., Vema A. K., Divender G. *Adv. Plant Sci.*, 1992, **5** (2): 518~523.
- 8 邓亚评. 植物保护, 1992, **18**(2): 24~25.
- 9 刘玉章, 林明莹. 台湾昆虫, 2001, **21**: 221~236.
- 10 Christenson L. D., Richard H. F. *Ann. Rev. Entomol.*, 1960, **5**: 171~192.
- 11 施伟, 张智英, 叶辉. 云南大学学报(自然科学版), 2003, **25**(1): 77~80.
- 12 袁盛勇, 肖春, 孔琼, 陈斌, 李正跃, 等. 江西农业大学学报, 2005, **27**(1): 81~84.
- 13 阎凤鸣, 许崇任, Marie B., Peter W., Peter A. 昆虫学报, 2002, **45**(4): 425~429.
- 14 Katsoyannos B. I., Pittara I. S. *Entomol. Exp. Appl.*, 1983, **37**: 326~332.
- 15 张钧. 植物检疫, 1991, **5**(6): 401~403.
- 16 汪兴鉴. 动物分类学报(增刊), 1996, (21): 1~338.