

椰心叶甲啮小蜂 (*Tetrastichus brontispae*) 实验种群生命表的编制

唐 超¹, 彭正强^{1,*}, 金启安¹, 温海波¹, 万方浩²

(1. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南 儋州 571737;

2. 中国农业科学院植物保护研究所(南区) 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100081)

摘要:通过解剖椰心叶甲被寄生僵虫统计椰心叶甲啮小蜂未成熟期的发育历期、存活率与生殖力数据, 编制了椰心叶甲啮小蜂的实验种群生命表。常温下椰心叶甲啮小蜂卵、幼虫和蛹的历期分别为 3.1、5.0 d 和 9.3 d, 啮出前期为 2.1 d。卵、幼虫和蛹的存活率分别为 0.9184、0.9521 和 0.9818, 椰心叶甲啮小蜂的成虫羽化率为 0.9, 单雌产卵量为 23.78 粒, 种群趋势指数为 12.45。通过此生命表的组建, 讨论了生命表中种群趋势指数(I)与生殖力表中净增殖力(R_0)的关系, 认为这两个概念本为同一含义, 应该合并。此外, 在成虫寿命大于等于 2d 的情况下, 成虫逐日存活率与逐日产卵概率乘积的和小于 1, 且成虫寿命越长其值越小, 结果导致在不考察成虫逐日存活率与逐日产卵概率的情况下种群趋势指数被严重高估, 因此组建任何形式的生命表都应考察并计入成虫逐日存活率与逐日产卵概率。

关键词:椰心叶甲啮小蜂; 实验种群; 生命表

文章编号: 1000-0933(2009)01-0185-07 中图分类号: Q143, Q968.1 文献标识码: A

Establishment of laboratory population life table of *Tetrastichus brontispae* Ferriere

TANG Chao¹, PENG Zheng-Qiang^{1,*}, JIN Qi-An¹, WEN Hai-Bo¹, WAN Fang-Hao²

1 Institute of plant and Environment protection, Academy of Tropical Agriculture Sciences of China, Danzhou Hainan 571737, China

2 Institute of Plant Protection (South Section), Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 100081, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(1): 0185 ~ 0191.

Abstract: The laboratory population life table of *Tetrastichus brontispae* Ferriere developed in the pupae of *Brontispa longissima* (Gestro) was established by calculating the immature development time, the survival rate at immature stage and the adult reproduction. The development time of egg, larval and pupa of *T. brontispae* was 3.1, 5.0 and 9.3 days, respectively, and the duration before emerge was 2.1 days at indoor temperature. The survival rate of egg, larval and pupa was 0.9184, 0.9521 and 0.9818, respectively, and the emergence rate of pupa was 0.9. Each female could lay about 23.76 eggs. The index population trend of *T. brontispae* (I) was 12.45. After the life table established, the relationship of the index of population trend (I) and the net reproductive (R_0) in the experimental population fecundity table was discussed, and we considered that the two concepts were homologous. Moreover, when the female longevity longer than two days, the multiplying product of the survival rate of adults per daily (S_{Aa}) and the proportion of fecundity per day (P_{fd}) was less than one [$\sum P_{fd}(S_{Aa})^d < 1$], and the littler the value of $\sum P_{fd}(S_{Aa})^d$ the longer the female longevity. Because the index of population trend was overrated generally, it must be to record the survival rate of adults per daily and the proportion of fecundity per day when the life table is established.

基金项目:国家农业科技成果转化资金资助项目(05EFN216900370); 国家社会公益研究专项资助项目(2004DIA4J012; 2005DIB4J043); 国家 973 资助项目(2009CB119200)

收稿日期: 2007-06-08; 修订日期: 2008-09-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lypzhq@163.com; tchao99@163.com

Key Words: *Tetrastichus brontispae*. Fer; experimental population; life table

自 2002 年 6 月海南省首次发现椰心叶甲 *Brontispa longissima* (Gestro) 以来,其扩散蔓延的速度很快,现已在海南 18 个市县大面积发生,对海南省棕榈科植物的生存形成极大威胁。椰心叶甲啮小蜂 *Tetrastichus brontispae* Ferriere, 隶属于膜翅目 Hymenoptera, 小蜂总科 Chalcidoidea, 姬小蜂科 Eulophidae, 啮小蜂亚科 Tetrastichinae, 啮小蜂属 *Tetrastichus*, 该蜂原产于印度尼西亚爪哇岛,是椰心叶甲的蛹寄生蜂^[1],2004 年 10 月由我国台湾引入到海南。该蜂曾被巴布亚新几内亚、萨摩亚、所罗门群岛、法属波利尼西亚、新喀里多尼亚、西萨摩亚、澳大利亚和中国台湾等国家和地区引进,并在大多数引进国家与地区成功定殖,有效地控制了椰心叶甲的危害^[2~5]。国内外对椰心叶甲啮小蜂的繁殖、应用、生物学及生态学方面进行了一些研究^[5~12],但尚未通过生命表技术对其自然增殖能力进行评价。为此,作者应用生命表对椰心叶甲啮小蜂在常温下的实验种群进行了研究,以期更科学准确地认识其自然增殖能力,为利用该蜂提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与主要仪器

椰心叶甲采自海口、三亚等地,并在隔离室内人工饲养多代。椰心叶甲啮小蜂由台湾引进并在隔离室内人工饲养多代。解剖镜:Leica LB30S 型。

1.2 试验设计与方法

1.2.1 椰心叶甲啮小蜂幼期存活率及历期的测定

于 2006 年 8 月 2 日下午,在指形管中移入 1 头椰心叶甲初期蛹,同时接入椰心叶甲啮小蜂雌蜂 1 头,重复 1000 次,放于室温下 8 h 后去除啮小蜂。从第 2 天开始每天下午解剖 30 头被寄生椰心叶甲虫体,直至全部发育至成虫。调查记录卵期、幼虫期和蛹期的虫口数及历期。

1.2.2 椰心叶甲啮小蜂成虫啮出前期及羽化率的测定

在椰心叶甲啮小蜂全部发育至成虫以后,取 50 头椰心叶甲僵虫观察其出蜂时间,每天观察两次(9:00 和 21:00)。有部分椰心叶甲僵虫体内的啮小蜂不能啮出,因此在出蜂行为结束后统计其羽化率。

1.2.3 椰心叶甲啮小蜂成虫数量及性比测定

待椰心叶甲啮小蜂成虫羽化死亡后调查 30 头椰心叶甲僵虫体所出小蜂的性比与数量,并解剖观察死于椰心叶甲体内的椰心叶甲啮小蜂幼虫、蛹和成虫数目。

1.2.4 椰心叶甲啮小蜂成虫期生殖力的测定

挑选 8 月 21 日上午出蜂时间一致的雌、雄成虫 50 对,每对每天供给 4 头椰心叶甲初期蛹直到啮小蜂雌蜂死亡(用滤纸片沾取 20% 蜜糖水以供营养补充)。每天观察雌成虫的存活情况,收集前 1 天供给的 4 头椰心叶甲蛹,解剖观察其逐日产卵量。

1.3 数据处理与分析

所有数据在 Excel 2003 上进行分析。

2 结果与分析

2.1 椰心叶甲啮小蜂幼期历期及存活率

8 月 3 日下午开始解剖的统计(表 1),从表中可以看出椰心叶甲啮小蜂的发育进度并不完全一致,在 4、5 日的解剖中发现一个椰心叶甲僵虫体内往往同时存在卵和幼虫两种虫态,在 11 日的解剖中发现同时存在幼虫和蛹两种虫态,而在 20 日的解剖中发现蛹和成虫同时存在。因此,在 8 月 4 日中有 $0.43/(18.07 + 0.43)$ 比例,即 2.32% 的椰心叶甲啮小蜂卵期为 2d,余下的 97.68% 的椰心叶甲啮小蜂以卵形态进入第 3 天。在第 3 天中有 6.78%,即 $1.21/(1.21 + 16.63)$ 的椰心叶甲啮小蜂以卵形态进入第 4 天。因此卵历期应该为 $0.0232 \times 2 + 0.9768 \times (0.0678 \times 4 + 0.9322 \times 3) \approx 3.0d$ 。同理,可以得出幼虫和蛹历期分别为 5.2d 和 9.3d。

用8月3日下午解剖的卵量作为初始卵量,用8月6日下午解剖的幼虫量作为起始幼虫量。那么,卵期存活率为 $(17.33/18.87) \times 100\% \approx 91.84\%$ 。

2.2 椰心叶甲啮小蜂成虫啮出前期及羽化率

在50头椰心叶甲僵虫中,22头于8月21日上午啮出,2头于8月21日下午啮出,21头于8月22日上午啮出,其余5头没有出蜂,因此羽化率为90%。从表1可知8月21日下午解剖时椰心叶甲啮小蜂已全部羽化为成虫(其中个别死亡蛹未以活虫计数)。因此,椰心叶甲啮小蜂在出蜂前有啮出前期,用2.1中的算法可得其啮出前期为 $[18.5 \times (22/45) + 19 \times (2/45) + 19.5 \times (21/45)] - (3.0 + 5.2 + 9.3) \approx 1.5d$ 。

2.3 椰心叶甲啮小蜂成虫数量及性比

待椰心叶甲啮小蜂成虫羽化死亡后,调查的30头椰心叶甲僵虫体所出小蜂的性比与数量见表2。从表中可知,雌虫百分率为72.84%。在椰心叶甲啮小蜂啮出死亡后解剖其寄主虫体,只能看到死亡小蜂蛹的残留体而看不到死亡的幼虫。因此,椰心叶甲啮小蜂蛹的数量估计用成虫数加上残留蛹数的和,即从卵发育到成虫的平均量为16.2头,起始蛹量为16.5头。而幼虫和卵起始数量以解剖的平均量来估测。由此得出幼虫期存活率为 $(16.5/17.33) \times 100\% \approx 95.21\%$,蛹期存活率为 $(16.2/16.5) \times 100\% \approx 98.18\%$ 。

2.4 椰心叶甲啮小蜂成虫期生殖力

观察的50对成虫存活情况及其逐日产卵量见表3。由表中数据统计可得椰心叶甲啮小蜂成虫的逐日存活率分别为:第1天100%、第2天98%、第3天90%、第4天80%、第5天54%、第6天30%、第7天14%、第8天4%、第9天0%,逐日产卵量分别为:第1天2.12粒、第2天10.60粒、第3天9.64粒、第4天0.94粒、第5天0.20粒、第6天0.24粒、第7天以后不再产卵。单雌产卵量为23.78粒。

结合2.1~2.3中的数据分析,参照黄寿山等^[13]编制生命表的方法组建椰心叶甲啮小蜂实验种群生殖力表,见表4。其中净生殖力 $R_0 = \sum l_x m_x = 12.27$;平均世代历期 $T = \sum X l_x m_x / \sum l_x m_x = 20.37$;内禀增长率 $r_m = (\ln R_0)/T = 0.1231$;周限增长率 $\lambda = 1.131$ 。

2.5 椰心叶甲啮小蜂实验种群生命表

以表1~表4的数据分析结果,参照庞雄飞^[14]的生命表组建方法编制了椰心叶甲啮小蜂实验种群生命表,结果见表5。从表中可见,在室内椰心叶甲啮小蜂的种群趋势指数为12.45,即下一代的数量为上一代数量的12.45倍。这说明该蜂具有较强的自我增殖能力,是人工大量繁殖用以控制椰心叶甲的潜在适宜天敌。椰心叶甲啮小蜂从卵至成虫各期的存活率都不低于90%。这与其一直在寄主体内发育有很大关系,寄主体壁的保护让其很少受到致死因子的侵扰。不过在1.3的解剖中并未发现有死亡失水的幼虫体存在,是否是因为死亡的虫体被活着的幼虫分解吞噬有待于进一步观察。

3 讨论

徐春婷等认为种群趋势指数(I)和净增殖率(R_0)的生物学意义是相同的^[15],因此可以用 I 值代替 R_0 来

表1 椰心叶甲未成熟期虫口数量及发育历期调查

Table 1 Original survival recordation of *T. brontispae* in every stage

检查时间 Date Month-day	卵 Egg	幼虫 Larva	蛹 Pupae	成虫 Adult
08-03	18.87 ± 5.32			
08-04	18.07 ± 5.34	0.43 ± 2.37		
08-05	1.21 ± 1.39	16.63 ± 4.08		
08-06		17.33 ± 8.65		
08-07		17.13 ± 6.57		
08-08		16.93 ± 4.62		
08-09		16.87 ± 6.35		
08-10		17.03 ± 7.63		
08-11		2.60 ± 3.86	13.87 ± 8.84	
08-12			16.33 ± 5.29	
08-13			16.21 ± 5.20	
08-14			16.23 ± 7.91	
08-15			16.24 ± 7.62	
08-16			16.03 ± 7.14	
08-17			16.20 ± 6.75	
08-18			16.27 ± 5.32	
08-19			16.21 ± 5.69	
08-20			7.21 ± 6.98	9.57 ± 9.16
08-21				16.21 ± 7.34

表中数据为平均数 ± 标准差 means ± std

计算内秉增长率, $r_m = (\ln I)/T$ 。本文参照庞雄飞组建褐稻虱自然种群生命表中计算种群趋势指数的方法, 计算出的种群趋势指数与种群生殖力表中的净增殖力相差 0.18, 这是计算中小数点取舍造成的差异, 还是两者本来就不是同一概念, 有必要进行论证。

表 2 椰心叶甲啮小蜂成虫性比调查

Table 2 Female ration of *T. brontispae*

编号 Code	总数 Total	雌蜂数 Number of female	死亡虫态 Died stage	死亡数目 Number of died
1	6	4		
2	23	17		
3	26	16		
4	9	7		
5	27	17		
6	10	8		
7	35	26		
8	17	15	后期蛹 Late pupae	4
9	10	7		
10	27	21		
11	13	11		
12	11	2		
13	15	10		
14	10	7		
15	35	20		
16	13	11		
17	12	8	后期蛹 Late pupae	1
18	10	6	后期蛹 Late pupae	1
19	15	12		
20	22	18		
21	9	8		
22	14	12		
23	12	8		
24	7	5	初期蛹 Early pupae	1
25	8	6		
26	16	14	后期蛹 Late pupae	1
27	16	11		
28	16	13		
29	15	12	后期蛹 Late pupae	1
30	27	22		
平均 $\pm$ 标准差 Means $\pm$ std	16.2 $\pm$ 7.96	11.8 $\pm$ 5.83		0.3 $\pm$ 0.79

表 3 椰心叶甲啮小蜂成虫逐日产卵量

Table 3 Daily oviposition of *T. brontispae*

编号 Code	日期 Date								
	08-21	08-22	08-23	08-24	08-25	08-26	08-27	08-28	08-29
1	0	0	×						
2	0	18	0	0	×				
3	7	0	0	0	×				
4	0	0	24	0	×				
5	0	0	23	0	×				
6	0	47	0	0	×				
7	0	0	0	0	0	×			
8	0	×							
9	0	0	37	0	0	0	×		
10	0	0	×						
11	0	23	×						
12	0	28	18	0	0	×			
13	0	33	10	0	0	×			
14	0	17	0	0	0	×			
15	0	0	30	0	0	0	×		

续表

编号 Code	日期 Date								
	08-21	08-22	08-23	08-24	08-25	08-26	08-27	08-28	08-29
16	0	33	6	0	×				
17	0	0	24	0	0	0	0	×	
18	0	14	15	0	×				
19	29	18	6	0	0	0	0	×	
20	0	32	0	×					
21	0	0	0	0	×				
22	0	15	10	0	0	×			
23	26	15	0	0	0	×			
24	0	0	15	0	0	×			
25	0	0	23	×					
26	0	30	0	0	×				
27	0	29	0	0	0	×			
28	0	0	0	0	0	0	0	×	
29	0	0	0	×					
30	0	40	0	0	×				
31	14	6	13	10	0	×			
32	0	0	12	0	×				
33	0	0	41	0	×				
34	0	0	0	24	0	0	0	0	×
35	0	11	19	0	0	×			
36	22	2	18	×					
37	0	36	14	0	0	0	0	×	
38	0	0	0	13	0	0	×		
39	8	9	18	0	0	0	×		
40	0	11	×						
41	0	15	0	0	0	0	×		
42	0	0	23	0	0	×			
43	0	37	0	0	0	0	×		
44	0	0	10	0	0	0	×		
45	0	0	32	0	0	12	0	×	
46	0	13	0	×					
47	0	0	0	0	0	×			
48	0	0	0	0	×				
49	0	0	0	0	10	0	×		
50	0	0	41	0	0	0	0	0	×
合计 Total	106	532	482	47	10	12			

×:雌蜂死亡 Means died

表 4 椰心叶甲啮小蜂实验种群生殖力表

Table 4 Experiment population fecundity table of *T. brontispae*

X	l_x	m_x	$l_x m_x$	$X l_x m_x$
1		幼稚期 larva		
...				
18		啮出前期 day before emergence		
19	0.7726	$2.12 \times 0.7284 \approx 1.54$	1.19	22.61
20	0.7571	$10.64 \times 0.7284 \approx 7.75$	5.87	117.4
21	0.6814	$9.64 \times 0.7284 \approx 7.02$	4.78	100.38
22	0.5451	$0.94 \times 0.7284 \approx 0.68$	0.37	8.14
23	0.2944	$0.2 \times 0.7284 \approx 0.15$	0.04	0.92
24	0.0883	$0.24 \times 0.7284 \approx 0.17$	0.02	0.48
25	0.0124	0	0	0
26	0.0005	0	0	0
27	0	0	0	0
合计 Total		$\sum l_x m_x = 12.27$	$\sum X l_x m_x = 249.93$	

表 5 椰心叶甲啮小蜂实验种群生命表
Table 5 Experiment population life table of *T. brontispae*

虫态 Stage of insect	发育历期 Duration(d)	存活虫数 Survival	各虫期存活率(%) Survival rate of respective stage
卵 Egg	3.0	18.87 ± 5.32	SE = 0.9184
幼虫 Larva	5.2	17.33 ± 8.65	SL = 0.9521
蛹 Pupae	9.3	16.5 ± 5.29	SP = 0.9818
成虫 Adult	啮出前期 Day before emergence	1.5	16.2 ± 7.96
	出蜂率 Emergence ratio		EA = 0.9
	单雌产卵量 Average eggs oviposited per ale (FPF)		23.78
	雌虫比率 Female ratio (P ♀)		0.7284
	* $\sum P_{fd}(S_{Aa})^d$		0.9301
种群趋势指数 Index of population trend: $S_E S_L S_P E_A F P_F P_{\varphi} \sum P_{fd}(S_{Aa})^d = I$		12.45	

* P_{fd} 为雌虫逐日产卵量占总产卵量的概率 = [0.0892 0.4458 0.3978 0.0395 0.0084 0.0101 0 0 0]

$(S_{Aa})^d$ 为雌虫逐日存活率 = [1.00 0.98 0.90 0.80 0.54 0.30 0.14 0.04 0]

$P_{fd}(S_{Aa})^d = [0.0892 \ 0.4369 \ 0.3650 \ 0.0315 \ 0.0046 \ 0.0029 \ 0 \ 0 \ 0]$

d 为成虫啮出后天数 ($d = 1, 2, 3, \dots, 9$)

$P_{fd} = [0.0892 \ 0.4458 \ 0.3978 \ 0.0395 \ 0.0084 \ 0.0101 \ 0 \ 0 \ 0]$, its means the ratio of daily oviposition to total oviposition of a lifetime.

$(S_{Aa})^d$: The survival ratio of female in every day.

$P_{fd}(S_{Aa})^d = [0.0892 \ 0.4369 \ 0.3650 \ 0.0315 \ 0.0046 \ 0.0029 \ 0 \ 0 \ 0]$

D : Day after emergence ($d = 1, 2, 3, \dots, 9$)

$$\begin{aligned}
 R_0 &= \sum l_x m_x \\
 &= S_E S_L S_P E_A (S_{Aa}^1) m_{A1} + S_E S_L S_P E_A (S_{Aa}^2) m_{A2} + \dots + S_E S_L S_P E_A (S_{Aa}^x) m_{Ax} \\
 &\quad [\text{因: } l_x = S_E S_L S_P E_A (S_{Aax})] \\
 &= S_E S_L S_P E_A [(S_{Aa}^1) m_{A1} + (S_{Aa}^2) m_{A2} + \dots + (S_{Aa}^x) m_{Ax}] \\
 &= S_E S_L S_P E_A [(S_{Aa}^1) F P_F P_{\varphi} P_{f1} + (S_{Aa}^2) F P_F P_{\varphi} P_{f2} + \dots + (S_{Aa}^x) F P_F P_{\varphi} P_{fx}] \\
 &\quad [\text{因: } m_x = F P_F P_{\varphi} P_{fx}] \\
 &= S_E S_L S_P E_A F P_F P_{\varphi} [(S_{Aa}^1) P_{f1} + (S_{Aa}^2) P_{f2} + \dots + (S_{Aa}^x) P_{fx}] \\
 &= S_E S_L S_P E_A F P_F P_{\varphi} \sum P_{fd}(S_{Aa})^d = I
 \end{aligned}$$

通过以上推理可见,在生命表的组建过程中当考虑到成虫的逐日存活率与逐日产卵率因素后,种群趋势指数与种群生殖力表中的净增殖力概念即为同一指标,因此这两个概念应该合并以避免混淆。

庞雄飞认为对于成虫历期较长的昆虫,其成虫的逐日死亡率是一个不可忽视的因素。成虫逐日存活率与逐日产卵概率的乘积之和组成下代预计卵量概率,对稻飞虱种群生态系统的研究有一定帮助^[16]。本文作者认为,成虫逐日存活率与逐日产卵概率的忽视会导致种群趋势指数的偏大估计,成虫历期越长偏差越大。如果成虫逐日存活率与逐日产卵概率被忽视,则计算种群趋势指数的公式 $I = S_E S_L S_P E_A F P_F P_{\varphi} \sum P_{fd}(S_{Aa})^d$ 中的 $\sum P_{fd}(S_{Aa})^d$ 被武断的认为是 1。然而在成虫寿命大于等于 2d 的昆虫中 $\sum P_{fd}(S_{Aa})^d$ 肯定是小于 1 的。

$$\begin{aligned}
 \text{因为: } \sum P_{fd}(S_{Aa})^d &= (S_{Aa}^1) P_{f1} + (S_{Aa}^2) P_{f2} + \dots + (S_{Aa}^x) P_{fx} \\
 &= P_{f1} + P_{f2} + \dots + P_{fx} \quad [\text{在 } S_{Aa}^d \text{ 都为 1 的时候}] = 1
 \end{aligned}$$

而事实上,在成虫寿命大于等于 2d 时 $(S_{Aa})^d$ 必然随着时间的延长而小于 1。因此,在以昆虫虫期或以作用因子组建的生命表中,必须考察成虫的逐日存活率与逐日产卵概率,这样才是科学的。

References:

- [1] Papua New Guinea cocoa & coconut Research Institute, Rabaul, ENBP, Papua New Guine, 2002.

- [2] Waterhouse D F, Norris K R. Biological control: Pacific prospects. Melbourne, Australia: Inkata Press, 1987.
- [3] Fenner T L. Palm leaf beetle. Agnote 371/No. A3. Formerly Quarantine Branch, Darwin, 1996.
- [4] Baringbing B, Karmawati E. Effects of diflubenzuron on the coconut pest *Brontispa longissima* Gestro and its parasite, *Tetrastichus brontisnae* Fer. Industrial Crops Research Journal, 1992, 4(2):40—43.
- [5] Voegelé J M. Biological Control of *Brontispa longissima* in western Samoa: An Ecological and Economic Evaluation. Agr Eco and Environment, 1989, (27):315—329.
- [6] Anonymous. Biological control of the coconut frond beetle (*Brontispa longissima* Gestro) with the parasite *Tetrastichodes brontispae*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan (leaflet number 05.57.21.12.85), Jakarta, Indonesia, 1985, 8.
- [7] Chiu S C, Chen B H. Introduction, propagation and liberation of a pupal parasitoid, *Tetrastichus brontispae*, for the control of the coconut leaf beetle in Taiwan. Journal of Agricultural Research of China, 1985,34(2): 213—222.
- [8] Chiu S C, Chen Z C, Chou L Y, Chou K C, Chen C M. Biological control of coconut leaf beetle in Taiwan. Journal of Agricultural Research of China,1988, 37(2):211—219.
- [9] Zhou X, Huang G D, Ma Z L, et al. Host Preference, Suitability and Functional Response of *Tetrastichus brontispae* Fer. (Hymenoptera: Eulophidae). Chinese Journal of Tropical Crops, 2006, 27(2):74—77.
- [10] Zhou X, Li S P, Ma Z L, et al. A study on threshold temperature and effective accumulated temperature for the development of *Tetrastichus brontispae* Ferrière (Hymenoptera: Eulophidae). Natural Enemies of Insects, 2006, 28(1):8—12.
- [11] Lv B Q, Peng Z Q, Xu C A, et al. Biological characteristics of *Tetrastichus brontispae* Ferrière (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispididae). Acta Entomologica Sinica, 2006, 49(4): 643—649.
- [12] Ma Z L, Zhao S L, Qing W Q, et al. The dispersal distance test of *Tetrastichus brontispae* in the field, a natural enemy of coconut leaf beetle, *Brontispa longissima*. Chinese Journal of Biological Control, 2006, 22(supp):11—13.
- [13] Huang S S, Dai Z Y, Wu D Z. The establishment and application of *Trichogramma* population life table. Plant Protection Journal, 1996,23(3): 209—212.
- [14] Pang X F, Liang G W. The methods to establish the life table of insect. In: Pang X F, Liang G W. The System Control of Pests Population. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 1995. 15—30.
- [15] Xu C T, Huang S H, Liu W H. Establishment and analysis of laboratory population life table of *Trichogramma dendrolimi* developed on *Antherea pernyi* egg. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(11):1947—1950.
- [16] Pang X F, Hou R H, Bao H L. Establishment of nature population life table of *Nilaparvata lugens* Journal of South China Agriculture College, 1992, 13(1):1—5.

参考文献:

- [9] 周祥, 黄光斗, 马子龙, 等. 椰心叶甲啮小蜂对寄主的选择性、适合性和功能反应. 热带作物学报, 2006, 27(2):74~77.
- [10] 周祥, 李世平, 黄光斗, 等. 椰心叶甲啮小蜂发育起点温度与有效积温研究. 昆虫天敌, 2006, 28(1):8~12.
- [11] 吕宝乾, 彭正强, 许春嵩, 等. 椰心叶甲蛹寄生蜂——椰心叶甲啮小蜂的生物学特性. 昆虫学报, 2006, 49(4):643~649.
- [12] 马子龙, 赵松林, 覃伟权, 等. 椰心叶甲的天敌——椰心叶甲啮小蜂在田间扩散距离测定. 中国生物防治, 2006, 22(增):11~13.
- [13] 黄寿山, 戴志一, 吴达璋. 赤眼蜂实验种群生命表的编制与应用. 植物保护学报, 1996,23(3): 209~212.
- [14] 庞雄飞, 梁广文. 昆虫生命表方法. 见: 庞雄飞, 梁广文主编. 害虫种群系统的控制. 广东:广东科技出版社, 1995. 15~30.
- [15] 徐春婷, 黄寿山, 刘文惠, 等. 柞蚕卵繁殖赤眼蜂实验种群生命表的编制与分析. 应用生态学报, 2003, 14(11):1947~1950.
- [16] 庞雄飞, 候任环, 包华理. 褐稻虱自然种群生命表的组建方法. 华南农学院学报, 1992, 13(1):1~5.