

# 光温湿因子对三种果实蝇种群 生殖力影响的比较研究\*

周昌清 陈海东 林佩卿

(中山大学昆虫学研究所, 广州 510275)

**摘要** 本文研究(a)稳定的温度和相对湿度(25℃, RH75%~95%),不同光周期(L:D=8:18~16:8)的条件和(b)周期性变化的温度、相对湿度和不同光周期下(20~25℃, RH75%~75%, L:D=10:14; 25~32℃, RH75%~95%, L:D=14:10)对瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae* 南瓜实蝇 *B. tau* 和桔小实蝇 *B. dorsalis* 种群生殖力的影响,结果表明,中长期光照对三种实蝇的种群增殖稍为有利,短光周期对南瓜实蝇种群的增殖不利. 不论是在稳定的温度和相对湿度,不同光周期条件下,或在周期性变化的温度和相对湿度,稳定的光周期条件下,3种实蝇的生殖期长,产卵量大,世代重叠,而桔小实蝇和南瓜实蝇的产卵较集中,在20~25℃周期性变动的条件下,50%  $\sum l_{m_x}$  在成虫开始产卵后60d左右,瓜实蝇则要130~140d,在25~32℃,桔小实蝇和南瓜实蝇的50%  $\sum l_{m_x}$  为40d,而瓜实蝇要70d. 桔小实蝇和南瓜实蝇的种群增殖速度快,种群在短时间内能迅速形成增殖高峰,是典型的 *r* 生态对策. 瓜实蝇的产卵前期较长,产卵期长,卵几乎均匀分布于产卵过程,属于偏 *r* 生态对策.

**关键词** 温度,湿度,光周期,种群参数,瓜实蝇,南瓜实蝇,桔小实蝇

**分类号** Q958.11

瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae*、桔小实蝇 *B. dorsalis* 和南瓜实蝇 *B. tau* 属于双翅目果实蝇科(Tetripitidae)昆虫,在我国南方是优势种<sup>[1~4],1)</sup>. 据文献记载,3种果实蝇为害的寄主范围很广,瓜实蝇为害的寄主有75种,桔小实蝇为害的寄主有150多种,南瓜实蝇为害的寄主有70多种<sup>[5~10]</sup>. 成虫产卵于正在生长的或已成熟的果实中,幼虫取食果实,使之腐烂坠落,引起严重的经济损失. 由于受害寄主范围广,造成的经济损失严重,许多国家和地区把这3种果实蝇列为植物检疫对象<sup>[6,9,10,11]</sup>. 作者对3种实蝇在广州地区自然种群季节波动的动态已作详细的研究<sup>[2]</sup>. 本文侧重研究温度和湿度相对稳定时,不同光周期对3种果实蝇种群生殖力的影响,并在模拟的自然界不同季节温度、湿度和光周期的周期性变化条件下,研究3种果实蝇生殖力的变化,比较分析,以求深入了解物理环境因子对3种果实蝇

收稿日期:1993-10-28

\* 国家自然科学基金资助项目

1) 赵又新,明月. 我国南方果蔬实蝇的调查研究报告,植物检疫研究报告,1986. 61

种群动态影响的实质,作为了解种群变动的理论基础,同时也是制定科学防治对策的理论依据.

## 1 实验方法

### 3.1 试验虫源

3种果实蝇采自广州地区的苦瓜和水瓜,在室内以人工饲料(酵母膏:白糖=1:3)和清水,饲养10代以上.实验时,挑选同一批羽化,羽化第二天的健壮活泼的成虫,每组15对(15♂:15♀),分别饲养在30cm×30cm×30cm的养虫笼内,喂以人工饲料.每3~4d更换饲料1次.每个笼内放吸水瓶1个,供给新鲜自来水.瓜实蝇、南瓜实蝇供南瓜或青瓜块(2cm×2cm),让其产卵,桔小实蝇供香蕉块让其产卵.从不同处理组新产的卵中各随机抽100粒放在垫有湿黑布的培养皿内,置于25℃温箱中观察孵化率.试验虫数:每组3笼,每笼有成虫15对(15♀:15♂),共45对成虫.

### 3.2 试验条件

①在相对稳定的温度范围(25℃±0.5)和相对湿度(75%~95%)的条件下,研究不同光照条件对种群生殖力的影响,在复式恒温箱中进行,光暗分别为L:D=8:16;L:D=10:14;L:D=12:12;L:D=14:10;L:D=16:8.

②模拟自然界温度、相对湿度和光照昼夜周期性逐渐变化的条件,研究对种群生殖力的影响,在Conviron植物生长箱中进行.a组设温度范围为20~25℃,相对湿度为75%~95%,光照L:D=10:14;b组设温度范围为26~32℃,相对湿度75%~90%,L:D=14:10.

试验开始后,每日上午定时观察,记录成虫开始产卵时间,每组日产卵量,每天死亡的♂,♀虫数.试验的成虫喂以人工饲料和清水,并定时更换.观察进行到种群全部个体死亡为止.资料经统计分析处理,依Krebs和Carey的方法计算<sup>[7,11]</sup>生命表参数,列表与绘图进行比较分析.

## 2 结果与分析

(1) 在25℃,相对湿度为75%~95%,不同光照周期下,3种果实蝇种群增殖的参数如表1,∑*l<sub>x</sub>m<sub>x</sub>*曲线变化如图1.

从表1可以看出,在温度为25℃,相对湿度为75%~95%时,不同光周期下瓜实蝇雌成虫寿命期望值可达130d以上,世代平均时间63~74d,雌成虫平均产卵期72~83d,卵孵化率达85%以上,种群内禀生长力(*r<sub>0</sub>*)以L:D=12:12时最大,短光照对种群生殖有一定影响,光周期L:D=10:14~16:8比短光周期L:D=8:16对种群增殖有利.

南瓜实蝇雌成虫寿命期望值达69~97d,世代平均时间48~57d,平均产卵期58~79d,卵孵化率77%~90%,种群内禀增长力以中等光周期L:D=10:14~14:10时*r<sub>0</sub>*值最大,短光周期L:D=8:16或长光周期L:D=16:10对种群增殖都有一定影响.

表 1 不同光照条件下 3 种果实蝇种群增殖参数

Tab. 1 Population parameters of three fruit fly adults under different photoperiods with 25°C, 75%~95% relative humidity

种群参数	试验条件 25°C, RH75%~95%				
	L : D				
	8 : 16	10 : 14	12 : 12	14 : 10	16 : 8
<b>瓜实蝇 <i>B. cucurbitae</i></b>					
$e_x$ ♀	148.2	135.7	136.7	139.0	134.4
$T_c/d$	74.3	69.4	63.2	72.3	63.8
$R_0$	331.9	317.1	306.3	324.4	269.6
$r_c$	0.078	0.083	0.091	0.080	0.087
日平均产卵量/粒	11.6	10.7	10.5	11.2	10.1
平均产卵期/d	83.0	77.9	72.3	82.6	71.6
卵孵化率/%	85	91	87	86	88
净授精力	283.4	293.3	266.8	278.7	236.6
<b>南瓜实蝇 <i>B. tau</i></b>					
$e_x$ ♀	97	96	90.7	87.4	69
$T_c/d$	57.2	48.3	54.5	53.0	56.8
$R_0$	185.7	164.3	281.9	268.1	151.8
$r_c$	0.091	0.106	0.103	0.105	0.088
日平均产卵量/粒	9.3	8.9	15.0	15.6	9.8
平均产卵期/d	58.6	52.1	64.0	79.4	65.4
卵孵化率/%	90	79.5	83	77	89
净授精力	169.1	130.3	228.5	192.5	125.9
<b>桔小实蝇 <i>B. dorsalis</i></b>					
$e_x$ ♀	123.0	109.6	133.1	125.7	120.7
$T_c/d$	59	51.5	57.5	47.5	56.5
$R_0$	327.0	295.8	409.5	420.9	334.0
$r_c$	0.098	0.110	0.105	0.125	0.102
日平均产卵量/粒	12.7	13.5	15.3	22.1	13.2
平均产卵期/d	63.5	64.7	70.0	55.8	59.9
卵孵化率/%	85	81	83	81	88
净授精力	279.3	234.4	321.3	341.1	297.6

生命期望期  $e_x = \sum_{i=1}^{\omega} L_x/l_x$ ; 净生殖力  $R_0 = \sum_{i=1}^{\beta} l_x m_x$ ; 内禀增殖力  $r_c = L_x R_0 / T_c$ ; 世代历期  $T_c = \sum_{i=1}^{\beta} x l_x m_x / \sum_{i=1}^{\beta} l_x m_x$ ; 日平均产卵量  $\sum_{i=1}^{\beta} l_x m_x / \sum_{i=1}^{\beta} l_x$ ; 雌虫平均产卵期  $\sum_{i=1}^{\beta} x m_x / \sum_{i=1}^{\beta} m_x$ ; 净孵化率  $\sum_{i=1}^{\beta} l_x m_x h_x / \sum_{i=1}^{\beta} l_x m_x$ ; 净授精力  $\sum_{i=1}^{\beta} l_x m_x h_x$ ;  $\alpha$  为开始产卵年龄;  $\beta$  为最后产卵年龄;  $\omega$  为最后存活年龄;  $x$  = 年龄  $d$ ;  $l_x$  = 个体达到  $x$  年龄的概率;  $m_x$  = 在年龄  $x$  每雌产下雌性卵数;  $h_x$  = 年龄  $x$  卵平均孵化率.

桔小实蝇雌成虫寿命期望值 98~130d,世代平均时间 47~59d,平均产卵期 56~70d,卵孵化率 81%~88%,种群内禀增长力以光周期为 L:D=10:14 到 14:10 为高.

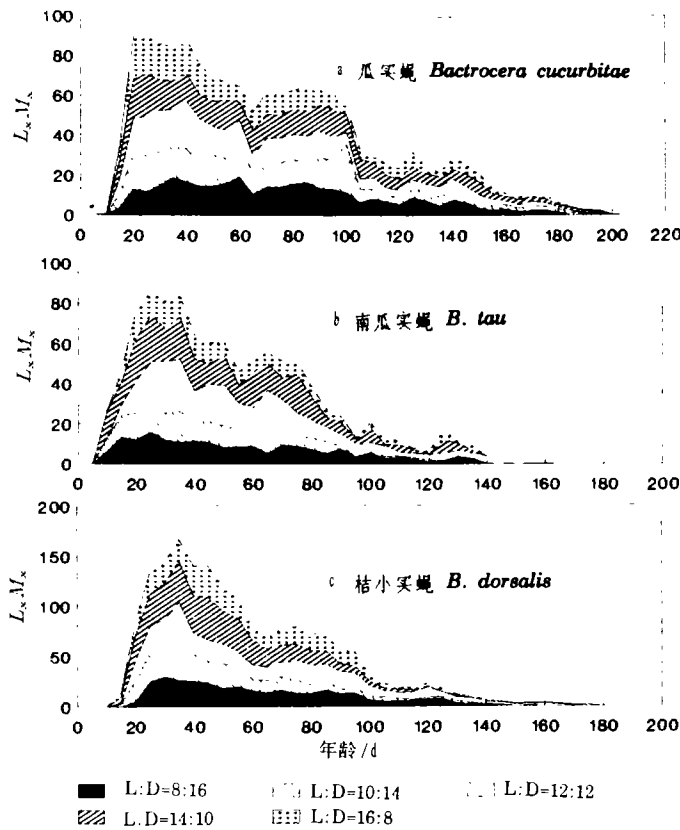


图 1 在 25℃,RH75%~95%条件下,不同光周期对 3 种瓜实蝇生殖影响的比较

Fig. 1  $\sum l_x m_x$  curve change of three fruit flies under different photoperiods with 25℃ and 75%~95% relative humidity

从  $\sum l_x m_x$  曲线变化(图 1)来看,瓜实蝇种群在成虫羽化后 20d 出现产卵高峰,50%  $\sum l_x m_x$  的时间是 70~75d,95%  $\sum l_x m_x$  是 155d,100%  $\sum l_x m_x$  为 185d,南瓜实蝇和桔小实蝇的产卵期比较集中,50%  $\sum l_x m_x$  在成虫羽化后 50~55d,95%  $\sum l_x m_x$  约在 120d,100%  $\sum l_x m_x$  在 145d.在本实验中达到 100%  $\sum l_x m_x$  的时间,南瓜实蝇和桔小实蝇要比瓜实蝇短 40d.短光周期对 3 种实蝇的种群增殖都有一定影响,主要是影响其取食、性成熟<sup>[4,10,12]</sup>.光周期 L:D=10:14~14:10 对南瓜实蝇和桔小实蝇的种群增殖有利.对于瓜实蝇,L:D=10:14~16:8 的光周期对种群的增殖都比较有利.3 种实蝇中以桔小实蝇的繁殖力最高.

(2) 温、光、湿周期性变化对 3 种果实蝇种群增殖的影响如表 2 和图 2.

表2 在温、光、湿周期性变化的条件下3种果实蝇种群生殖力变化的比较

Tab. 2 Comparison of population reproductivity of three fruit flies under regular change condition of temperature, humidity and photoperiod

种群参数	试验条件	
	20~25℃	26~32℃
	RH75%~95% L:D~10:14	RH75%~95% L:D~14:10
<b>瓜实蝇 <i>B. cucurbitae</i></b>		
$e_x/d$ ♀	203	118.83
↑	207	117.2
$R_0$	152.5	164.3
$T_c/d$	135.3	65.6
$r_c$	0.037	0.077
日平均产卵数/粒	3.8	7.1
雌虫平均产卵期/d	166.2	67.0
卵净孵化率/%	49	67
净授精力	75.3	116.5
<b>南瓜实蝇 <i>B. tau</i></b>		
$e_x/d$ ♀	82.6	75.6
↑	98.7	86.5
$R_0$	156.2	238.3
$T_c/d$	48.98	38.13
$r_c$	0.103	0.143
日平均产卵数/粒	9.8	13.7
雌虫平均产卵期/d	62.9	42.1
卵净孵化率/%	82	72
净授精力	119.2	169.8
<b>桔小实蝇 <i>B. dorsalis</i></b>		
$e_x/d$ ♀	98	64.3
↑	113	79.8
$R_0$	258.4	403.3
$T_c/d$	62.1	44.1
$r_c$	0.090	0.135
日平均产卵数/粒	17.2	30.4
雌虫平均产卵期/d	90.1	51.8
卵净孵化率/%	72.0	76.0
净授精力	209.8	305.1

从表2、图2可以看出,3种实蝇的种群在26~32℃,L:D=14:10,相对湿度75%~95%周期性变化的条件下,种群的 $r_c$ 值比在20~25℃,L:D=10:14,相对湿度为75%~95%周期性变化的条件下的种群 $r_c$ 值大,增殖速率快.瓜实蝇的成虫寿命 $e_x$ ,世代平均历期 $T_c$ 和平均生殖期都比较长,桔小实蝇次之,南瓜实蝇较短.从种群增殖速率来看,桔小实蝇的增殖最快,南瓜实蝇次之.在20~25℃,L:D=10:14,RH75%~95%的周期性变动范围内,南瓜实蝇和桔小实蝇的产卵前期12.5d,开始产卵后就形成产卵高峰,并持续

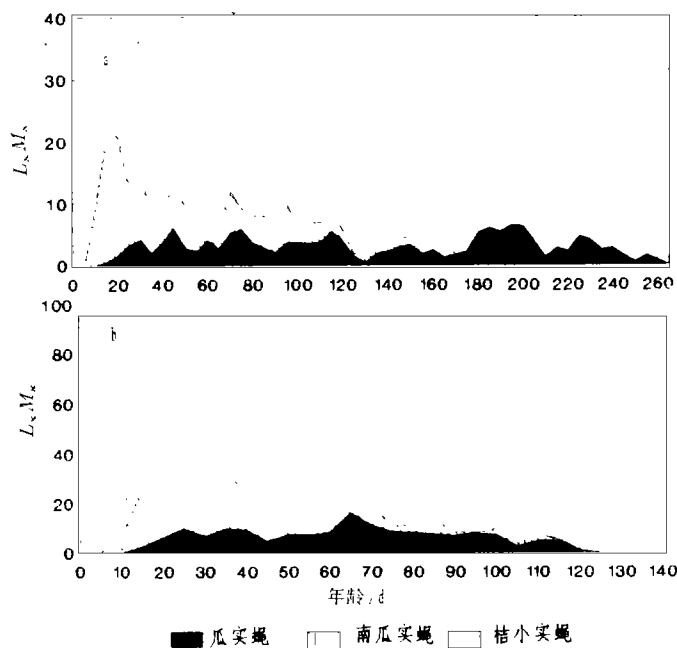


图 2 在温度,湿度和光暗周期性恢复的条件下,瓜实蝇、桔小实蝇和南瓜实蝇的种群动态  
a.  $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{RH}75\%\sim 95\%$ ,  $L:D=10:14$ ; b.  $26\sim 32^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{RH}75\%\sim 95\%$ ,  $L:D=14:10$

Fig. 2  $\sum l_x m_x$  curve comparison of three fruit flies under regular change condition of temperature, relative humidity and photoperiod

延到 120d,  $95\% \sum l_x m_x$  在 120d 左右, 120d 以后, 卵量很少, 少数成虫可以存活到 170d; 在同样条件下瓜实蝇的产卵前期要 17.5d, 开始产卵后, 有几个小的产卵峰期, 但大的产卵高峰不明显, 产卵期很长,  $95\% \sum l_x m_x$  要 240d. 在  $26\sim 32^{\circ}\text{C}$ ,  $L:D=14:10$ ,  $\text{RH}75\%\sim 95\%$  周期性变动的条件下, 南瓜实蝇和桔小实蝇产卵前期为 7.5d, 开始产卵到第 70 天为产卵高峰, 70 天后卵量很少,  $95\% \sum l_x m_x$  为 90d. 而瓜实蝇的产卵前期为 12.5d, 产卵量近于均匀分布于整个产卵过程,  $95\% \sum l_x m_x$  的时间为 110d.

### 3 讨 论

上述研究结果表明, 在温度  $20\sim 32^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度  $75\%\sim 95\%$ , 光照周期  $L:D=8:16\sim 16:8$  的范围, 在广州地区, 相当于在春夏秋季节的自然条件, 瓜实蝇、南瓜实蝇和桔小实蝇, 只要有适合的寄主存在成虫都能产卵, 产卵量大, 产卵期很长. 3 种实蝇的自然种群象多数热带、亚热带实蝇科的昆虫一样, 在冬天都没有滞育, 在寄主丰盛的季节, 种群数量迅速增加, 产卵期长, 世代重迭, 各种虫态同时存在, 不同虫态占领不同生境, 卵和幼虫在

果实内,成虫自由活动,蛹在土壤中,这给防治增加难度,是造成严重为害的原因.生命表技术表明,雌虫早期产的卵对种群增长速率的影响大于后期产的卵,3种实蝇中,桔小实蝇和南瓜实蝇的产卵前期较短,50d左右产下60%以上的卵,种群增殖速度比瓜实蝇快,种群在短时间内能迅速形成增殖高峰,而瓜实蝇相对来说,寿命长,产卵前期较长,每雌日平均产卵量较少,产卵期长,种群增长速率小于前者,根据 Southwood(1976)的理论<sup>[11]</sup>,桔小实蝇和南瓜实蝇可以划为  $r$  生态对策者,而瓜实蝇则为偏  $r$  生态对策者.当然这种划分不是一成不变的,因为害虫的生态对策会因为生态系统中的任何改变而发生变动<sup>[11~14]</sup>.

### 参 考 文 献

- 1 杨平均,周昌清,陈海东等.五种常见寄主对瓜实蝇实验种群增长影响的研究.生态科学,1990,2:54~60
- 2 陈海东,周昌清,杨平均等.瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae*,桔小实蝇 *B. dorsalis* 和南瓜实蝇 *B. tau* 在广州地区的种群动态研究,植物保护学报,1994
- 3 梁广勤,章士美,徐伟.我国南方部分地区实蝇记述及2种中国新记录.江西农业大学学报,1989,11(40):14~20
- 4 梁广勤,梁国真,林明等.实蝇及其防除.广州:广东科技出版社,1993.
- 5 邱辉宗.东方果实蝇寄主植物之确认及其为害季节变动初报,中兴大学昆虫学报,1987,20:21~26
- 6 Carey J R. Host specific demographic studies of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. Ecological Entomology, 1984,9(3):261~270
- 7 Christenson L D, Richard. H. F Biology of fruit flies, Ann Rev Entomol 1960, 5: 171~192
- 8 Bateman M A. The Ecology of Fruit Flies. Ann. Rev. Entomol., 1972,17: 493~518
- 9 Fletcher B S. The Biology of Dacine fruit flies Ann Rev. Entomol. 1987, 32:115~144
- 10 Krebs J C. Ecology;The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Second Edition. Harper & Row, Publishers, Inc. 1978
- 11 Southwood T R E, Comins H N. A synoptic population model Journal of Animal Ecology, 1976,45, 949~965
- 12 Yang P, Zhou C. Demography of a native strain of pumpkin fly *Dacus tau* from Guangzhou. The Proceeding of International Workshop on Statistical Ecology and its Application in Fisheries and The Second National Conference on Mathematical Ecology and its Application. July, Wuxi, China. 1988. 61~63
- 13 Yang P. Demographic Investigations on Selected Dacine Fruit Flies in Southern China and Hawaii. Dissertation, Doctoral Degree of Philosophy in Entomology in the Graduate Division of the University of California, Davis. 1992. 91
- 14 Zhou Changqing, Wu Kuikui, Chen Haidong et al. Effect of temperature on the population growth of *Bactrocera tau*(Walker)(Dipt., Tephritidae). J Appl Ent, 1994, 117:332~337

## Comparison of the Impact of Temperature, Humidity and Photoperiod on the Population Reproductivity of Three Fruit Flies

Zhou Changqing\* Chen Haidong Lin Peiqing

**Abstract** Comparative study of the population reproductivity of three fruit flies melon fruit fly *Bactrocera cucurbitae*, oriental fruit fly *B. dorsalis* and pumpking fruit fly *B. tau* under different photoperiods (L : D = 16 : 8 ~ 8 : 16) with constant temperature (25°C) and fluctuating relative humidity (75% ~ 95%) and under cyclical fluctuating temperatures, relative humidity and stable photoperiods (20 ~ 25°C, L : D = 4 : 10, RH 75% ~ 95%; 25 ~ 32°C, 75% ~ 95%, L : D = 10 : 14) were conducted.

The results showed that middle and long photoperiods were favorable to the reproduction of three fruit flies. Short photoperiods were less favorable. By compared the population parameters, either under the circumstances of various photoperiods with constant temperature and fluctuating relative humidity or under cyclical fluctuating temperatures and relative humidity with constant photoperiod, all of three fruit flies had longer ovipositional period, large numbers of egg and overlapping generation. In the cyclical fluctuating condition of 20 ~ 25°C, 50%  $\sum l_{z,m_z}$  of *B. tau* and *B. dorsalis* was distributed within 60 days after adult emergence, but 50%  $\sum l_{z,m_z}$  of *B. cucurbitae* was 130 days; in 25 ~ 32°C, 50%  $\sum l_{z,m_z}$  of *B. tau* and *B. dorsalis* was 40 days, *B. cucurbitae*'s was 70 days. The population density increase of both *B. tau* and *B. dorsalis* was more quiker than that of *B. cucurbitae*. *B. dorsalis* and *B. tau* are recognized as more typical *r*-reproductive strategy than *B. cucurbitae* does.

**Keywords** Melon fruit fly *Bactrocera cucurbitae*, Pumpking fruit fly *Bactrocera tau*, Oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis*, temperature, relative humidity, photoperiod, population reproductivity

\* Institute of Entomology, Zhongshan University, Guangzhou 510275