

稻虱缨小蜂的寄主选择性和适宜性*

祝增荣 程家安 陈 秀

(浙江农业大学植物保护系, 杭州 310029)

摘要 稻虱缨小蜂 *Anagrus nilaparvatae* Pang & Wang 对白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth) 卵龄无明显的寄生选择性,但在新鲜寄主中的发育历期较短,育出的蜂体较大,生殖力较高,而羽化率和雌雄性比则不受寄主卵龄的影响。在白背飞虱和褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 卵共存时,稻虱缨小蜂明显选择褐飞虱。稻虱缨小蜂在褐飞虱卵中的发育显著地比在白背飞虱卵中的慢;褐飞虱卵育出的蜂的初羽化成虫怀卵量显著高于白背飞虱卵育出的,虫体大小也类似,且虫体越大,生殖力越高。从白背飞虱卵育出的蜂供给白背飞虱卵 (W→W) 时,产卵量低于其它育蜂寄主和供给产卵寄主组合 (W→B、B→B、B→W) 的,其内禀增长力 r_m 较其余者小 25%。本文还讨论了应用适宜性指数来综合衡量寄主的适宜性。

关键词 稻虱缨小蜂 白背飞虱 褐飞虱 选择性 适宜性指数

稻虱缨小蜂 *Anagrus nilaparvatae* Pang & Wang 是稻飞虱卵期的重要天敌,常年寄生率为 10—70%。据报道,稻虱缨小蜂主要寄生褐飞虱 (BPH) *Nilaparvata lugens* (Stål)、白背飞虱 (WBPH) *Sogatella furcifera* (Horváth) 及灰飞虱卵胚胎发育的前期,也能寄生其后期;在三种寄主共存时,主要寄生褐飞虱卵(罗肖南等,1981)。但对不同寄主和同一寄主不同年龄的选择性以及寄主不同年龄和不同寄主对稻虱缨小蜂发育、繁殖等适宜性的影响尚未见有报道。由于这两种选择性直接关系到稻虱缨小蜂对其寄主当代种群的控制作用,而其寄主的适宜性则影响到寄生蜂后代的寄生能力。为此,我们进行了这方面的实验,作为稻虱缨小蜂与白背飞虱相互关系研究的一部分。

材 料 与 方 法

一、对白背飞虱卵龄的选择性

取在 26℃光照培养箱中发育 0.5、1.5、2.5、3.5、4.5 天并含数目大致相等的白背飞虱卵的稻苗(品种为广陆矮 4 号)各 1 株,基部以聚氯乙烯线的结数标记卵的发育年龄,同置于 5 × 25cm 两端开口的玻璃管中,下端先以 100 目尼龙纱封口,上端内壁滴加 10% 蜂蜜水溶液,接 5 只在 26℃下初羽化(<4 小时),交配过的雌性稻虱缨小蜂,然后也以 100 目尼龙纱封口。玻管放在盛有 2cm 深的木村 B 水稻营养液的玻璃缸中(15 × 10cm)。玻璃缸置于 23℃, 14L:10D 光照培养箱中,任蜂产卵。重复 9 次。接蜂 24 小时后,将蜂取出,镜检腹中残留卵量。各处理的带卵稻苗分别放在 1.8 × 18cm 的试管中,滴加木村 B 营养液,管口以 100 目尼龙纱封口,仍保存在 23℃培养箱中。

经 5—7 天后,解剖稻株,记录总卵数及寄生卵数,并将寄生卵挑在 1.5 × 6cm 小指

本文于 1990 年 12 月收到。

* 国家自然科学基金资助项目内容之一。

本文承蒙李学骞、张孝羲、程超年、巫国瑞、黄次伟和刘树生教授评阅,特致谢忱。

形管内的湿滤纸上,让寄生蜂发育,每日观察羽化的雌雄蜂数,并镜检新羽化蜂的怀卵量,按 Moratorio (1987) 方法以测微尺测量产卵管、前翅和后足胫节长度。

二、对白背飞虱和褐飞虱卵的选择性

在 26°C, 14L:10D 光照培养箱中,将产卵期白背飞虱和褐飞虱雌成虫接入同一试管 (1.8 × 18cm) 的稻苗上,任其产卵。1 天后检查两种卵的大致数量,每管接以交配过的初羽化稻虱缨小蜂雌虫 1 只,滴加 10% 蜂蜜水溶液于管口内壁,以 100 目纱封口,1 天后取走寄生蜂,带卵稻苗仍保持在上述培养箱中。第 5—7 天后解剖稻株,分别记录两种寄主的总卵量及被寄生卵量。

被寄生的两种寄主卵按前一实验所述方法处理。在羽化时,取从每种寄主中羽化出的寄生蜂若干只,分别供给带足够数量白背飞虱和褐飞虱卵的稻苗,加蜜液,每日换带卵苗,直至蜂死亡;换出的稻苗继续培养;直至子代蜂羽化。统计分析产卵量、未产出卵量、产出卵率、寿命、子代性比,以此组建各组合的生殖力生命表,并求得各参数。

三、选择性衡量方法

衡量选择性的方法至少有 8 种, Cuck (1978) 对此作了述评,发现以 Manly 等 (1972) 提出的最佳,指标 b_i 可解释为所提供的各类寄主均可被利用时第 i 类寄主被寄生的概率。 b_i 公式如下:

$$b_i = \ln(R_i/A_i) / \sum_{i=1}^K \ln(R_i/A_i)$$

式中 R_i 为实验结束时 i 类寄主未被寄生的数量, A_i 为实验中 i 类寄主总数量, K 为寄主的类数,在上述实验一中, K 即为白背飞虱卵龄级数;在实验二中, $K = 2$ 。对所得结果作方差分析 (ANOVA) 或 t 检验,以测定其选择性的显著性。

结 果

一、对白背飞虱卵龄的选择性

稻虱缨小蜂对 0.5、1.5、2.5、3.5 和 4.5 天五个等级卵龄的白背飞虱卵的选择性指标 b_i 分别为: 0.28 ± 0.11 、 0.24 ± 0.11 、 0.05 ± 0.03 、 0.35 ± 0.11 、 0.07 ± 0.03 ,经 ANOVA 除在 $P < 0.05$ 水平上 2.5 天的较小外,其余均无显著差异,在 $P < 0.01$ 水平上则全无极显著差异。

二、白背飞虱卵龄的适宜性

1. 发育历期: 稻虱缨小蜂的发育历期显著受其寄主发育年龄的影响 (ANOVA, $F = 18.26$, $P < 0.01$, 表 1),在初产的寄主卵中发育的雄蜂和雌蜂的历期分别显著和极显著地比在已发育 $22.5 D_{11}^0 C$ 以上的各年龄的寄主卵中发育的相应蜂要短。寄生蜂历期 (Y , 天)随寄主年龄 ($X, D_{11}^0 C$) 变化方程如下。

$$\text{雌: } Y = 11.49 + 0.88 \ln X, r = 0.8929 **$$

$$\text{雄: } Y = \begin{cases} 13.60, & X \leq 15 D_{11}^0 C \\ 14.35 \pm 0.13, & X > 15 D_{11}^0 C \end{cases}$$

各寄主年龄所育出的雌雄蜂之间的历期,只有 $30-60 D_{11}^0 C$ 范围内有差异 (t 检验, $\alpha < 0.05$, 表 1),且两者间相关极显著 ($r = 0.9218 **$, $\alpha = 0.05$, 表 3),即随着寄主

表1 白背飞虱卵的不同年龄对稻虱缨小蜂发育历期、性比和羽化率的影响^(1,2)

寄主年龄 (D_{11}^0C)	发育历期(天)		雌 性 比	羽 化 率
	雌	雄		
67.5	14.91±0.13(44)ab A (ns) ⁽¹⁾	14.64±0.36(11)a A	0.8044±0.0512(4)a	50.05±15.17(7)a
52.5	15.12±0.21(25)a A (*)	14.44±0.26(18)a A	0.7438±0.0316(5)a	60.65±13.83(8)a
37.5	14.44±0.15(18)b A (*)	14.00±0.09(16)a A	0.7586±0.0759(3)a	75.00±19.37(5)a
22.5	14.83±0.21(36)ab A (ns)	14.33±0.38(12)a A	0.7424±0.0266(5)a	85.94±7.64(6)a
7.5	13.00±0.17(21)c B (ns)	13.60±0.37(10)b A	0.7257±0.0346(4)a	83.76±8.45(6)a
平均	14.46±0.10(144)	14.20±0.13(67)	0.7550±0.0175(21)	71.08±6.19(32)

注: [1] 同一列数字后的相同字母表示差异不显著(邓肯氏新复极差法, $P < 0.05$, 小写字母; $P < 0.01$, 大写字母), 下同。

[2] 列表示平均值±标准误, 括号内为观察数, 下同。

[3] 表示雌、雄发育历期间的差异显著性, ns: 无差异, *: 差异显著, $P < 0.05$, t 检验。

表2 白背飞虱卵的年龄对稻虱缨小蜂生殖力、虫体大小的影响^(1,2)

寄主年龄 (D_{11}^0C)	生殖力 (卵粒数/雌)	长 度 (mm)		
		产卵管长	后足胫节长	前翅长
67.5	28.18±0.75(22)c B	0.34±0.008(17)c BC	0.19±0.004(17)c BC	0.57±0.007(14)b B
52.5	28.58±0.76(38)c B	0.32±0.003(12)c C	0.19±0.003(13)c C	0.57±0.008(14)b B
37.5	31.15±0.77(38)b B	0.34±0.021(3)c BC	0.19±0.007(3)c BC	0.62±0.003(3)a A
22.5	35.61±0.91(28)a A	0.37±0.004(28)b B	0.21±0.002(29)b AB	0.61±0.006(25)a A
7.5	37.00±0.81(27)a A	0.40±0.004(2)a A	0.22±0.001(2)a A	0.64±0.001(2)a A
平均	32.10±0.47(142)	0.35±0.004(62)	0.20±0.002(64)	0.60±0.004(58)

注: [1,2] 同表1。

年龄的增长, 雌雄蜂发育历期并行地延长。

2. 虫体大小: 随着寄主年龄的增大, 其育出的稻虱缨小蜂虫体变小(表2)。寄主年龄对虫体大小三指标的影响均达显著水平, 其方差分析结果如下: 产卵管长 $F(4, 57) = 10.96$; 后足胫节长 $F(4, 59) = 8.25$; 前翅长 $F(4, 53) = 6.96$, P 均 < 0.05 。从新鲜卵上育出的雌蜂的产卵管长极显著、后足胫节长显著比从已发育 $22.5D_{11}^0C$ 以上的卵中育出的要长, 但发育 $< 37.5D_{11}^0C$ 的寄主所育出的蜂之前翅长无差异。虫体大小三指标中, 仅前翅长和寄主年龄有显著的负相关 ($r = -0.8948*$, $\alpha = 0.05$, 表3), 说明前翅长较其它两形态指标更受寄主年龄的影响。产卵管长与后足胫节长有很一致的关系 ($r = 0.9992**$, $\alpha = 0.01$, 表3), 这可用以解释某些产卵行为。

3. 生殖力: 寄主年龄对寄生蜂的生殖力有极显著的影响 (ANOVA, $F = 24.25$, $P < 0.01$, 表2)。生殖力 (Y , 卵粒数/雌) 随寄主年龄 (X , D_{11}^0C) 变化方程为: $Y = 38.27 - 0.16X$, $r^2 = 0.9364**$ 。同时, 生殖力与产卵管长和后足胫节长间的相关性也达显著水平 ($r = 0.9289*$, $0.9232*$, $\alpha = 0.05$, 表3)。

4. 性比: 由于组内变异很大, 寄主年龄对缨小蜂雌性比 ($\eta / (\eta + \sigma)$) 无显著影响 (ANOVA, $F = 0.51$, $P > 0.25$, 表1), 其平均值为 $0.7550 \pm 0.0175(21)$, 此值与各温度下得的性比值 $0.7631 \pm 0.0112(105)$ (祝增荣等, 1991) 相比, 差异极不显著 ($t = 0.3203$, $df = 115$, $\alpha > 0.5$)。

表 3 寄主年龄、雌雄发育历期、生殖力、虫体大小、雌性比和羽化率相关关系矩阵

雌虫历期	0.7623							
雄虫历期	0.8476	0.9218*						
生殖力	-0.9677**	-0.7219	-0.7382					
产卵管长	-0.8671	-0.8607	-0.7487	0.9289*				
后足胫节长	-0.8664	-0.8710*	-0.7559	0.9232*	0.9992**			
前翅长	-0.8948*	-0.8278	-0.9337*	0.8360	0.7884	0.7809		
雌性比	0.8374	0.5173	0.6992	-0.7145	-0.5298	-0.5440	-0.6258	
羽化率	-0.9522*	-0.5608	-0.7239	0.9255	0.7350	0.7246	0.8581	-0.7944
	寄主年龄	雌虫历期	雄虫历期	生殖力	产卵管长	后足胫节长	前翅长	雌性比

注: 显著性: *, $\alpha = 0.05$; **, $\alpha = 0.01$ 。

5. 羽化率: 寄主年龄对缨小蜂的羽化率的影响不显著 (ANOVA, $F = 1.33$, $P > 0.25$, 表 1), 其平均值为 $71.08 \pm 6.19(32)\%$, 但在实验的年龄范围内, 羽化率有随寄主年龄的增加而下降的趋势, 且相关极显著 ($r = -0.9522$ **, $\alpha = 0.05$, 表 3)。

三、对白背飞虱和褐飞虱卵的选择性

从表 4 可见稻虱缨小蜂对褐飞虱卵的选择性显著高于对白背飞虱卵的选择性 ($t = 2.6528$, $\alpha < 0.05$)。

表 4 稻虱缨小蜂对 WBPH 和 BPH 卵的选择性以及其中的发育历期、子代性比^[1,2]

	选择性 b	发育历期(天)		子代性比
		雌	雄	
BPH	$0.6656 \pm 0.0624(35)$ *	$10.84 \pm 0.05(172)$ *	$10.78 \pm 0.10(41)$ **	0.8075
WBPH	$0.3343 \pm 0.0624(35)$	$10.65 \pm 0.07(93)$	$10.23 \pm 0.09(22)$	0.8078

注: [1] t-检验, 显著性: $\alpha = 0.05$ (*), $\alpha = 0.01$ (**); [2] 同表 1。

BPH 为褐飞虱, WBPH 为白背飞虱, 表 5、表 8、表 9 和表 10 类同。

四、寄主种类适宜性

1. 发育历期: 雌、雄蜂在褐飞虱卵中的发育显著或极显著比在白背飞虱卵中来得慢, 而且在褐飞虱卵中雌雄蜂历期无差异 ($\alpha > 0.5$), 但在白背飞虱卵中, 雄蜂历期显著地短于雌蜂历期 ($t = 2.788$, $\alpha < 0.01$, 表 4)。

2. 生殖力及虫体大小: 从褐飞虱卵中育出的初羽化雌蜂的怀卵量显著高于从白背飞虱卵中育出的 ($t = 2.05$, $\alpha < 0.05$); 产卵管长、后足胫节长和前翅长也有类似现象(表 5)。在褐飞虱卵中育出的雌蜂怀卵量与虫体大小三指标的线性相关系数矩阵如表 6, 其中怀卵量与产卵管长成极显著 ($\alpha < 0.01$) 正相关, 与后足胫节长成显著 ($\alpha < 0.05$) 正相关, 而与前翅长相关不显著, 此外产卵管长和后足胫节长间也有显著的正相关。对以上矩阵进行主成分分析(祝增荣, 1987), 其前二特征根分别为 2.5877 和 0.9042, 累计贡献率已达 87.03%, 其前二主成分(PC, 表 7)中第 1 主成分(PC1) 主要反映怀卵量和产卵管长及后足胫节长, 第 2 主成分(PC2) 才主要反映前翅长, 因此可以认为产卵管长和后足胫节长足以反映虫体大小, 而且与怀卵量都有显著的相关关系。

表5 寄主对稻虱缨小蜂生殖力和虫体大小的影响^[1,2]

寄 主	生殖力(卵粒数/雌)	长 度 (mm)		
		产卵管长	后足胫节长	前翅长
BPH	41.72±2.30(19)*	0.39±0.008(24)*	0.22±0.005(20)*	0.62±0.030(13)*
WBPH	35.27±1.27(11)	0.36±0.005(11)	0.20±0.006(10)	0.55±0.019(10)

注: [1,2]同表1。

表6 稻虱缨小蜂生殖力和虫体大小的相关关系系数矩阵

	产卵管长	前翅长	后足胫节长
生殖力	0.8910**	0.2288	0.6685*
产卵管长		0.2080	0.6576*
前翅长			0.2716

注: 样本数量为10, $\alpha = 0.05$ (*), $\alpha = 0.01$ (**).

表7 稻虱缨小蜂生殖力和虫体大小集合的特征向量

	PC1	PC2
生殖力	0.5734	-0.1826
产卵管长	0.5741	-0.2074
前翅长	0.2482	0.9607
后足胫节长	0.5237	-0.0263

表8 育蜂寄主和供给产卵寄主的不同组合对稻虱缨小蜂繁殖、性比和寿命的影响^[1,2]

育蜂寄主	供给产卵寄主	寄生卵量 (卵粒数/雌)	未产出卵量 (卵粒数/雌)	总卵量 (卵粒数/雌)
WBPH	WBPH	17.19±1.28(16) _b B	13.80±2.42(8) _a	32.88±1.01(8) _b B
WBPH	BPH	34.67±2.96(3) _a A	9.33±4.67(3) _a	44.00±3.21(3) _a AB
BPH	BPH	42.40±4.17(5) _a A	9.00±3.87(4) _a	53.75±3.35(4) _a A
BPH	WBPH	37.45±3.66(11) _a A	4.00±1.57(6) _a	48.50±4.06(6) _a AB

育蜂寄主	供给产卵寄主	产出卵率(%)	雌 性 比	寿命(天)
WBPH	WBPH	59.42±5.38(11) _a	0.699±0.0289(18) _a	3.75±0.36(16) _a
WBPH	BPH	46.48±23.28(3) _a	0.7496±0.0127(3) _a	4.00±0.45(5) _a
BPH	BPH	83.28±6.94(4) _a	0.7393±0.0308(9) _a	5.20±0.49(5) _a
BPH	WBPH	84.35±4.34(9) _a	0.7725±0.0164(12) _a	5.00±0.58(13) _a

注: [1,2] 同表1。

五、育蜂寄主和供给产卵寄主的不同组合对种群增长的影响

1. 繁殖: 从白背飞虱卵中育出的蜂, 以白背飞虱卵供其产卵(简称 $W \rightarrow W$, 以下类似), 其寄生卵量和总卵量低于供给褐飞虱 ($W \rightarrow B$), 及从褐飞虱卵中育出的蜂供给任一寄主的卵 ($B \rightarrow B$ $B \rightarrow W$), 但未产出卵量无显著差异(表8)。组合 $W \rightarrow B$ 有利于缨小蜂卵巢内卵的发生, 而组合 $W \rightarrow W$ 的总卵量与初羽化时的怀卵量无显著差异; 组合 $B \rightarrow B$ 和 $B \rightarrow W$ 的总卵量均有所增加, 但增加不显著(表9)。

2. 性比: 各组合的子代雌比无差异(表8), 其平均值为 0.7402 ± 0.0154 (42), 此值

表9 初羽化成虫怀卵量和供给不同寄主时的总卵量^[1,2]

育蜂寄主	供给寄主	总卵量	育蜂寄主	供给寄主	总卵量
WBPH	初羽化	35.27±1.27(11)b B	BPH	初羽化	41.72±2.30(19)a
	WBPH	32.88±1.01(8)b B		BPH	53.75±3.35(4)a
	BPH	44.00±3.21(3)a A		WBPH	48.50±4.06(6)a

注: [1,2] 同表1。

与不同温度下的性比值 $0.7631 \pm 0.0112(105)$ (祝增荣等, 1991) 相比亦无显著差异 ($t = 1.1159, \alpha > 0.20$)。

3. 寿命: 雌成蜂寿命在各组合下无显著差异(表8), 平均为 $4.49 \pm 0.27(39)$ 天, 以生理时间计为 $70.04 \pm 4.21 D_{0.4}^0 C$ (发育起点为 $10.4^\circ C$, 祝增荣等, 1991)。各组合的特征年龄(成虫部分)存活曲线也基本一致。

4. 综合影响: 以上各繁殖、存活指标可由表10中的种群参数综合反映出, 从中可见 $W \rightarrow B$ 、 $B \rightarrow B$ 和 $B \rightarrow W$ 的内禀增长力 r_m 差别很小, 平均为 $0.2700 \pm 0.0012(3)$, 周限增长率 λ 为 $1.3107 \pm 0.0609(3)$, 分别比 $W \rightarrow W$ 大 24.8% 和 6.77%。

表10 育蜂寄主和供给产卵寄主的不同组合对稻虱缨小蜂 R_0, T, r_m, λ 和 p.d.t. 的影响

育蜂寄主	产卵寄主	净增殖率 R_0	世代历期 T	内禀增长率 r_m	周限增长率 λ	种群翻番时间 p.d.t.
WBPH	WBPH	12.0307	12.3036	0.20298	1.2251	3.4048
WBPH	BPH	26.0508	12.0384	0.27106	1.3114	2.5571
BPH	BPH	27.3776	12.2334	0.27135	1.3117	2.5545
BPH	WBPH	28.8338	12.5599	0.26764	1.3090	2.5744

讨 论

寄生者对寄主的选择性与寄主对寄生者的适宜性的关系大致有4类(Taylor, 1988): (1) 选择较适宜的寄主(Vinson & Iwantsch 1980); (2) 选择适宜性较差(Hafez, 1961)甚至不适宜的寄主(Temerek, 1983; 1984); (3) 不能区分不同适宜性的寄主(Mueller, 1983; Takagi, 1986); (4) 不能对无明显适宜性差异的各类寄主作出反应(Nichols & Kikuchi, 1985; Bellow, 1985a, b) ((2)–(4)文献转引自 Taylor, 1988)。从本文结果看: 稻虱缨小蜂对白背飞虱卵龄的选择性与适宜性的关系属于第(3)类; 而对白背飞虱和褐飞虱两种间的这种关系则属于较普遍的第(1)类, 这可能是稻飞虱–缨小蜂长期进化而形成的合理分工: 稻虱缨小蜂主要寄生褐飞虱, 而白背飞虱则是长管稻虱缨小蜂 *Anagrus longitubulosus* Pang & Wang 的专性寄主(罗肖南等, 1981)。

从文献看, 用于表示寄主适宜性的指标有发育历期(速率)、初羽化雌蜂的怀卵量、羽化出蜂率、性比等值的一项或数项(Vinson等, 1980)。以发育速率为例, 对于寄主处于胚后发育时期(如若虫或幼虫、蛹)而言, 由于发育速率与寄主年龄(大小)、繁殖力普遍成正比(Hu等, 1986), 用它作为这类寄主适宜性的唯一指标(如(Wallner等, 1984)也许是可行的; 对寄主处于胚胎发育期(卵期)则可能得出不确切的甚至相反的结论, 如褐飞虱卵($1.00 \times 0.22mm$)比白背飞虱卵($0.8 \times 0.2mm$)大(丁锦华等, 1984), 前者育出的稻

虱缨小蜂怀卵量显著大于后者,但发育历期则相反; Moratorio (1987) 也有类似结果;大量研究已表明赤眼蜂在小卵中比大卵中发育快且整齐(刘树生等,1988)。

鉴于此,我们尝试用适宜性指数 (Suitability Index, SI) 来综合衡量寄主的适宜性:

$$SI = \text{发育速率} \cdot \text{羽化出蜂百分率} \cdot \text{雌性比} \cdot \text{初羽化雌虫怀卵量} / 100。$$

由此可得出生理年龄 7.5、22.5、37.5、52.5 和 67.5D₀₁C 的白背飞虱卵对稻虱缨小蜂的 SI 分别为 1.7300、1.530、1.2273、0.8527 和 0.7609,可见随年龄增加, SI 依次下降;褐飞虱和白背飞虱卵对稻虱缨小蜂的 SI 则分别为 3.1078 和 2.6752 (这里两实验得到的白背飞虱新鲜卵对蜂的 SI 不同是由于所在条件不同),说明褐飞虱比白背飞虱更适宜于稻虱缨小蜂种群的增长。

由于 SI 包括了寄主对寄生者发育、幼期存活和生殖等多方面的影响,较为全面,它不仅可以解决个别指标间存在目前仍不好解释的矛盾现象(如发育速率与寄主个体大小成负相关),而且是与选择性同等重要的适宜性的第一个较合适的综合性的衡量指标。

参 考 文 献

- 丁锦华等 1984 十九种飞虱卵的识别。昆虫知识 21(3): 135—8。
- 刘树生等 1988 瓜蚜主要天敌——拟澳洲赤眼蜂的生物学、生态学特性研究。植物保护学报 15(4): 265—72。
- 罗肖南、卓文禧 1981 稻飞虱小蜂的研究(三)——三种缨小蜂寄生行为的选择性。昆虫知识 18(1): 3—6。
- 祝增荣 1987 白背飞虱种群系统的主分量分析,科技通报 3(3): 52—3,56。
- 祝增荣、程家安、陈 琇 1991 温度和食物对稻虱缨小蜂发育、存活和繁殖的影响。生态学报 11(1): 66—72。
- Chantarase-ard, S. & Y. Hirashima 1984 Host range and host suitability of *Anagrus incarnatus* Haliday (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of delphacid planthoppers. *Appl. Ent. Zoo.* 19(4): 491—7.
- Cock, M. J. W. 1978 The assessment of preference. *J. Anim. Ecol.* 47: 805—16.
- Hu, C., P. Barbosa & P. Martina 1986 Reproductive biology and related host-parasitoid interactions between the gypsy moth, *Lymantria dispar* and *Glyptapanteles flavicoxis*, a gregarious endoparasitoid. *Ann. Appl. Biol.* 109: 485—90
- Manly, B. F. J., P. Miller and L. M. Cook 1972 Analysis of a selective predation experiment. *Am. Nat.* 106: 719—36.
- Moratorio, M. S. 1987 Effect of host species on the parasitoids *Anagrus mutans* and *Anagrus silwoodensis* Walker (Hymenoptera: Mymaridae). *Envir. Entomol.* 16: 825—7.
- Taylor, A. D. 1988 Host effects on functional and ovipositional response of *Bracon hebetor*. *J. Ani. Ecol.* 57: 173—84.
- Vinson, S. B. & G. F. Iwantsch 1980 Host suitability for insect parasitoids. *Ann. Rev. Entomol.* 25: 397—419.
- Vinson, S. B. 1984 Parasitoid-host relationship. pp. 205—233. in: *Chemical Ecology of Insects* (Bell, W. J. and R. T. Carde eds.) Chapman and Hall.

HOST PREFERENCE AND SUITABILITY OF *ANAGRUS NILAPARVATAE*

ZHU ZENG-RONG CHENG JIA-AN CHEN XIU

(Department of Plant Protection, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

Host age preference and effect of host age on development and reproduction of *Anagrus nilaparvatae* Pang & Wang, a hymenopteran egg parasitoid of planthoppers, were studied in the laboratory with constant temperature 23°C. This parasitoid showed no distinct oviposition preference to eggs of different ages of the white-backed planthopper (WBPH) *Sogatella furcifera* (Horvath) as judged with the method of Manly (1972). However, as the age of host egg increased, its developmental period lengthened and the body size and fecundity of the issuing wasp decreased. The sex ratio and emergence rate of the offsprings were not affected by host age. For the adult the larger the body size, the higher the fecundity.

This parasitoid obviously preferred eggs of brown planthopper (BPH) *Nilaparvata lugens* (Stål) to that of WBPH when both were present. Body size and fecundity were greater in the issuing females from BPH eggs than in those from WBPH eggs. They developed slower in BPH eggs. The effect of different combinations of its original host and host eggs offered for oviposition were compared, and it was found that the female wasps which were raised from WBPH eggs and offered with WBPH eggs (i.e. WBPH→WBPH) produced fewer progeny than other combinations (i.e. WBPH→BPH, BPH→WBPH and BPH→BPH). The intrinsic rate of increase (r_m) of this parasitoid with WBPH→WBPH was only 75% of that with other combinations. Assessment of host suitability for parasitoids by using suitability index (SI) is discussed.

Key words *Anagrus nilaparvatae*—*Sogatella furcifera*—*Nilaparvata lugens*—
host preference—host suitability index