

人工卵繁殖赤眼蜂实验种群生命表的研究

徐春婷¹, 黄寿山^{2*}, 刘文惠³, 韩诗畴³, 陈巧贤³, 罗莉芬³, 李丽英³

(1. 青岛出入境检验检疫局, 青岛 266500; 2. 华南农业大学资环学院昆虫生态研究室, 广州 510642; 3. 广东省昆虫研究所, 广州 510260)

摘要:借助德国 WILD 公司生产的实体解剖镜(WILD N8), 采用解剖法, 统计赤眼蜂幼期存活率与成虫生殖力数据, 编制了松毛虫赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂在人工卵上繁殖的实验种群生命表。结果表明, 以人工卵作为寄主繁殖松毛虫赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂其实验种群对米蛾卵的寄生能力较强, 内禀增长率 r_m 分别为 0.2442 和 0.3159, 而松毛虫赤眼蜂比拟澳洲赤眼蜂更适于以人工卵作为寄主进行连代繁殖。松毛虫赤眼蜂在人工卵上单雌平均产卵量为 61.5 粒, 卵、幼虫、蛹等幼期各期存活率分别为 1.00、0.7020、0.9431; 羽化率为 0.7387。拟澳洲赤眼蜂在人工卵上繁殖 1 代, 利用米蛾卵测其单雌平均产卵量为 104.2 粒, 在人工卵内蜂卵、幼虫、蛹等幼期各期存活率分别为 1.00、0.6454、0.9383; 羽化率为 0.7276。

关键词:生命表; 存活率; 生殖力; 种群趋势指数

The establishment and analysis of the experimental population life table about *Trichogramma* spp reproduced on artificial eggs

XU Chun-Ting, HUANG Shou-Shan, LIU Wen-Hui, HAN Shi-Chou, CHEN Qiao-Xian, LI Li-Ying (1. Huangdao Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau of the People's Republic of China, Qingdao 266500; 2. South China Agricultural University, Guangzhou 510642; 3. Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(10): 2195~2198.

Abstract: The experimental population life tables of *Trichogramma dendrolimi* Matsumura and *T. confusum* reproduced in the artificial eggs were established by calculating the fecundity and survival rate of *Trichogramma* by right of the Substantially Microscope (WILD N8). The result shows that the parasitizing capacity of *Trichogramma* population reared in artificial eggs is good. The intrinsic rate of natural increase (r_m) of them are 0.2442 and 0.3159 and the former is adapter to being continuously reared in artificial eggs than the latter. For *T. dendrolimi* Matsumura, the average number of eggs layed per female in artifical eggs is 61.5, and the survival rate of egg, larvae and pupae 1.00, 0.7020, and 0.9431, respectively. Emergence rate is 0.7387. While for *T. confusum*, the average eggs one parasite lay in eggs of *Coccyra cephalonica* is 104.2, and the survival rate of egg, larvae and pupae 1.00, 0.6454, 0.9383, respectively. Emergence rate is 0.7276.

Key words: *Trichogramma*; life table; fecundity; survival rate; population trend index

文章编号: 1000-0933(2003)10-2195-04 中图分类号: Q968.1 文献标识码: A

赤眼蜂实验种群生命表参数可作为繁蜂品质的指标, 反映蜂群的品质^[1]。有关利用生命表方法对大卵

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39870439; 39970512; G2000162209)

收稿日期: 2002-05-28; **修订日期:** 2003-06-20

作者简介: 徐春婷, (1977~), 女, 山东省郓城人, 硕士, 主要从事害虫生物防治研究; E-mail: xuchting@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: sshuang@scau.edu.cn

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 39870439; 39970512; G2000162209)

Received date: 2002-05-28; **Accepted date:** 2003-06-20

Biography: XU Chun-Ting, Master, main research field: biological control of pests. E-mail: xuchting@163.com

(柞蚕卵 *Antherea pernyi*、人工卵等)繁殖品质进行评价国内外尚鲜见报道^[1~3]。曾经开展了大卵繁殖赤眼蜂实验种群生命表的研究,编制了松毛虫赤眼蜂(*Trichogramma dendrolimi* Matsumura)在柞蚕卵上繁殖的实验种群生命表。本文在大卵繁殖赤眼蜂实验种群生命表组建的基础上,编制了人工卵繁殖松毛虫赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂(*T. confusum*)实验种群生命表,有关人工卵繁殖实验种群生命表的编制尚属首次报道。

1 生命表的编制

1.1 材料与主要仪器

蜂种:松毛虫赤眼蜂(*Trichogramma dendrolimi* Matsumura),拟澳洲赤眼蜂(*T. confusum*)。

人工寄主卵:卵液配方采用广东省昆虫所刘文惠等研制的人工饲料配方^[4],即:柞蚕蛹血淋巴 40%、10%麦乳精 30%、鸡蛋黄 20%、无机混合盐 10%。

卵壳材料:聚乙烯和聚丙烯;直径大小:3 mm;每粒卵含营养液:9.3980 mg。

制作方法:采用 Chen Qiao-xian 介绍的人工卵制作方法^[5]。

仪器及工具:德国 WILD 公司生产的实体解剖镜(WILD N8)(最大放大倍数为 $50 \times 15 = 750$)、吸管和玻片等。

1.2 方法

参照浙江省林业科学研究所有关人工接蜂适宜蜂卵比例研究结果^[6],本文的接蜂蜂卵比为:松毛虫赤眼蜂接蜂蜂卵比例采用 3:1,单管单粒卵接 3 头雌蜂;而拟澳洲赤眼蜂采用群体接蜂,蜂数要达到 100 头左右。两种蜂种接蜂,控制接蜂时间都为 24h。

实验采用解剖法统计幼期存活率和成蜂生殖力。由于赤眼蜂卵小,又产于寄主卵内,难于观察并鉴别各种虫态,本试验调查虫年龄间隔 X 松毛虫赤眼蜂以 3d 为单位,而拟澳洲赤眼蜂以 1d 为单位;调查虫态设定为卵、幼虫、蛹与成蜂^[7]。

1.2.1 存活率测定 在直径 1 cm,长 5.5 cm 的玻璃管管壁内用细毛笔划适量蜂蜜,然后引入羽化经过交尾的雌蜂 4 头,提供 1 粒新鲜人工卵;置于恒温 26℃、湿度 75%条件下,控制接蜂 24h。按发育进行顺序,以接蜂当日为生命表 X 的起点。

实验设 20 个重复,20 粒卵中,10 个用于解剖观察赤眼蜂的产卵数作为产卵基数;10 个用于观察最后出蜂数及其性比,并在羽化全部结束后解剖人工卵统计赤眼蜂的死亡幼虫数及死亡蛹数,并计算赤眼蜂幼期各期存活数。(死亡幼虫与死亡蛹的辨别以有否红眼睛为准)。

1.2.2 生殖力测定

(1)人工卵繁殖松毛虫赤眼蜂其生殖力资料的测定 选上述 1 或多粒被寄生的人工卵将其同一时刻所羽化的成蜂引出,1 管 1 蜂置于直径 1 cm,长 5.5 cm 的指形管内并进行编号,提供蜜糖水与 1 粒柞蚕卵;置于恒温 26℃条件下,每日按时检查 1 次成蜂存活情况,同时为存活赤眼蜂隔 3d 更换 1 次新作人工卵,并及时解剖观察统计卵内赤眼蜂产卵量。

(2)人工卵繁殖拟澳洲赤眼蜂生殖力资料的测定 按(1)人工卵繁殖松毛虫赤眼蜂其生殖力资料的测定方法,人工卵繁殖赤眼蜂羽化后连续 4d 以人工卵接蜂并每天解剖观察,发现没有蜂卵寄生。为此,作者重新以人工卵繁殖拟澳洲赤眼蜂,出蜂后以米蛾卵接蜂测定其生殖力,方法同黄寿山关于米蛾卵繁殖赤眼蜂实验种群生命表的编制方法^[1]。

2 生命表参数的计算

2.1 人工卵繁殖松毛虫赤眼蜂实验种群生命表参数

净生殖力 $R_0 = \sum l x_i m x_i = 28.34$; 平均世代历期 $T = \left\{ \sum x l x_i m x_i / \sum l x_i m x_i \right\} \times 3 = 13.66$ (d); 内禀增长率 $r_m = (\ln R_0) / T = 0.2448$; 周限增长率 $\lambda = e^{r_m} = 1.2774$; 雌性比率 $P_f = 0.9074$; 平均单雌产仔蜂数 $R_0' = R_0 / P_f = 31.27$; 种群趋势增长指数^[8,9] $I = S_E S_S S_L S_P S_A F P_F P_f = 0.7020 \times 0.9431 \times 0.7387 \times 61.5 \times 0.9074 = 27.30$; 内禀增长率 $r_m = (\ln R_0) / T = 0.2421$; 周限增长率 $\lambda = e^{r_m} = 1.2739$ 。生殖力表见表 1,生命表见表 3。

2.2 人工卵繁殖拟澳洲赤眼蜂实验种群生命表参数

生殖力 $R_0 = \sum l_x m_x = 40.62$; 平均世代历
期 $T = \sum x l_x m_x / \sum l_x m_x = 11.64$; 内禀增
长率 $r_m = (\ln R_0) / T = 0.3182$; 周限增长率 $\lambda = e^{r_m}$
 $= 1.3747$; 雌性比率 $P_f = 0.8838$; 平均单雌产仔
蜂数 $R_0' = R_0 / P_f = 46.59$; 种群趋势增长指数 I
 $= S_E S_S S_L S_P S_A F P_f P_f = 0.6454 \times 0.9383 \times 0.72761$
 $\times 104.2 \times 0.8838 = 40.57$; 内禀增长率 $r_m =$
 $(\ln R_0) / T = 0.3181$; 周限增长率 $\lambda = e^{r_m} = 1.3746$ 。
生殖力表见表 2。生命表见表 4。

3 结论与讨论

生殖力资料的测定中,在人工卵上繁殖 1 代的
拟澳洲赤眼蜂须在米蛾卵上才能继续产卵繁殖,而
松毛虫赤眼蜂可以继续人工卵上产卵繁殖,表明:
松毛虫赤眼蜂比拟澳洲赤眼蜂更适于以人工卵作为
寄主进行一定代数的连代繁殖,松毛虫赤眼蜂是以
人工卵作为寄主繁殖较为成功的蜂种。

松毛虫赤眼蜂在人工卵上单雌平均产卵量为
61.5 粒,只有 49.81% 的蜂卵能正常发育至成蜂。拟
澳洲赤眼蜂在人工卵上繁殖 1 代,利用米蛾卵测其
单雌平均产卵量为 104.2 粒,而在人工卵中只有
44.06% 正常发育至成蜂。而以小卵(如:米蛾卵)繁
殖赤眼蜂时,90% 以上的寄生卵是一卵(寄主卵)一
蜂,而且几乎是 100% 出蜂,幼期死亡率可忽略不
计;从而以米蛾卵变黑数(寄生数)作为赤眼蜂产卵
量,统计其生殖力^[1],也等同于子代出蜂数。分别以
人工卵、柞蚕卵和米蛾卵繁殖赤眼蜂存活率曲线如
图 1。也就是说,赤眼蜂在以人工卵作为寄主繁殖
时,以较高的产仔量和较大的死亡率维持种群,其生
态对策也由以小卵作为寄主时的 K-对策而相应的变
为 r-对策。较高的死亡率也并不是此人工卵所特有的
弱点,这可能是大寄主卵(包括自然寄主卵)繁殖所存
在的一种普遍现象*;作者编制大卵繁殖松毛虫赤眼蜂
生命表,出蜂率为 70.82% (<100%),幼期死亡率达
30%,也说明了这一论点。

松毛虫赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂在人工卵上繁殖的
实验种群生命表参数表明:以人工卵作为寄主繁殖松
毛虫赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂,实验种群的寄生能力较
强,内禀增长率 r_m 分别为 0.2442 和 0.3159;而柞蚕卵
繁殖松毛虫赤眼蜂实验种群内禀增长率 r_m 为 0.3534。
人工卵繁殖赤眼蜂实验种群幼期较高的死亡率导致其

表 1 人工卵繁殖松毛虫赤眼蜂实验种群生殖力表

Table 1 Experimental population fecundity table of
Trichogramma dendrolimi Matsumura reared in artificial
eggs

X	l_x	m_x	$l_x m_x$	$X l_x m_x$
1	}	幼稚期 cubhood		
...				
4		0.4891	31.31	15.31
5		0.4891	22.28	10.90
6		0.3435	4.61	1.58
7		0.1164	4.75	0.55
8		0	0	0
合计 sum		$\sum l_x m_x = 28.34$	$\sum X l_x m_x = 129.07$	

表 2 人工卵繁殖拟澳洲赤眼蜂实验种群生殖力表

Table 2 Experimental population fecundity table of
Trichogramma confusum reared in artificial eggs

X	l_x	m_x	$l_x m_x$	$X l_x m_x$
1	}	幼稚期 cubhood		
...				
10		0.4406	38.36	16.90
11		0.4406	18.12	7.98
12		0.4406	12.55	5.53
13		0.4406	8.21	3.34
14		0.3184	8.21	2.61
15		0.2203	9.01	1.98
16		0.2203	4.24	0.93
17		0.1762	3.31	0.23
18		0.0881	4.68	0.41
19		0.0881	4.86	0.43
20		0.0441	1.77	0.08
21		0.0441	4.42	0.20
22		0	0	0
合计 sum		$\sum l_x m_x = 40.62$	$\sum X l_x m_x = 472.94$	

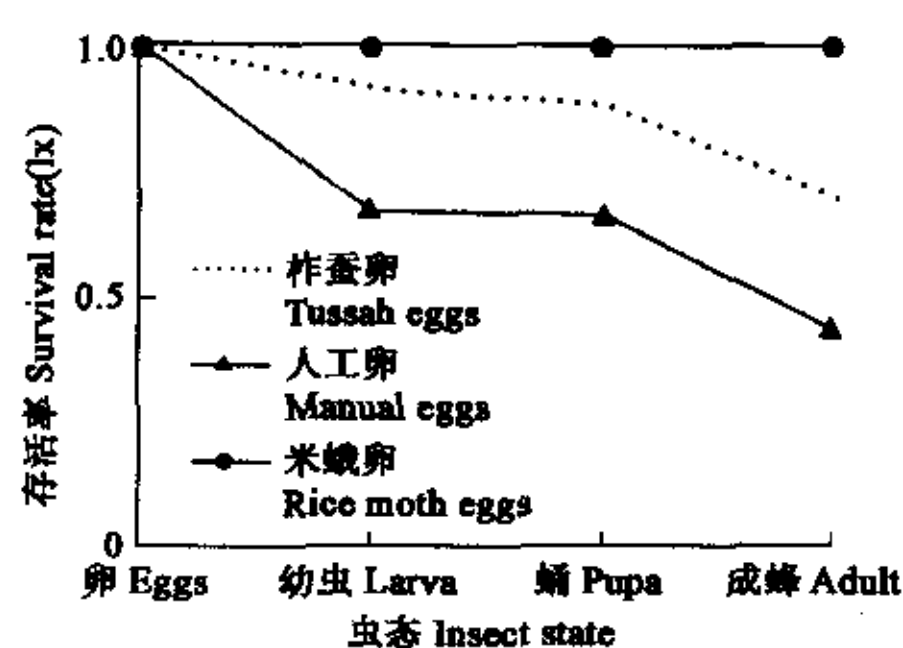


图 1 不同寄主卵繁殖赤眼蜂的存活曲线

Fig. 1 The survival ratio curve of *Trichogramma*
reproduced in different host eggs

* 湖北省赤眼蜂人工寄主卵研究协作组。松毛虫赤眼蜂在人工寄主卵上生殖效应的研究。松毛虫赤眼蜂人工寄主
卵研究技术文件。1983. 142~146。

内禀增长率 r_m 也大大降低,说明此人工卵还需从卵液的配方,卵膜材料,卵粒的大小等方面继续改善,以繁殖更多优质的赤眼蜂种群,适应农业生产害虫生物防治中对赤眼蜂的大量需要。

表 3 松毛虫赤眼蜂在人工卵上繁殖的实验种群生命表

Table 3 Experimental population life table of *Trichogramma dendrolimi* Matsumura reared in artificial eggs

虫态 Stage of insect	历期 Duration(d)	存活数 Survival	各虫期存活率 Survival rate of respective stage
卵 ^①	1	138.00±28.91	$S_E=1.00$
幼虫 ^②	2	96.88±7.66	$S_S S_L=0.7020$
蛹 ^③	7	91.37±7.74	$S_P=0.9431$
成虫 ^④		67.50±7.27	
羽化率 ^⑤			$S_A=0.7387$
单雌平均产卵量 ^⑥			$FP_f=61.50$
雌虫比率 ^⑦			$P_{\bar{f}}=0.9074$
种群趋势指数 ^⑧ (I)			$I=S_E S_S S_L S_P$ $S_A F P_f P_{\bar{f}}$ $=27.29$

①Egg, ②Larva, ③Pupae, ④Adult, ⑤emergence ratio, ⑥Average eggs oviposited per female, ⑦female ratio, ⑧index of population trend

表 4 拟澳洲赤眼蜂在人工卵上繁殖的实验种群生命表

Table 4 Experimental population life table of *Trichogramma confusum* reared in artificial eggs

虫态 Stage of insect	历期 Duration(d)	存活数 Survival	各虫期存活率 Survival rate of respective stage
卵 ^①	1	138.20±31.40	$S_E=1.00$
幼虫 ^②	2	89.20±6.86	$S_S S_L=0.6454$
蛹 ^③	7	83.7±5.29	$S_P=0.9383$
成虫 ^④		60.90±11	
羽化率 ^⑤			$S_A=0.7276$
单雌平均产卵量 ^⑥			$FP_f=104.20$
雌虫比率 ^⑦			$P_{\bar{f}}=0.8838$
种群趋势指数 ^⑧ (I)			$I=S_E S_S S_L$ $S_P S_A F P_f P_{\bar{f}}$ $=40.58$

①Egg, ②Larva, ③Pupae, ④Adult, ⑤emergence ratio, ⑥Average eggs oviposited per female, ⑦female ratio, ⑧index of population trend

References:

- [1] Huang S S. The establishment and application of *Trichogramma* population life table. *Plant Protection Journal*, 1996, 23(3):209~212.
- [2] Nordlund D A, Wu Z X, and Greenberg SM. In vitro rearing of *Trichogramma minutum* Riliy (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for ten generations, with quality assessment comparisons of in vitro and in vivo reared adults. *Biological Control*, 1997, 9(3): 201~207.
- [3] O'neil -R J, Giles -K L, Obrycki -J J, et al. Evaluation of the quality of four commercially available natural enemies. *Biological-Control: -Theory-And-Applications-In -Management (USA)*. 1998, 11(1):1~8.
- [4] Liu W H, Xie Z N, Xiao G F. The study of *Trichogramma* in vitro: (1) culture fluid and some problems in vitro. *Plant Protection Journal*, 1979, 6(2):17~24.
- [5] Chen Qiao-xian. Techniques of in vitro rearing egg-parasites. Refer to: LI, LI-YING. Parasitoids and predators (insecta) of agricultural and forestry arthropod pests. The first edition. Guangzhou: Guangdong high education publishing company, 1997. 338~339.
- [6] Zhejiang Forest Science Research Institute. Biology of *Trichogramma dendrolimi* Matsura and the study of it's host eggs of *Antheraea pernyi* Gurin-mneville. *Entomological Knowledge*, 1974, 11(3):28~31.
- [7] Li C Y. The individual development of *Trichogramma evanesens* Westw. and it's influence on the embryo development of *Attacus cyathia ricini* boisd. *Ent Jou.*, 1961, 10(4~6):340~354.
- [8] Morris R F. Predictive population equations based on key-factors. *Mem. Ent. Soc. Can.*, 1963, 32: 16~21.
- [9] Watt K E F. Mathematical population models for five agricultural crop pests. *Mem. Can. Ent. Soc.*, 1963, 32: 83~91.

参考文献:

- [1] 黄寿山. 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.
- [4] 刘文惠, 谢中能, 肖国凡等. 赤眼蜂体外培育研究: (一) 培养液及其体外培育中的一些问题. 植物保护学报, 1979, 6(2):17~24
- [6] 浙江省林业科学研究所. 松毛虫赤眼蜂生物学及其寄主柞蚕卵的研究. 昆虫知识, 1974, 11(3): 28~31.
- [7] 利翠英. 赤眼蜂 *Trichogramma evanesens* Westw. 的个体发育及其对于寄主蓖麻蚕 *Attacus cyathia ricini* boisd. 胚胎发育的影响. 昆虫学报, 1961, 10(4~6): 340~354.