

温湿度对野蚕黑卵蜂实验种群动态的影响*

陈品南** 胡 萃 程家安

(浙江农业大学植保系, 杭州)

摘 要

六种温度、五种相对湿度的不同组合试验结果表明, 温度对野蚕黑卵蜂的个体发育及雌蜂第一天产仔数均有显著影响, 而相对湿度对其影响则不显著。发育速率与温度间呈 logistic 曲线关系, 雌、雄野蚕黑卵蜂的发育起点温度分别为12.3℃和12.2℃, 有效积温分别为221.2日度和222.2日度。不同温度下的生命生殖力表研究表明, 野蚕黑卵蜂产卵量高, 内禀增长力大, 理论稳定年龄组配中, 未成熟期所占比例均超过95%。24—28℃、RH80—90%是大量繁殖的最适条件。

关键词: 野蚕黑卵蜂, 发育速率, 生命生殖力表, 内禀增长力, 理论稳定年龄组配。

温、湿度是组成昆虫生活环境的基本要素, 不仅对昆虫的生长发育有重要影响, 而且还影响其寿命、产卵量、产卵速率, 从而影响昆虫种群数量变动^[1,2]。事实上, 昆虫生态学领域内的相当一部分工作就集中在这些方面^[3,4]。近年来, 关于温、湿度对昆虫实验种群生长影响的报道较多, 但集中在害虫上^[1,5-7], 对天敌昆虫报道尚少。

野蚕黑卵蜂(*Telenomus theophae* Wu et Chen)是我国桑园主要害虫野蚕(野桑蚕)(*Bombyx mandarina* Moore)卵期的优势寄生天敌^[8]。为了揭示温湿度对野蚕黑卵蜂生长发育、存活、繁殖及种群数量增长的影响, 探讨室内大量繁殖的适宜条件, 进行了本研究。

一、材料与方 法

1. 材料

野蚕黑卵蜂: 1989年4月上旬从浙江省湖州市郊采集越冬代野蚕卵, 野蚕黑卵蜂羽出后繁殖3—5代备用。

家蚕卵: 品种为黄龙, 卵产下后不超过12小时即保存于-2℃冰箱中备用。

2. 方法

(1) 温、湿度对生长发育的影响

在恒温18、22、24、26、28、30℃下, 家蚕卵分别听任野蚕黑卵蜂寄生24小时后, 放入1.6×6cm的指形管中。然后将指形管放入由不同浓度 KOH溶液调控, 相对湿度分别为50%、61%、69%、80%、90%的干燥器中, 再将干燥器置于原温度的生化培养箱内(L:D=14:10)。

* 国家自然科学基金资助项目。

**现在杭州市农业局工作

本文于1990年9月12日收到。

待子蜂羽化后每日9时及21时观察记录羽化的雌雄蜂数,计算发育历期。采用三点法和李典谟等的方法^[9],拟合 logistic 曲线,计算发育起点温度和有效积温。

(2) 温湿度对雌蜂第一天产仔数及子蜂性比的影响

将上述六种温度、相对湿度61%和90%条件下羽化出的雌雄蜂分别集中交尾,同时喂以20%蜂蜜水24小时。然后各取健壮雌蜂10—15头,单头移入 $1.6 \times 6\text{cm}$ 指形管,同时接入家蚕卵30粒左右,置于24℃下,24小时后取出。待子蜂羽化后考查数量及性比,并进行方差分析及 F 检验。

(3) 生命生殖力表

i 恒温 取恒温20、24、28℃,相对湿度80%下育出,经分别集中交尾并喂20%蜂蜜水24小时的健壮雌蜂15—20头,移入编号的指形管中,同时放入相应编号的家蚕卵(约30粒)及蘸有20%蜂蜜水的海绵一块。前10天每天更换家蚕卵,10天后隔天更换一次,海绵则始终隔天更换。每日记录蜂的死亡情况,直到全部死亡。更换出的家蚕卵放在原条件下饲养,待子蜂羽化后考查雌雄蜂数量。

ii 自然变温 8月中旬至9月中旬,在田间养虫室内进行。方法同上。

最后,按照 Birch^[10]、Andrewartha 等^[11] 及林昌善^[12] 的方法,组建恒温 and 自然变温下的生命生殖力表,并计算有关参数。

二、结 果

1. 温湿度对生长发育的影响

野蚕黑卵蜂发育速率与温度呈 logistic 曲线关系(图1)。

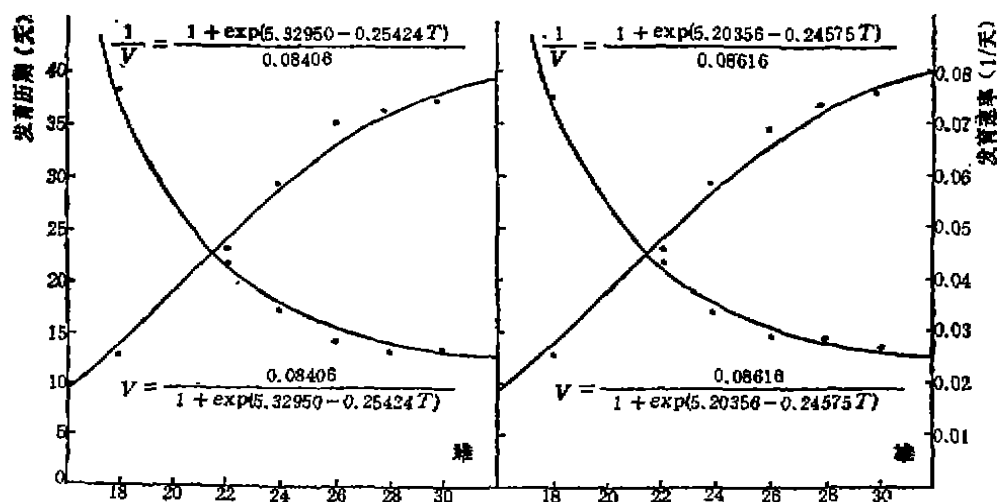


图1 野蚕黑卵蜂发育速率与温度的logistic曲线(RH80%)

Fig.1 The logistic curves of *T. theophilae* development rate and temperature (RH 80%)

从图1可知,温度对雌雄蜂的个体发育有极明显的影响。发育速率随温度升高而加快;在相同温度下,发育速率随相对湿度升高而加快。在不同温湿度组合中,发育速率随温度升高、相对湿度增加而加快。在相同温湿度条件下,雄蜂的发育速率稍大于雌蜂,但差异不

显著。

根据上述试验结果, 计算得各相对湿度下雌、雄蜂的发育起点温度平均值分别为 12.3°C 和 12.2°C , 有效积温平均值分别为 221.2 日度和 222.2 日度。

2. 温湿度对雌蜂第一天产仔数及子蜂性比的影响

温度对雌蜂第一天产仔数有显著影响, 结果见表1。24及 26°C 下雌蜂第一天产仔数显著高于其他温度, 24与 26°C 间则差异不显著。相对湿度对第一天产仔数影响不显著。温湿度对子蜂性比影响亦不显著。

3. 生命生殖力表

(1) 温度对成蜂产卵和存活的影响

不同温度下野蚕黑卵蜂的成虫寿命、产卵速率及总产卵量见图2。

从图2可知, 24°C 下蜂平均产卵量及产

表1 不同温度下雌蜂第一天产仔数的差异显著性

Table 1 The different significance of progeny numbers produced by the females in the first day

温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	平均产仔数	差异显著性	
		5 %	1 %
24	11.9600	a	A
26	10.9100	ab	A
22	9.8000	b	AB
28	9.4550	b	ABC
18	6.6661	c	BC
30	6.4550	c	C

表中数据为RH61%和90%条件下的平均值

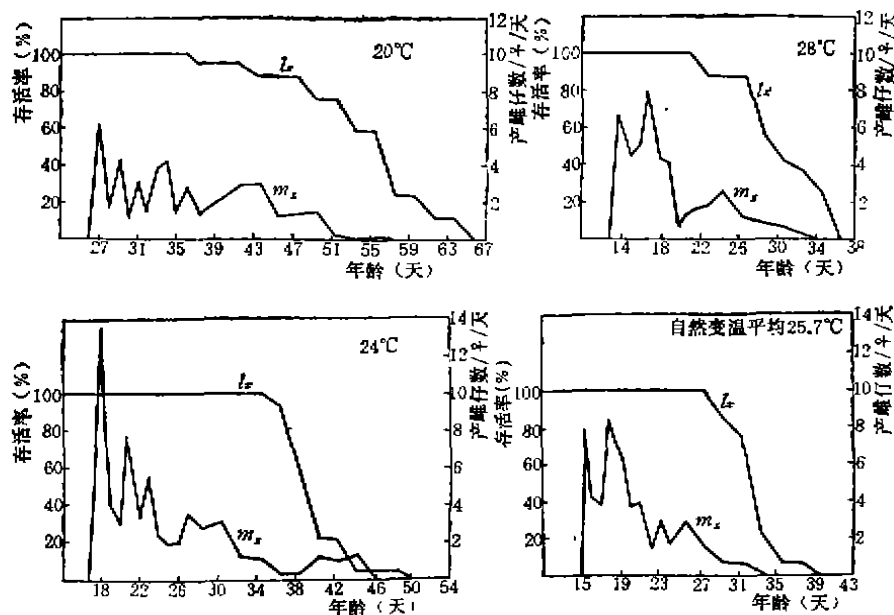


图2 不同温度下蜂的年龄特征存活率 L_x 和年龄特征产雌数 m_x 曲线

Fig.2 Age-specific survival and fertility rates of *T. theophilae* at different temperatures

卵速率最大。成虫寿命随温度升高而缩短, 蜂个体死亡主要集中在后期。

(2) 内禀增长力

野蚕黑卵蜂实验种群的生命生殖力表以 24°C 为例, 列如表2。由表可算得 $R_0 = 67.2460$, $T = 24.3067$, $r_m = 0.1731$, $\lambda = 1.1890$, $t = 4.0035$ 。亦即, 实验种群在 24°C , 成虫喂以20%蜂蜜水条件下, 将逐日以1.1890倍的速率不断作几何级数增长, 每隔4.0035天, 种群数量增

表 2 野蚕黑卵蜂的生命生殖力表 (24℃, 成虫喂以20%蜂蜜水)

Table 2 The life and fertility table of *T. theophilae* (24℃, the adults fed with 20% honey-water)

年 龄 x	存活率 l_x	每雌产卵数 m_x	$l_x \cdot m_x$	$x \cdot l_x \cdot m_x$
0—17.0	1.0000	0.0000	0.0000	
18.0	1.0000	13.6471	13.6471	245.6478
19.0	1.0000	4.1176	4.1176	78.2344
20.0	1.0000	3.0000	3.0000	60.0000
21.0	1.0000	7.8824	7.8824	165.5304
22.0	1.0000	3.2363	3.2363	71.1766
23.0	1.0000	5.7059	5.7059	131.2357
24.0	1.0000	2.4118	2.4118	57.8832
25.0	1.0000	1.9412	1.9412	48.5300
26.0	1.0000	2.0588	2.0588	53.5288
27.0	1.0000	3.5882	3.5882	96.8814
28.5	1.0000	5.7647	5.7647	164.2940
30.5	1.0000	6.3529	6.3529	193.7636
32.5	1.0000	2.5882	2.5882	84.1165
34.5	1.0000	2.4706	2.4706	85.2357
36.5	0.9412	0.7500	0.7059	25.7654
38.5	0.5882	0.8182	0.4813	18.5301
40.5	0.2353	2.5000	0.5883	23.8262
42.5	0.2353	2.2500	0.5294	22.4995
44.5	0.0588	3.0000	0.1764	7.8469
46.5	0.0588	0.0000	0.0000	0.0000
48.5	0.0588	0.0000	0.0000	0.0000
50.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Σ			67.2460	1634.5290

净增值率 $R_0 = \Sigma l_x \cdot m_x = 67.2460$ 周限增长率 $\lambda = e^{r_m} = 1.1890$ 种群加倍时间 $t = l_n 2 / r_m = 4.0035$ 内禀增长率 $r_m = l_n R_0 / T = 0.1731$ 世代平均历期 $T = \Sigma x \cdot l_x \cdot m_x / \Sigma l_x \cdot m_x = 24.3067$

加一倍, 每隔一个世代(24.3067天)后, 种群净增加67.2460倍。

根据 Birth^[10] 建议的方程 $\Sigma e^{r_m \cdot x} \cdot l_x \cdot m_x = 1097$, 进一步计算得 r_m 的精确值为 0.19123。

(3) 稳定年龄组配和瞬时出生率、瞬时死亡率

Birth^[10] 认为研究种群增长能力必须考虑该种群的年龄组配。表3列出了稳定年龄组配的计算过程。

根据 Birth^[10] 的方法计算得, 当野蚕黑卵蜂在24℃下, 以 $r_m = 0.1912$ 速率无限增长时, 种群的稳定年龄组配为未成熟期(卵期+幼虫期+蛹期)占96.85%, 成熟期仅占3.15%。这样一个种群, 年幼个体大大多于衰老个体, 预示着未来种群将迅速增长。

根据公式瞬时出生率 $b = \frac{r_m \cdot \beta}{e^{r_m} - 1}$, 瞬时死亡率 $d = b - r_m$, 计算得 $b = 0.3843$, $d = 0.1932$ 。

(4) 种群主要参数比较

由不同温度下野蚕黑卵蜂实验种群的生命生殖力表计算得种群主要参数如表4。

表 3 野蚕黑卵蜂的稳定年龄组配 (24℃, 成虫喂以 20% 蜂蜜水)

Table 3 The theoretical stable age distribution of *T. theophilae* (24℃, the adults fed with 20% honey-water)

年龄组 ($x-x+2$)	存活率 l_x	$e^{-r_m(x+2)}$ *	$l_x \cdot e^{-r_m(x+2)}$	$p_x = 100\beta \cdot l_x \cdot e^{-r_m(x+2)}$
0—1.5	1.0000	0.70566	0.70566	31.79756
1.5—3.5	1.0000	0.61212	0.61212	21.69108
3.5—5.5	1.0000	0.34938	0.34938	14.79816
5.5—7.5	1.0000	0.23835	0.23835	10.09643
7.5—9.5	1.0000	0.16261	0.16261	6.88742
9.5—11.5	1.0000	0.11094	0.11094	4.69892
11.5—13.5	1.0000	0.07568	0.07568	3.20546
13.5—15.5	1.0000	0.05163	0.05163	2.18681
15.5—17.5	1.0000	0.03522	0.03522	1.49176
17.5—19.5	1.0000	0.02403	0.02403	1.01780
19.5—21.5	1.0000	0.01639	0.01639	0.69421
21.5—23.5	1.0000	0.01118	0.01118	0.47353
23.5—25.5	1.0000	0.00763	0.00763	0.32317
25.5—27.5	1.0000	0.00521	0.00521	0.22067
27.5—29.5	1.0000	0.00355	0.00355	0.15036
29.5—31.5	1.0000	0.00242	0.00242	0.10250
31.5—33.5	1.0000	0.00165	0.00165	0.06989
33.5—35.5	1.0000	0.00113	0.00113	0.04786
35.5—37.5	0.9412	0.00077	0.00072	0.03050
37.5—39.5	0.5882	0.00052	0.00031	0.01313
39.5—41.5	0.2353	0.00036	0.00008	0.00339
41.5—43.5	0.2353	0.00024	0.00006	0.00254
43.5—45.5	0.0588	0.00017	0.00001	0.00042
45.5—47.5	0.0588	0.00011	0.00001	0.00042
47.5—49.5	0.0588	0.00008	0.00000	0.00000
49.5—51.5	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000
$\Sigma l_x \cdot e^{-r_m(x+2)} = \frac{1}{\beta} = 2.36097$				100.00299

* $r_m = 0.1912$.96.85260
(未成熟期)3.15039
(成熟期)

从表 4 可知, 日平均产仔数和净增殖率以 24℃ 时最大, 平均发育历期、世代平均周期、种群加倍时间随温度升高而缩短, 内禀增长力、雌性比、瞬时出生率、瞬时死亡率则随温度升高而增大。稳定年龄组配中, 未成熟期均占很高的比例。

三、讨 论

内禀增长力作为昆虫种群的一种特性, 既取决于昆虫的遗传性, 又受环境条件的影响。由于它同时综合了昆虫存活率、发育速率、产卵速率、产卵量等因素对昆虫种群数量变动的影响, 因此, 从理论上说, 它应当比任一单项指标更精确地反映了种群数量的变化情况。

研究昆虫内禀增长力可以为害虫预测预报、合理引进和利用天敌提供依据^[1]。过去人们主张, 作为控制害虫的有效天敌, 其内禀增长力必须超过有关害虫, 这样, 天敌的数量才

表 4 不同温度下,野蚕黑卵蜂种群主要参数

Table 4 The main parameters of *T. theophilae* populations at different temperatures

	恒 温			自然变温
	20℃	24℃	28℃	平均25.7℃
平均发育历期	27.25	17.14	14.25	18.02
世代平均周期T	38.3292	24.3067	18.8040	20.2688
平均每日产仔数(前10天)	3.9706	5.5824	4.3439	5.1385
净增殖率 R_0	55.4127	67.2480	46.5625	56.6922
内 近 似 值 禀 增 长 力 精 确 值	r_m	0.1105	0.1731	0.2043
	λ	1.1168	1.1890	1.2266
	r_m	0.1183	0.1912	0.2218
	λ	1.1256	1.2107	1.2483
种群加倍时间t	6.2728	4.0035	3.3936	3.4780
性 比 (♀:♂)	1:0.3132	1:0.1887	1:0.1611	1:0.1832
瞬时出生率b	0.2675	0.3843	0.4473	0.5362
瞬时死亡率d	0.1492	0.1932	0.2251	0.3214
未成熟期在稳定年龄组配中的比例	95.8366	96.8628	97.3389	98.8978

有可能超过害虫,从而达到控制目的^[13]。但事实上,一种害虫常常有多种天敌;同时,一种天敌也往往不只捕食或寄生一种害虫;并且,天敌在捕食或寄生某一种害虫时,一头天敌可捕食(寄生)多头害虫,也可在一头寄主中产多粒卵。因此,仅用内禀增长力作为评价的标准是不够全面的,必须同时考虑天敌的捕食(寄生)能力等其它因素。

内禀增长力还可作为确定昆虫生长发育最佳条件的指标之一。内禀增长力大,说明环境条件有利于昆虫的生长、繁殖。本试验中,野蚕黑卵蜂的内禀增长力随温度升高而增大,但日平均产仔数、净增殖率则以24℃时为最大。综合考虑内禀增长力、日平均产仔数、净增殖率及不同温度下繁殖所得子蜂的存活能力、寿命等因子,初步认为,野蚕黑卵蜂室内大量繁殖的最佳条件为温度24—26℃、相对湿度80—90%。

参 考 文 献

- [1] 吴坤君等, 1980, 温度对棉铃虫实验种群生长的影响, 昆虫学报 23(4):358—367.
- [2] Andrewartha, H.G., 1971, *Introduction to the study of animal population*, University of Chicago Press.
- [3] 丁岩钦, 1983, 棉盲蝽生态学特性的研究 I. 温度、湿度对棉盲蝽生长发育及地理分布的作用, 植物保护学报 2(3):285—296.
- [4] Philipp, J.S. et al., 1971, Influence of temperature on population growth of pink bollworm, *Ann. Ent. Soc. Am.* 64:334—340.
- [5] 顾海南, 1984, 温度对大螟种群增长的影响, 生态学报 4(3):282—287.
- [6] 胡胜昌等, 1985, 湿度对麦无网长管蚜实验种群生长的影响, 昆虫学报 28(1):36—44.
- [7] 冯炳灿等, 1985, 湿度对白背飞虱种群增长的影响, 昆虫学报 28(4):390—397.
- [8] 梁细弟等, 1989, 野蚕黑卵蜂生物学的调查, 蚕业科学 15(2):95—99.
- [9] 李典滨等, 1988, 快速估计发育起点及有效积温法的研究, 昆虫知识 23(4):184—187.
- [10] Birth, L.C., 1948, The intrinsic rate of natural increase in an insect population, *J. Anim. Ecol.* 17:15—26.
- [11] Andrewartha, H.G. et al. 1954 *The distribution and abundance of animals*, The Chicago University Press.
- [12] 林昌普, 1984, 动物种群数量变动的理论与试验研究 I. 杂拟谷盗 *Tribolium confusum* (H.) 的内禀增长力(r_m)的研究, 动物学报 16(3):323—338.

- [13] White, N.D. et al., 1977, Some aspects of biology and a laboratory life table of the acarine predator, *Zetzellia mali*, *Can. Ent.* 109:1275—1281.

INFLUENCE OF TEMPERATURE AND HUMIDITY ON THE LABORATORY POPULATION DYNAMICS OF *TELENOMUS THEOPHILAE* WU ET CHEN

Chen Pin-Nan Hu Cui Cheng Jia-An
(Zhejiang Agricultural University, Hangzhou)

The present paper deals with the influence of temperature and relative humidity on the development, survival and reproduction of *T. theophilae* at six constant temperatures from 18 to 30°C and five relative humidities from 50 to 90%.

The temperature had a significant effect on the development and progeny numbers produced in the first day, but the effects of relative humidity (RH) were not significant. The relationship between development rates and temperatures fitted the logistic curve; the developmental thresholds of male and female were 12.2 and 12.3°C; the thermal constant were 222.2 and 221.2 day-degree, respectively. The life and fertility tables showed that *T. theophilae* had a great fecundity, and a high innate capacity for increase. The theoretical stable age distribution revealed that more than 95% of individuals were immature at all temperatures tested. Temperatures 24—26°C and RH 80—90% are the optimal conditions for breeding in laboratory.

Key words: *Telenomus theophilae*, development rate, life and fertility table, innate capacity for increase, theoretical stable age distribution.