

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2018.03.008

# 营养对不同地理种群周氏啮小蜂生物学特性的影响

吴琦琦<sup>1,2</sup>, 吕宝乾<sup>1\*</sup>, 曹凤勤<sup>2\*</sup>, 彭正强<sup>1</sup>, 温海波<sup>1</sup>, 金启安<sup>1</sup>, 吴晓霜<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南 海口 571101;  
<sup>2</sup>海南大学热带农林学院, 海南 海口 570228

**摘要:**【目的】研究补充营养对周氏啮小蜂海南本土地理种群和北京地理种群的生物学参数是否有差异。【方法】设置不同的营养(10%蜂蜜、10%蔗糖、10%葡萄糖、水、空白)分别饲喂周氏啮小蜂,统计2个地理种群的寄生率、羽化率、出蜂量、寿命。【结果】2个地理种群的周氏啮小蜂羽化后不久即可进行交配,补充10%蜂蜜、10%蔗糖、10%葡萄糖能显著提高2个地理种群的寄生率、羽化率、出蜂量、雌雄蜂寿命,补充不同的营养对两个地理种群的雌雄比、发育历期的影响差异不显著;饲喂10%蜂蜜的海南地理种群寄生率最高(84.60%),饲喂10%葡萄糖的海南地理种群羽化率最高(97.47%),饲喂10%葡萄糖的海南地理种群出蜂量最高(60.03头),饲喂10%葡萄糖的海南地理种群雌、雄蜂的寿命均为最高,分别为9.13和8.53 d。营养和地理种群的交互作用对周氏啮小蜂雄蜂的寄生率、羽化率、出蜂量、雌雄比、雌雄蜂寿命具有显著影响,而对周氏啮小蜂的发育历期无显著影响。【结论】补充营养可不同程度促进周氏啮小蜂生殖力、寿命及寄生率,对寄生蜂繁育和利用其进行生物防治具有一定的意义。

**关键词:** 周氏啮小蜂; 椰子织蛾; 营养; 地理种群; 生物学

## The impact of nutrition on the biological parameters of different *Chouioia cunea* Yang geographic populations

WU Qiqi<sup>1,2</sup>, LÜ Baoqian<sup>1\*</sup>, CAO Fengqin<sup>2\*</sup>, PENG Zhengqiang<sup>1</sup>,  
WEN Haibo<sup>1</sup>, JIN Qi'an<sup>1</sup>, WU Xiaoshuang<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China;  
<sup>2</sup>Institute of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China

**Abstract:** 【Aim】 We investigated whether the nutrition has the compensable effects on the biological parameters of *Chouioia cunea* from different geographic populations (Beijing population and Hainan population). 【Method】 *C. cunea* was reared under five different nutrient conditions: 10% honey, 10% sucrose, 10% glucose, water, no nutritional addition. Parasitism rate, eclosion rate, wasp reproduction rate and longevity were recorded for *C. cunea* from different geographic populations. 【Result】 These two kinds of geographical populations (Beijing population and Hainan population) were capable to mate shortly after hatching. Supplying 10% honey, 10% sucrose or 10% glucose could significantly increase the parasitism rate, eclosion rate, the number of offspring and longevity of these two populations. Nutrition supplement did not significant affect female-male ratio and developmental duration. The Hainan geographical population fed on 10% honey had the highest parasitism rate (84.60%), fed on 10% sucrose led to the highest eclosion rate (97.47%), and 10% glucose to highest reproduction (60.3) and longest life span (for female 9.13 d and 8.53 d for male). The interaction of nutrition and geographical population had the significant influences on parasitism rate, eclosion rate, emergence number, female-male ratio, and life span of *C. cunea*, but had no effect on the development duration. 【Conclusion】 Supplementary nutrition can promote the fecundity, longevity and parasitic rate of *C. cunea* to some extent, which is of significance to the breeding and the application as a biological control agent.

收稿日期(Received): 2018-04-25      接受日期(Accepted): 2018-05-29  
基金项目: 海南省重点研发计划(ZDYF2017026); 中国热带农业科学院基本业务费(1630042017011、1630042018012); 国家科技支撑计划子课题(2015BAD08B03)  
作者简介: 吴琦琦, 男, 硕士研究生。研究方向: 农林昆虫与害虫防治。E-mail: 493964578@qq.com  
\* 通信作者(Author for correspondence), 吕宝乾, E-mail: lvbaqian@haomail.com; 曹凤勤, E-mail: caofengqin@163.com

**Key words:** *Chouioia cunea*; *Opisina arenosella*; nutrition; geographical population; biological

椰子织蛾 *Opisina arenosella* Walker 属鳞翅目 Lepidoptera 织蛾科 Oecophoridae, 英文名 coconut blackheaded caterpillar, 又称椰子黑头履带虫(吕宝乾等, 2013)、食叶履带虫(陈慧, 2004)、椰蛀蛾(Manjanath 和黄德聪, 1987), 是一种严重为害棕榈科植物的害虫, 在印度、斯里兰卡、缅甸等国家发生严重(Rao, 1924)。该虫主要从下部叶片向上危害, 吃光叶肉, 形成干枯状, 在叶片背面有幼虫排出粪便所形成的织丝虫道, 幼虫在里潜行危害, 严重时下部叶片焦枯, 如火烧状(阎伟等, 2013)。2013 年, 椰子织蛾首次入侵我国海南, 现已在我国海南、广东、广西定殖, 并在多地暴发成灾, 造成我国椰子、槟榔等棕榈科植物受损严重(阎伟等, 2015)。

据报道, 椰子织蛾的寄生蜂至少有 40 种(Jalali et al., 2002; Pillai et al., 1995)。在海南发现了一种椰子织蛾蛹寄生蜂——周氏啮小蜂 *Chouioia cunea* Yang, 该虫体色较黄, 更适合高温多雨的热带、亚热带气候, 被称为周氏啮小蜂海南种(吕宝乾等, 2018)。周氏啮小蜂北京种是在美国白蛾 *Hyphantaria cunea* Drury 的蛹上采集的, 因其寄生率高, 在我国北方广泛用于防治美国白蛾(杨忠岐, 1989)。同海南种相比, 北京种个体大、体色深(李紫成等, 2017)。不同地理种群的周氏啮小蜂在不同的营养下的基础生物学是否存在差异, 对于繁殖与保护利用周氏啮小蜂防治椰子织蛾具有重要作用, 有鉴于此, 开展了补充营养对不同地理种群周氏啮小蜂寄生率、羽化率、出蜂量、寿命等影响的研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

椰子织蛾从海南省儋州市采集带回实验室饲养繁殖, 成虫饲养于 30 cm×30 cm×30 cm 养虫笼中; 周氏啮小蜂北京种群采集于北京郊区美国白蛾上, 海南种群采集于海南省儋州市椰子织蛾上, 2 种地理种群均以椰子织蛾的蛹为寄主进行室内繁殖。

### 1.2 实验方法

1.2.1 补充营养对寄生率、羽化率、雌雄比、出蜂量、发育历期的影响 分别收集初羽化的北京种群和海南地理种群的周氏啮小蜂, 每支指形管(直径 1.1 cm, 长 10 cm)中接入同一地理种群雌、雄蜂各 1 头, 用脱脂棉蘸取营养源贴于管壁上, 营养源分别

设为 10% 蔗糖、10% 葡萄糖、10% 蜂蜜水、清水, 空白为对照, 先让雌雄蜂交配 24 h, 补充一次营养后放入椰子织蛾的蛹寄生 24 h(雌蜂: 雄蜂: 寄主 = 1: 1: 1), 然后移出雌雄蜂, 置于室内(室温 27 °C ± 2 °C, RH70% ± 10%, 光暗周期 12 h: 12 h), 每隔 24 h 解剖观察一次, 蛹到后期每隔 8 h 解剖观察一次, 直至出蜂, 统计寄生率、羽化率、雌雄比、出蜂量、发育历期。每处理 60 管, 实验重复 3 次。

1.2.2 补充营养对雌雄蜂寿命的影响 收集初羽化的海南、北京种群的周氏啮小蜂雌、雄蜂各 30 头, 分别单独放入到指形管(直径 1.1 cm, 长 10 cm)中, 用脱脂棉蘸取营养源贴于管壁上, 营养源设置和饲养条件同 1.2.1, 每隔 8 h 观察记录死亡情况, 每隔 24 h 补充营养, 至所有蜂死亡为止, 实验重复 3 次, 对比营养对 2 个地理种群成虫寿命的影响。

### 1.3 数据处理

不同地理种群、不同营养条件周氏啮小蜂寄生率、发育历期、出蜂量、雌雄比、雌雄蜂寿命利用 SAS 软件进行双因素方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂寄生率的影响

双因素方差分析结果表明, 营养与地理种群能够极显著影响周氏啮小蜂的寄生率( $F_{4,18} = 33.33, P < 0.0001$ ;  $F_{1,18} = 385.78, P < 0.0001$ ), 营养×地理种群的交互作用对寄生率也具极显著差异( $F_{4,18} = 4.78, P < 0.01$ )。饲喂蜂蜜、葡萄糖、蔗糖能显著提高 2 个地理种群的寄生率, 其中饲喂蜂蜜的寄生率最高, 海南种群为 84.60%, 北京种群为 81.50%(表 1)。

### 2.2 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂羽化率的影响

周氏啮小蜂的羽化率随着补充不同的营养与不同的地理种群的变化差异显著( $F_{4,18} = 31.82, P < 0.0001$ ;  $F_{4,18} = 414.19, P < 0.0001$ ), 海南种群与北京种群补充营养后, 羽化率最高分别为 97.47%、96.93%, 营养×地理种群的交互作用对寄生率也具极显著差异( $F_{4,18} = 26.50, P < 0.0001$ )(表 1)。

### 2.3 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂雌雄比的影响

周氏啮小蜂的子代雌蜂百分比随补充不同的营

养与不同的地理种群的变化差异不显著 ( $F_{4.18} = 2.21$ ,  $P = 0.5897$ ;  $F_{1.18} = 0.30$ ,  $P = 0.1087$ ), 雌蜂百分比均大于 94%, 营养×地理种群的交互作用对子代雌蜂百分比具显著差异 ( $F_{4.18} = 4.56$ ,  $P < 0.05$ ) (表 2)。

2.4 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂出蜂数量的影响

营养显著影响周氏啮小蜂的出蜂数量 ( $F_{4.18} = 5.91$ ,  $P < 0.05$ ), 地理种群极显著影响出蜂数量 ( $F_{1.18} = 82.84$ ,  $P < 0.0001$ ), 海南种群出蜂数量明显高于北京种群, 营养×地理种群的交互作用对周氏

啮小蜂的出蜂数量具极显著差异 ( $F_{4.18} = 82.16$ ,  $P < 0.0001$ ) (表 2)。

2.5 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂发育历期的影响

周氏啮小蜂的发育历期随着补充不同的营养与不同的地理种群的变化差异不显著 ( $F_{4.18} = 0.29$ ,  $P = 0.8816$ ;  $F_{1.18} = 0.09$ ,  $P = 0.7734$ ), 营养×地理种群的交互作用对发育历期差异也不显著 ( $F_{4.18} = 0.39$ ,  $P = 0.8128$ ), 说明周氏啮小蜂的发育历期不受营养与地理种群的影响, 平均 16 d (表 2)。

表 1 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂寄生率、羽化率的影响  
Table 1 The impact of nutrition on the parasitism and eclosion rate of *C. cunea* in Hainan and Beijing

| 营养源<br>Food resource | 寄生率 Parasitism/%          |                            | 羽化率 Eclosion/%            |                            |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
|                      | 海南种群<br>Hainan population | 北京种群<br>Beijing population | 海南种群<br>Hainan population | 北京种群<br>Beijing population |
| 10%蜂蜜 10% Honey      | 84.60±1.91a               | 81.50±1.08abc              | 96.91±0.51a               | 96.93±0.83a                |
| 10%葡萄糖 10% Glucose   | 83.01±1.13ab              | 80.62±2.47abc              | 97.47±0.13a               | 96.39±0.37a                |
| 10%蔗糖 10% Sucrose    | 78.83±1.19bc              | 78.32±0.88c                | 96.76±0.54a               | 96.38±0.50a                |
| 清水 Water             | 72.93±0.67d               | 72.37±1.08de               | 91.74±0.53b               | 91.47±1.18b                |
| 空白 CK                | 68.24±1.36ef              | 67.4±1.14f                 | 88.25±0.83c               | 87.89±1.72c                |

同列数据 (平均值±标准误) 后不同小写字母者表示差异显著 ( $P < 0.05$ , Tukey)。  
The data (means±SD) in the same column with the different letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ , Tukey).

表 2 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂雌雄比、出蜂数量和发育历期的影响  
Table 2 The impact of nutrition on the female ratio, the number of offspring and developmental duration of *C. cunea* in Hainan and Beijing

| 营养源<br>Food resource | 子代雌蜂百分比 Female ratio in offspring/% |                            | 出蜂数量/头 Number of offspring |                            | 发育历期 Developmental duration/d |                            |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                      | 海南种群<br>Hainan population           | 北京种群<br>Beijing population | 海南种群<br>Hainan population  | 北京种群<br>Beijing population | 海南种群<br>Hainan population     | 北京种群<br>Beijing population |
| 10%蜂蜜 10% Honey      | 96.64±0.32                          | 95.17±0.32                 | 59.00±2.88                 | 48.29±1.12b                | 16.33±0.01                    | 16.22±0.51                 |
| 10%葡萄糖 10% Glucose   | 96.08±0.63                          | 95.15±0.26                 | 60.03±1.65                 | 44.53±1.50bc               | 16.22±0.51                    | 16.00±0.67                 |
| 10%蔗糖 10% Sucrose    | 96.38±0.97                          | 96.45±0.89                 | 57.48±4.45                 | 46.72±0.96b                | 16.11±0.70                    | 16.11±0.19                 |
| 清水 Water             | 95.88±0.40                          | 94.76±0.89                 | 55.37±1.13                 | 39.09±0.87cd               | 16.33±0.34                    | 16.33±0.34                 |
| 空白 CK                | 96.68±0.95                          | 94.91±1.11                 | 56.20±1.83                 | 37.67±0.58d                | 16.34±0.58                    | 16.00±0.33                 |

同列数据 (平均值±标准误) 后不同小写字母者表示差异显著 ( $P < 0.05$ , Tukey)。  
The data (means±SD) in the same column with the different letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ , Tukey).

2.6 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂雌雄蜂寿命的影响

将营养和地理种群对周氏啮小蜂雌雄蜂寿命的影响进行双因素方差分析, 结果表明, 营养与地理种群能够极显著影响周氏啮小蜂雌蜂的寿命 ( $F_{4.18} = 214.44$ ,  $P < 0.0001$ ;  $F_{1.18} = 1224.19$ ,  $P < 0.0001$ ), 营养×地理种群的交互作用对周氏啮小蜂雌蜂的寿命也具有极显著差异 ( $F_{4.18} = 92.23$ ,  $P < 0.0001$ )。饲喂蜂蜜、葡萄糖、蔗糖均能显著提高雌蜂的寿命, 海南种群在饲喂葡萄糖时平均寿命最高

为 9.13 d, 除饲喂葡萄糖外, 北京种群雌蜂的寿命明显长于海南种群 (表 3)。

周氏啮小蜂雄蜂的寿命随着补充不同的营养与不同的地理种群的变化差异极显著 ( $F_{4.18} = 581.86$ ,  $P < 0.0001$ ;  $F_{1.18} = 5191.56$ ,  $P < 0.0001$ ), 营养×地理种群的交互作用对周氏啮小蜂雄蜂的寿命也具有极显著差异 ( $F_{4.18} = 284.48$ ,  $P < 0.0001$ )。其中饲喂葡萄糖的海南种群雄蜂平均寿命最长为 8.53 d, 空白对照的北京种群雄蜂平均寿命最短为 1.13 d。2 个地理种群的雌蜂寿命均明显长于雄蜂。

表 3 营养对海南、北京地理种群周氏啮小蜂雌雄蜂寿命的影响  
Table 3 The impact of nutrition on the female and male longevity of *C. cunea* in Hainan and Beijing

| 营养源<br>Food resource | 雄蜂寿命 The male longevity/d |                            | 雌蜂寿命 The female longevity/d |                            |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                      | 海南种群<br>Hainan population | 北京种群<br>Beijing population | 海南种群<br>Hainan population   | 北京种群<br>Beijing population |
| 10% 蜂蜜 10% Honey     | 7.53±0.12b                | 6.2±0.20c                  | 8.13±0.23bc                 | 8.20±0.20b                 |
| 10% 葡萄糖 10% Glucose  | 8.53±0.12a                | 5.13±0.12e                 | 9.13±0.31a                  | 7.47±0.31c                 |
| 10% 蔗糖 10% Sucrose   | 5.47±0.12de               | 5.73±0.12d                 | 6.20±0.20d                  | 8.40±0.20b                 |
| 清水 Water             | 3.80±0.20f                | 2.27±0.12g                 | 4.33±0.42e                  | 4.73±0.12e                 |
| 空白 CK                | 2.53±0.12g                | 1.13±0.12h                 | 3.07±0.12f                  | 2.53±0.12f                 |

同列数据 (平均值±标准误) 后不同小写字母者表示差异显著 ( $P<0.05$ , Tukey)。  
The data (means±SD) in the same column with the different letters indicate significant differences ( $P<0.05$ , Tukey).

3 讨论

周氏啮小蜂搜索寻找寄主、产卵的过程都需要消耗大量的能量,及时补充营养可以有效提高其寄生效率。本研究结果表明,海南、北京 2 个地理种群补充蜂蜜、葡萄糖、蔗糖能够很好地提高寄生率、羽化率、出蜂量、雌雄蜂的寿命,其中饲喂蜂蜜的海南种群寄生率最高,饲喂葡萄糖的海南种群羽化率、出蜂量、雌蜂寿命、雄蜂寿命最高。不同营养对其雌性比、发育历期的影响差异性不显著。Telenga (1958) 认为,植物的蜜露和花的蜜腺可增加天敌寿命和寄主寻觅能力,在盛花期的植物栖境中寄生蜂成虫明显要比在没有开花的环境中存活时间长并活动积极。Zoebelein (1956) 认为,在实验室条件下,糖水能增加寄生蜂的寿命 20 倍,这与本研究结果相近。除发育历期外,营养与地理种群的交互作用对周氏啮小蜂雄蜂的基础生物学具有显著差异。

2 个地理种群对寄生蜂的雌雄比、发育历期的影响差异不显著,海南地理种群的寄生率、羽化率、出蜂量、寿命略微高于北京地理种群,这种差异可能是因为本地种更适合于当地的条件。本研究为今后周氏啮小蜂的野外应用提供了一定的理论参考,如食物质量、食物供应频率和食物供应点的设置等,但关于光照、湿度、种群密度、寄主等因子对周氏啮小蜂生长发育的影响还有待一步研究,为今后寄生蜂的繁育和利用都有重要意义。

参考文献

陈慧, 2004. 椰子黑头履带虫的生物防治. 世界热带农业信息 (7): 21.  
李紫成, 吕宝乾, 周世豪, 彭正强, 王树昌, 金启安, 温海波, 2017. 温度对不同地理种群周氏啮小蜂寄生椰子织蛾的影响. 江苏农业科学, 45(14): 92-94.

吕宝乾, 严珍, 金启安, 温海波, 符悦冠, 李伟东, 彭正强, 2013. 警惕椰子织蛾 *Opisina arenosella* Walker(鳞翅目:织蛾科)传入中国. 生物安全学报, 22(1): 17-22.  
吕宝乾, 陈俊吕, 彭正强, 金启安, 温海波, 蔡波, 阎伟, 何杏, 2018. 新入侵害虫椰子织蛾的 3 种本地寄生蜂. 生物安全学报, 27(1): 35-40.  
MANJANATH T M, 黄德聪, 1987. 香蕉和椰子上的椰蛀蛾. 福建热作科技, 40(3): 40.  
阎伟, 吕宝乾, 李洪, 李朝绪, 刘丽, 覃伟权, 彭正强, 骆有庆, 2013. 椰子织蛾传入中国及其海南省的风险性分析. 生物安全学报, 22(3): 163-168.  
阎伟, 陶静, 刘丽, 李朝绪, 吕宝乾, 覃伟权, 彭正强, 骆有庆, 2015. 需引起警惕的棕榈科植物入侵害虫——椰子织蛾. 植物保护, 41(4): 212-217.  
杨忠岐, 1989. 中国寄生于美国白蛾的啮小蜂一新属一新种. 昆虫分类学报, 11(1/2): 117-130.  
JALALI S K, SINGH S P, VENKATESAN T, 2002. Selection of promising species of trichogrammatid egg parasitoid for field evaluation against coconut leaf eating caterpillar, *Opisina arenosella* Walker. *Journal of Plantation Crops*, 30: 30-32.  
PILLAI G B, NAIR K R, RAMACHANDRAN NAIR K, 1995. Superiority of the solitary parasitoids over gregarious species in the biological suppression of the coconut caterpillar, *Opisina arenosella* Walker. *Journal of Plantation Crops*, 23: 19-27.  
RAO Y R, 1924. An outbreak of *Nephantis serinopa* at Mangalore in 1922. *The Proceedings of the Fifth Entomology Meeting*: 92-98  
TELENGA N A, 1958. Biological methods of pest control in crops and forest plants in the USSR. *Moscow, Proceedings of the Ninth International Conference in Quarantine and Plant Protection*: 1-15.  
ZOEBELEIN G, 1956. Der honigtau als nahrung der insekten. *Zeitschrift fur angew and te Entonologie*, 38: 369-416.

(责任编辑:郭莹)