

(表 3),即浓度越高,活性也越高,但是,随着时间增加,活性降低。另外,萜类化合物对小菜蛾幼虫拒食活性还表现出结构多样性,可以是醇类如 2 号,醚类如 4 号,酯类如 8, 13, 27 号,也有缩醛类如 31 号(表 1)。这种多样性虽然体现了萜类化合物结构与拒食活性的复杂性,但是也增加了针对不同昆虫筛选出特异拒食剂的可能性,拓宽了筛选化合物的范围。随着研究的深入,如合成化合物种类的增加,测试昆虫种类的丰富,将有可能根据需求,筛选出或高效广谱、或高效特异的萜类昆虫拒食剂。

参 考 文 献

1 Denholm L, Devine G. J., Wiliamson M. S. *Science*, 2002, **297** (5 590): 2 222 ~ 2 223.
2 Edwin A., Klein G., Ben J. M. J., Aede de G.

Phytochemistry, 2002, **61**(7): 737 ~ 770.
3 宋湛谦. 林产化学与工业, 2005 **25**(增刊): 10 ~ 14.
4 王宗德, 姜志宽, 宋湛谦. 中华卫生杀虫药械 2004, **8**(1): 37 ~ 40.
5 赵振东, 刘先章. 林产化工通讯, 2001, **35**(1): 42 ~ 47.
6 秦玉洁, 吴伟坚, 黄寿山, 梁广文. 植物保护, 2001, **27**(6): 4 ~ 6.
7 刘传秀, 韩招久, 李凤良, 陈之浩. 昆虫知识, 1993 **30**(6): 341 ~ 344
8 赵振东, 刘先章. 林产化工通讯, 2002, **36**(2): 37 ~ 42
9 Talekar N. S., Yang J. C., Lee S. T. (eds.), Annotated Bibliography of Diamondback Moth Volume 2 Shanhua, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1990 199.
10 Talekar N. S., Yang H. C., Lee S. T., Chen B. S., Sun L. Y. (eds.), Annotated Bibliography of Diamondback Moth. Shanhua, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1985 469.

柑橘大实蝇的产卵特性*

张小亚¹ 周兴苗¹ 黄绍哲¹ 韩庆海² 雷朝亮^{1**}

(1. 华中农业大学昆虫资源研究所 武汉 430070; 2 湖北省宜昌市夷陵区植保站 宜昌 444100)

The oviposition preference of *Bactrocera (Tetradacus) minax*. ZHANG Xiao-Ya¹, ZHOU Xing-Miao¹, HUANG Shao-Zhe¹, HAN Qin-Hai², LEI Chao-Liang^{1**} (1. *Institute of Insect Resources, Huazhong Agricultural University*, Wuhan 430070, China; 2. *Yiling Plant Protection Station*, Yichang 444100, China)

Abstract The selection characteristics of oviposition of *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein) was studied on 3 kinds of citrus in the orchard to understand the oviposition behavior and the temporal changes of oviposition of *B. minax*. The results showed that *B. minax* preferred laying eggs on hybrid citrus and the fruits of 3 kinds of citrus were all seriously infected by *B. minax* in the north of middle layer on the trees. The research also showed that *B. minax* preferred ovipositing on the fruits with $\Phi(3.3 \pm 0.2)$ cm.

Key words *Bactrocera (Tetradacus) minax*, oviposition, host, damage rate

摘 要 通过田间调查,明确柑橘大实蝇 *Bactrocera (Tetradacus) minax*(Enderlein)的产卵特性和在 3 种寄主植物上产卵的时间动态。柑橘大实蝇对杂柑为害率最高,3 个寄主品种均以中层北面果实受害严重。柑橘大实蝇最喜在直径为 (3.3 ± 0.2) cm 的果实上产卵。
关键词 柑橘大实蝇, 产卵, 寄主, 危害率

柑橘大实蝇 *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein), 隶属于双翅目, 实蝇科, 果实蝇属, 大实蝇亚属^[1]。是国家公布的对内检疫性害虫之一,可危害柑橘等多种寄主植物。目前,有关该虫对不同寄主植物的危害报道较少^[2~4],而对不同寄主植物产卵选择性的研究尚未见报

道。为进一步了解该虫的生物学习性,探明该

* 湖北省科技攻关项目(2003AA201C01)。

** 通讯作者: ioir @mail.hzau.edu.cn

收稿日期: 2006-11-20, 修回日期: 2006-12-15,

接受日期: 2007-03-13

虫的产卵选择性,作者研究了该虫在其为害较重的3种寄主植物上的产卵选择性差异,现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地点选择在宜昌市三斗坪镇东阳庙村。试验橘园相对隔离,连续2年无任何管理措施,该橘园为温州蜜橘、罗脐、杂柑三品种的混栽园,橘园面积约为10 hm²,坡度约为30°。

1.2 试验方法

1.2.1 柑橘大实蝇产卵痕的特征观察:从不同品种柑橘上采集被害果,并剖果观察,记录产卵痕的外部特征,测量有关产卵孔的特征数据及果实内卵量;同时测量各品种果实的直径、果皮厚度等。

1.2.2 柑橘大实蝇产卵的时间动态及其选择性:将糖醋液诱捕器均匀分布悬挂在橘园内,两诱捕器间隔约10 m左右,用以监测该橘园柑橘大实蝇成虫的发生期,诱捕器每隔4 d检查1次。同时,均匀选定果实较多、树势较好的3品种果树各10株并挂牌标记。根据诱捕器在园内柑橘大实蝇成虫期的监测情况及柑橘大实蝇的生物学学习性,在大实蝇羽化始见日20 d后^[9],对标记的果树每隔4天按上、中、下3层,东、南、西、北4个方位(各层及各方位均用红线标记范围)逐果检查并记录柑橘大实蝇产卵痕的数量及果实个数,同时依据果实直径大小检查并记录大型果、中型果、小型果的受害量及其相应果实数,直至连续2次观察诱捕器内无柑橘大实蝇成虫为止。

1.3 数据处理

将所得结果用EXCEL及DPS软件处理。
产卵为害率(%)=产卵为害果/各品种总调查果数×100%。为害果为具柑橘大实蝇产卵痕的柑橘果实。
相对为害率(%)=当次产卵为害率(%)—前次产卵为害率(%)。果实占有率(%)=(大果或中果或小果数)/各类型果总数。

2 结果与分析

2.1 柑橘大实蝇产卵痕的特征

柑橘大实蝇产卵痕一般在受害果果实腹面(向地部位),产卵痕在果实脐部、果实中部、果腰及果蒂均可见,以果实中部居多。单果产卵痕一般只有1个,少数果有2个或者3个产卵痕,两产卵痕之间相距角度至少60°(以果蒂与果脐连线为中轴),相隔距离在2 cm以上。刚被害的果实表皮上产卵孔表面有淡褐色胶状液体,几天后产卵痕周围果皮略呈淡黄色,与果皮深绿色有明显差异。表皮产卵孔内径约为0.2 mm,外径约为1 mm,用解剖刀剖开外表皮,可见白色内表皮中有一直径约为1.8 mm的圆形产卵痕孔道(与果皮果面几乎垂直)。孔道外围为黄褐色,内围为直径约0.8 mm乳白色囊,中间为一针孔大小的产卵孔。产卵孔深度依品种果皮厚度不同而不同,一般在0.6~0.8 cm左右,卵粒深度一般在距产卵痕果皮表面垂直向下0.8~1.1 cm处(表1)。卵粒竖插并贴附于果囊,与果皮垂直;产卵痕每处卵量不同,少者3粒,多者26粒,平均卵量约为13粒。

表1 柑橘大实蝇对3品种果实产卵的特征(2006年6月23日)

品种	果实直径(cm)	果皮深度(cm)	产卵部位	产卵深度(cm)	产卵量(粒)
罗脐	4.3±0.2a	0.8±0.1a	果实中部、果腰	1.1±0.1a	13.6±0.3a
杂柑	3.2±0.2b	0.7±0.1ab	果脐下部	0.9±0.1ab	13.3±0.5a
温州蜜橘	2.6±0.1c	0.6±0.1b	果实中部	0.8±0.1b	12.9±0.8b

注:表中数据为平均值±标准差,不同字母表示经Duncan's复极差检验差异显著(P<0.05),下同。

2.2 柑橘大实蝇在不同寄主果树上产卵为害的动态

图1显示了3个品种果树上柑橘大实蝇产卵为害的动态。当地柑橘大实蝇产卵始期在5

月26日,7月5日为产卵末期。混栽园内柑橘大实蝇在3品种柑橘果实产卵危害的时间动态各不相同。柑橘大实蝇对杂柑产卵为害率最高达40.7%,温州蜜橘次之为26.3%,罗脐最小

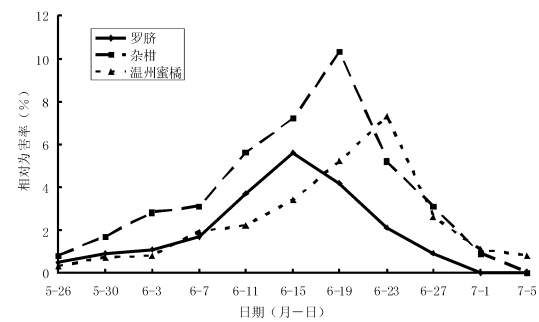


图1 柑橘大实蝇对3种寄主果实产卵为害率时间动态

为20.7%；柑橘大实蝇在3品种柑橘上产卵危害高峰期不同，在罗脐上产卵高峰期为6月15日(相对为害率5.6%)，在杂柑上为6月19日

表2 柑橘大实蝇在3品种果树上产卵的空间分布

品种	层次			方位			
	上	中	下	东	南	西	北
罗脐	4.3±0.6c	9.1±0.3a	7.3±0.2b	4.7±0.3b	2.3±0.3c	5.5±0.7b	8.2±0.3a
杂柑	6.2±0.3b	25.3±1.1a	8.9±0.8b	10.3±0.9b	6.5±0.5c	8.3±0.9b	15.3±1.1a
温州蜜橘	3.4±0.2c	16.2±0.4a	6.7±0.6b	5.7±0.2b	5.3±0.4b	7.2±0.7a	8.1±0.8a

数据后有不同字母表示经 Duncan's 复极差检验差异显著(单个品种果树内各层、各方位间, $P<0.05$)

2.4 果型大小与产卵选择性的关系

由于对杂柑为害率最大，选择产卵高峰期6月19日的杂柑果实直径及其被害率作相关比较分析(表3)，柑橘大实蝇对不同直径大小的杂柑果实选择性差异明显。柑橘大实蝇主要在直径为3.3 cm左右的杂柑果上产卵，为害率达56.3%；其次在直径为3.8 cm左右的果实产卵，为害率为16.1%；直径在1.9 cm左右的小果被害率最小，仅为9.2%。由于直径在3.3 cm左右的果实占有所有果实的63.9%，适宜产卵果的数量优势进一步促进了柑橘大实蝇的产卵为害，致使柑橘大实蝇对杂柑的危害相当严重。由于杂柑果树树冠各层受光照及树势营养的影响不同，下层果一般较小，中层为普通或较大果型，上层少数为大果，这也佐证了表1所示的树冠各层果实被害率的差异性，同时说明柑橘大实蝇对寄主植物的产卵选择性与果实大小有直接相关性。

其他两品种果型及相关为害率分析结果：同一时间，罗脐果型较其他两品种明显稍大，直

(相对为害率10.3%)，在温州蜜橘上则推迟为6月23日(相对为害率7.3%)。

2.3 柑橘大实蝇在不同寄主果实上产卵的空间分布

柑橘大实蝇在3个品种寄主果树不同方位、不同层次果实上产卵为害的比较如表2。对杂柑的危害最高，温州蜜橘次之，罗脐最小。柑橘大实蝇对树冠中层果实的为害率明显高于树冠上层和下层果实，树冠北面果实的为害率明显高于其他3个方位。柑橘大实蝇喜在背阴处栖息和产卵，可利用柑橘大实蝇这种产卵特点，有针对性的选择诱捕器在合适方位防治柑橘大实蝇。

径一般在3.8~6.3 cm，其中果实直径在3.4~4.1 cm居多。温州蜜橘果型最小，一般在1.6~2.8 cm左右，以1.8~2.4 cm直径果实最多。柑橘大实蝇对两品种果实危害率总体均较低($<10\%$)。

表3 杂柑不同果型特征数值及其产卵为害率的调查

果型	果实直径(cm)	果实占有率(%)	产卵危害率(%)
大果	3.8±0.3a	20.9	16.1
中果	3.3±0.2b	63.9	56.3
小果	1.9±0.4c	15.2	9.2

3 讨论

柑橘大实蝇的产卵痕一般在果实腹面或背阴处，卵孔卵粒一般在13粒左右；混栽园内，柑橘大实蝇在前期产卵主要选择罗脐，中期则以杂柑为重，后期则以蜜橘居多。同一时期罗脐果型直径最大，杂柑其次，蜜橘最小，这正与柑橘大实蝇选择适宜产卵果的生长期相吻合，同时由于柑橘大实蝇在产卵初期雌蝇数量相对较少，对适宜产卵果型的罗脐为害率也相对较低，

在产卵高峰期由于杂柑果型适宜产卵且其产卵雌数量均达最大,因而对杂柑的为害率最高,产卵后期蜜橘果型趋于适合产卵,但由于雌蝇数量逐渐降低,对蜜橘的危害也相对较小;在3品种果树树冠各层、各方位产卵为害率均以树冠北面中层居多;对杂柑果型大小及其产卵为害率的比较分析表明,柑橘大实蝇最喜在直径为3.3 cm左右的果型上产卵。

在试验田的选择上,试验田为相对隔离的大型坡面山谷,外界扩散进入试验田的柑橘大实蝇影响甚小,这也为通过田间挂牌调查产卵痕的为害率确定自然条件下柑橘大实蝇在不同品种果实上产卵为害率的时间动态提供合理、科学的自然环境。相比室内罩笼确定柑橘大实蝇产卵时期,田间调查产卵痕可以消除人为干扰因素对柑橘大实蝇产卵的影响。

由于果型大小在树冠各层受光照及其营养结构的影响,同株杂柑果树的果实大小存在明显分级,这正为研究果型大小与产卵选择性的内在关系提供天然条件。因此,在试验方法上科学合理。

在自然界中,植食性昆虫对寄主植物的产卵选择性一般依据视觉和嗅觉识别植物,并发生定向反应或趋性,同时植物挥发性物质对昆虫的定向定位、取食、产卵等行为反应均起重要作用^[6,7]。国外许多学者对植食性昆虫对不同颜色、气味、果型的寄主植物产卵选择性研究甚多^[8,9],主要依据不同植物挥发性物质对植食性昆虫产卵趋性的影响判定最适产卵的寄主植物,进而分析鉴定出具有引诱作用的它感信息化合

物^[10]。本研究结果表明,柑橘大实蝇在混栽园内对不同寄主植物产卵为害率的差异反映了柑橘大实蝇对寄主植物的挥发性物质具有一定的联系,但柑橘大实蝇对同品种不同果型大小为害率的差异性更能明确表明其产卵选择性与果实大小存在必然联系,进一步丰富了果实的物理性状对植食性昆虫产卵选择性的内在关系,为深入研究柑橘大实蝇的产卵行为提供参考。

由于柑橘大实蝇为害极其严重,一旦产卵入果即无补救措施,因此在柑橘大实蝇适生区或重发地应该根据当地条件选择适宜的果树品种,尽量避免栽培较易被其产卵为害的果型品种,以减少或降低柑橘大实蝇的产卵为害,同时配合综合防治进一步降低种群数量。

致谢 宜昌市植保站张国宝高级农艺师及本研究所王小平、黄求应老师和孟见玉、愚悦等对试验提出诸多建议,孝感学院实习生屈东平、张贵深、黄松、付伟协助调查,在此一并感谢。

参 考 文 献

- 1 陈世骧,谢蕴贞.昆虫学报,1955,5(1):123~126.
- 2 韦党扬,赵琦.昆虫知识,1988,25(5):282.
- 3 吴志清.昆虫知识,1958,4(5):216~217.
- 4 余仕长,王正义,杨发光,冯雨宣.昆虫知识,1996,33(4):210~212.
- 5 鲁红学,何开平,阮华芳,牟本忠.湖北农学院学报,1997,17(3):169~173.
- 6 Vinson S. B., Wanisch G. F. *Ann. Rev. Entomol.*, 1980, 25: 397~419.
- 7 Visser J. H. *Ann. Rev. Entomol.*, 1986, 31: 121~144.
- 8 Papaj D. R., Opp S. B., Prokopy R. J., Wong T. T. Y. *J. Insect Behav.*, 1989, 2(2): 241~254.
- 9 Prokopy R. J., Papaj D. R. *J. Insect Behav.*, 1988, 1(11): 67~74.
- 10 尹姣,曹雅忠,罗礼智,胡毅.生态学报,2005,25(8):1844~1852.

雌性甲虫交配只为解渴

英国生态学家经过研究发现:雌性甲虫通常都是为了解渴才与异性进行交配。

英国埃克赛特大学的研究人员Martin Edvardsson发现:一些雄性的昆虫物种,包括某种甲虫、蛙虫和蟋蟀,在交配时会射出大量的精液,有时甚至可以占到其体重的10%左右。因此,该项研究表明:体内缺水的雌性接受异性交配的邀请通常都仅仅是为了得到雄性精液中含有的水分。

Edvardsson利用四纹豆象这种甲虫进行实验,他首先将雌性甲虫分为2组,其中一组不限制用水量,而另外一组则限制,然后让它们与异性自由交配。结果发现:被限制用水的甲虫交配的次数比那些自由用水的甲虫交配的次数要高40%。雌性甲虫通过它们的生殖道吸收雄性精液中的水分,而且随着它们从交配过程中吸收水分的增加,交配的次数也会减少。

虽然Edvardsson认为该项研究结果可能也适用于其他的动物物种,但是,他仍然认为这对理解所有其他动物的性行为没有任何指导意义。

该项研究结果发表在8月份的《Animal Behavior》杂志上。

来源:科学网 发表时间:2007年8月31日