

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2022.02.008

红脉穗螟寄生蜂寄主选择研究

吕朝军, 钟宝珠*, 李朝绪, 凌 青, 张楚毓, 赵建超
中国热带农业科学院椰子研究所, 海南省热带油料作物生物学重点实验室, 海南 文昌 571339

摘要:【目的】优化红脉穗螟寄生蜂繁育技术,为该虫的生物防治提供参考。【方法】通过室内饲养研究了红脉穗螟幼虫寄生蜂褐带卷蛾茧蜂和蛹寄生蜂周氏啮小蜂(海南种)对4种昆虫的寄生效果,并对最佳接种比例进行筛选。【结果】褐带卷蛾茧蜂对大蜡螟幼虫寄生效果优于米蛾幼虫,且对黄粉虫和大麦虫幼虫不表现寄生特性,褐带卷蛾茧蜂和大蜡螟幼虫的最佳接种比例为1:1和2:1,其中在2:1接种比例处理中的寄生率和单寄主产蜂量分别为76.67%和34.60头;4种昆虫蛹均可用于繁育周氏啮小蜂,从寄主的繁育成本和寄生效果分析,以黄粉虫蛹效果较最佳,接种蜂虫比以2:1为宜,此时的单寄主产蜂量为148.60头。【结论】寄主和接种比例不同会影响寄生蜂的寄生效果,本研究中褐带卷蛾茧蜂适宜寄主为大蜡螟,最优蜂虫比为1:1和2:1,周氏啮小蜂(海南种)适宜寄主为黄粉虫,最优接种蜂虫比为2:1。

关键词: 红脉穗螟; 寄生蜂; 寄主选择; 接种比例



开放科学标识码
(OSID 码)

Study on host choice of *Tirathaba rufivena* (Walker) parasitic wasp

LÜ Chaojun, ZHONG Baozhu*, LI Chaoxu, LING Qing, ZHANG Chuyu, ZHAO Jianchao
Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Hainan Key Laboratory of Tropical Oil Crops Biology, Wenchang, Hainan 571339, China

Abstract:【Aim】The aim of this study was to optimize the breeding technology of parasitic wasps to provide a reference for the bio-control of *Tirathaba rufivena*.【Method】The parasitic effects of the pupae parasitic wasp, *Chouioia cunea*(Hainan population) and the larval parasitic wasp, *Bracon adoxophyesi*, on four kinds of insects were studied in the laboratory, and the best inoculation proportion of wasp and host was also screened.【Result】*B. adoxophyesi* showed a better parasitic effect in *Galleria mellonella* larva than in *Corcyra cephalonica* and exhibited no parasitism to *Tenebrio molitor* and *Zophobas atratus*. The best inoculation proportion between *B. adoxophyesi* and *G. mellonella* larva was 1:1 and 2:1. The parasitic ratio and offspring produced by *G. mellonella* larvae were 76.67% and 34.60% in proportion of 2:1, respectively. All pupae of the host assessed could be used to rear *C. cunea* with the best parasitic effect in *T. molitor*, considering the host rear cost and parasitic effect. The inoculation proportion of 2:1 *C. cunea* to *T. molitor* led to 148.60.【Conclusion】The difference in host and inoculation proportion could influence the parasitic effects, the most suitable host for *B. doxophyesi* was *G. mellonella*, and the appropriate inoculation proportion of wasp and host was 1:1 and 2:1; while for *C. cunea*, the recommended host was *T. molitor* at a proportion of 2:1.

Key words: *Tirathaba rufivena*; parasitic wasp; host selection; inoculation proportion

红脉穗螟 *Tirathaba rufivena* (Walker) 是槟榔 *Areca catechu* L.、油棕 *Elaeis guineensis* Jacq. 等棕榈作物的重要害虫,可通过为害花絮和心叶造成作物产量损失(黄山春等,2008;周亚奎等,2012; Muhammad *et al.*,2018;Zulkefli *et al.*,2015),目前针对该虫的防治仍以化学防治为主(潘润东等,2021)。近年来随着种植户综合防治意识提升以及消费者对农产品质量要求的提高,生物防治技术在红脉穗螟防治上的应用逐渐被重视,如细点扁股小蜂 *Elasmus punctulatus* Verma Hayat (甘炳春等,2011a,2011b,2013)、垫跗蝮 *Chelisoches morio* Fab. (钟宝珠等,2014)、昆虫病毒 HaNPV (甘炳春等,

2010)、昆虫病原线虫(钟宝珠等,2021a)、绿僵菌 *Metarhizium anisopliae* (吕朝军等,2014)等均对红脉穗螟具有防治潜力。

近年来,研究人员发现,褐带卷蛾茧蜂 *Bracon adoxophyesi* Minamikawa、周氏啮小蜂 *Chouioia cunea* Yang (海南种)对红脉穗螟具有一定的寄生能力,其中前者寄生红脉穗螟幼虫,后者寄生红脉穗螟蛹(钟宝珠等,2021b)。目前,针对这2种寄生蜂的规模化繁育技术研究还较少,其中,吕朝军等(2020)筛选出对褐带卷蛾茧蜂繁育效果较佳的接种器材60目养虫管,林玉英等(2008)分析了褐带卷蛾茧蜂的室内种群生命表,而对这2种寄生蜂的寄主优化选择、最佳接种比例等均有待阐明。为此,本文选择了4种常用试验昆虫为供试寄主,研究了这2种寄生蜂对它们的寄生效果和最佳接种比例,以期对红脉穗螟寄生蜂的规模化繁育提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

褐带卷蛾茧蜂成虫和蜂茧均采自海南屯昌南坤镇槟榔园;周氏啮小蜂(海南种)成虫采自海南陵水县椰子园。米蛾 *Corcyra cephalonica* (Stainton)、大蜡螟 *Galleria mellonella* (L.)、黄粉虫 *Tenebrio molitor* L.、大麦虫 *Zophobas atratus* (Fab.)均为中国热带农业科学院椰子研究所自繁自养。其中,米蛾、黄粉虫和大麦虫采用麦麸饲养,大蜡螟采用人工饲料(吴艳艳等,2010)饲养。

试虫饲养、寄主选择试验和接种比例试验均在室内开展,繁育温度为(26±1)℃,湿度70%~75%。以自制60目网管(φ30 mm,长75 mm)为褐带卷蛾茧蜂繁育器材,以指形管(φ15 mm,长100 mm)为周氏啮小蜂繁育器材。

1.2 试验方法

1.2.1 寄主选择 由于本试验中4种寄主的个体差异较大,操作中会出现寄生蜂麻痹寄主死亡而不产卵,及寄主着卵量存在较大差异的情况,因此,在保证充足寄主前提下,本研究以寄生蜂单雌繁蜂数为标准筛选最佳寄主。各处理寄生蜂均选择新羽化交配的雌蜂2头,接种米蛾数量为20头,大蜡螟、黄粉虫和大麦虫数量均为10头。寄生6 d后剔除未寄生的个体,持续观察被寄生的寄主,直至新的寄生蜂羽化为止,统计新羽化寄生蜂个体数并计算单雌寄生蜂所产后代个体数。每处理重复3次。

1.2.2 接种比例选择 褐带卷蛾茧蜂:大蜡螟5龄幼虫为寄主,蜂虫比分别为3:1、2:1、1:1、1:2和1:3。其中:3:1处理中每管30头蜂、10头寄主;2:1处理中每管20头蜂、10头寄主;1:1处理中每管10头寄主、10头蜂;1:2处理中每管10头蜂、20头寄主;1:3处理中每管10头蜂、30头寄主。试验重复3次。统计各处理寄生蜂寄生率、单雌蜂繁蜂数及单寄主出蜂量。

周氏啮小蜂:以黄粉虫初蛹(1~2日龄蛹)为接种寄主。接种方法和数据统计方法同褐带卷蛾茧蜂。

1.3 数据分析

采用Excel 2010进行绘图,所得数据均用平均数±标准误表示,差异显著性比较采用邓肯氏新复极差检验法(DMRT法)。

寄生率/%=被寄生寄主数/寄主总数×100;

单雌繁蜂量=各处理总出蜂数/各处理接种雌蜂数量;

单寄主产蜂量=各处理总出蜂数/各处理接种寄主数量。

2 结果与分析

2.1 寄生蜂寄主选择

褐带卷蛾茧蜂可寄生米蛾和大蜡螟幼虫,以大蜡螟处理组的单寄生蜂繁蜂数最多,平均(30.83±5.45)头,其次为米蛾幼虫处理组,以黄粉虫和大麦虫为寄主接种褐带卷蛾茧蜂,均未看到寄主被寄生的现象(图1A)。表明供试的4种昆虫中,大蜡螟适宜用来繁育褐带卷蛾茧蜂,而黄粉虫和大麦虫无法作为褐带卷蛾茧蜂的繁育寄主。

供试4种昆虫蛹接种周氏啮小蜂后,寄主均出现被寄生的现象,但以大蜡螟和黄粉虫蛹为寄主的后代寄生蜂数量较多,单头寄生蜂平均繁蜂数分别为(37.50±1.80)和(44.83±7.78)头,显著高于米蛾处理组和大麦虫处理组(图1B)。从寄主饲养难度和饲养成本的角度考虑,以黄粉虫蛹为周氏啮小蜂繁育寄主为宜。

2.2 寄生蜂与寄主接种比例选择

2.2.1 褐带卷蛾茧蜂 结果(表1)表明,随着蜂虫比的降低,大蜡螟的寄生率下降,其中:蜂虫比3:1处理组,寄生率最高(93.33%);蜂虫比1:3处理组,寄生率仅为31.11%。各处理的寄生蜂单雌产蜂数比较结果表明:蜂虫比3:1处理组的出蜂数

显著低于其他处理,仅为 8.97 头;蜂虫比 2 : 1、1 : 1、1 : 2 和 1 : 3 处理组单雌寄生蜂出蜂数分别为 17.30、22.37、22.70 和 21.93 头,且之间无显著差异。随着寄主数量的增加,单寄主出蜂数呈现下降趋势。因此,从寄主被寄生率、单雌出蜂数及单寄主繁蜂数等多方面考虑,以蜂虫比 1 : 1 和 2 : 1 接种最佳。

2.2.2 周氏啮小蜂 不同蜂虫比处理后,周氏啮小蜂寄生情况见表 2。结果表明,在 3 : 1 和 2 : 1 处

理中,寄主均被寄生蜂寄生,随着黄粉虫蛹比例增加,寄生率下降。单雌产蜂量中,3 : 1 处理组出蜂量最少(平均 45.91 头),而以 1 : 1 处理组最多(平均 89.13 头)。在黄粉虫单蛹出蜂数中,以 3 : 1 和 2 : 1 数量最多,分别为 137.73 和 148.60 头,之后随寄主增加,单蛹出蜂数呈现下降趋势。从试验结果可以看出,以 2 : 1 的蜂虫比进行周氏啮小蜂的接种,无论寄生率还是寄生蜂的后代数量均较高。

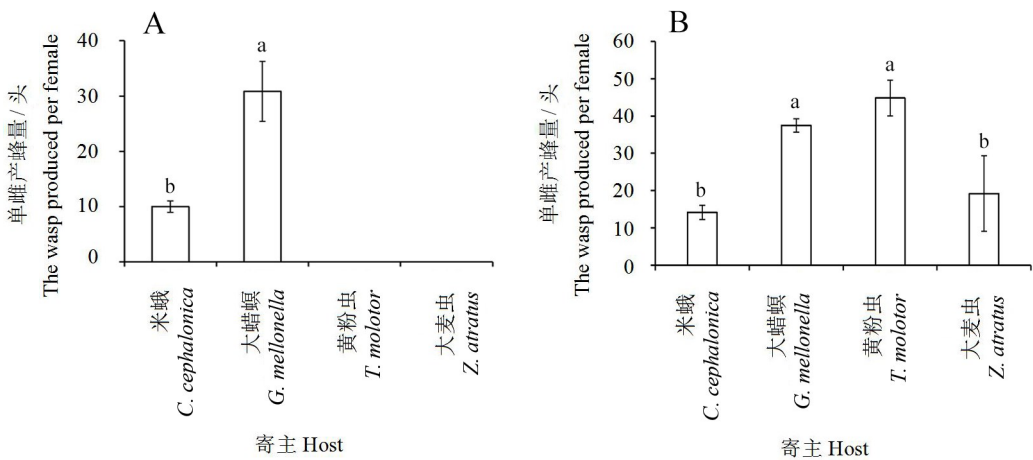


图 1 褐带卷蛾茧蜂 (A) 和周氏啮小蜂 (B) 以 4 种昆虫幼虫为寄主的单雌繁育后代数量

Fig.1 Number of offspring per *B. adoxyphesi* (A) and *C. cunea* (B) female larvae of four species of insect as hosts

不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

The different letters indicate significant difference ($P<0.05$).

表 1 蜂虫比对褐带卷蛾茧蜂寄生效果的影响

Table 1 Effect of ratio of wasp and host on parasitism of *B. adoxyphesi*

蜂虫比 Wasp : host	寄生率 Parasitic rate/%	单雌产蜂量/头 Offspring produced per wasp female	单寄主出蜂量/头 Offspring produced per host
3 : 1	93.33±3.33a	8.97±0.91b	26.90±2.72ab
2 : 1	76.67±3.33b	17.30±2.10a	34.60±4.20a
1 : 1	66.67±3.33b	22.37±1.24a	22.37±1.24b
1 : 2	46.67±3.33c	22.70±1.89a	11.35±0.95c
1 : 3	31.11±1.11d	21.93±1.42a	7.31±0.47c

同列数据后不同字母表明在 5% 水平上差异显著 (DMRT 法)。

The data in the same column followed by different letters indicate significant difference at 0.05 level (Duncan's).

表 2 不同蜂虫比接种对周氏啮小蜂寄生效果的影响

Table 2 Effect of different ratio of wasp and host on parasitism of *C. cunea*

蜂虫比 Wasp: host	寄生率 Parasitic rate/%	单雌产蜂量/头 Offspring produced per wasp female	单寄主出蜂量/头 Offspring produced per host
3 : 1	100.00±0.00a	45.91±2.25c	137.73±6.75a
2 : 1	100.00±0.00a	74.30±3.49b	148.60±6.98a
1 : 1	83.33±3.33b	89.13±5.74a	89.13±5.74b
1 : 2	53.33±4.41c	76.13±6.25b	38.07±3.12c
1 : 3	41.11±4.01c	64.17±7.01b	21.39±2.34d

同列数据后不同字母表明在 5% 水平上差异显著 (DMRT 法)。

The data in the same column followed by different letters indicate significant difference at 0.05 level (Duncan's).

3 讨论

在天敌昆虫的规模化繁育过程中,首先需要解决的是寄主选择问题,选择适宜的寄主可以在保障天敌获得最大量后代的同时大幅降低繁育成本。研究显示,花绒寄甲 *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) 寄主选用大麦虫蛹繁育出的后代成虫的体长、体宽、体质量均值都比原寄主松褐天牛 *Monochamus alternatus* Hope 幼虫繁育出来的大(姜嫄等,2021),而黄粉虫蛹、大蜡螟幼虫无法繁育出花绒寄甲成虫(王志华等,2018),其中黄粉虫蛹由于表皮硬化过快导致花绒寄甲初孵幼虫无法寄生(郑华英等,2016)。徐秀倩等(2019)在中华甲虫蒲螭 *Pyemotes zhonghuajia* Yu, Zhang & He 替代寄主研究发现,麻天牛 *Thyestilla gebleri* Faldermann 的寄生率最高为 99.33%,且产品成品率高达 96.00%,显著高于黄粉虫初蛹和大麦虫初蛹,且所需培养时间短。本研究中,供试 4 种昆虫幼虫仅大蜡螟和米蛾可以被褐带卷蛾茧蜂寄生,其中以大蜡螟为寄主产生的后代要高于米蛾。在试验中发现,褐带卷蛾茧蜂在确定寄主时,会先麻痹寄主,之后用产卵器在虫体表面反复试探,同时伴随用口器清洁寄主体表的行为。由于繁育饲料的不同,米蛾采用麦麸饲养,大蜡螟则选择人工饲料饲养,导致米蛾体表的粉尘远多于大蜡螟,褐带卷蛾茧蜂在清理米蛾体表时所用时间高于大蜡螟,同时大蜡螟体型要大于米蛾,且大蜡螟饲料中含有蜂蜜等甜味物质,可能是褐带卷蛾茧蜂易于选择大蜡螟进行寄生的原因。供试的 4 种昆虫蛹均可繁育出周氏啮小蜂,但繁蜂效果存在较大差异,其中以黄粉虫和大蜡螟蛹的效果较好。

在寄生蜂繁育过程中,适宜的蜂虫比对于接种的成功率和繁育成本控制具有重要意义。王志华等(2018)研究表明,大麦虫作为花绒寄甲幼虫替代寄主,最佳接虫比为 1:5,此时化蛹率达 70.40%,羽化率达 94.03%。麦蛾茧蜂与印度谷螟幼虫按 6(对):20(头)接入时,子代羽化成蜂数最多(87.5 头),且雌蜂比例最大(黄衍章等,2016)。杨文波等(2018)和代平礼等(2005)发现,以黄粉虫初蛹为寄主,不同蜂虫比对管氏肿腿蜂 *Scleroderma guani* Xiao et Wu 繁蜂量、寄生成功率等指标有较明显的影响,蜂虫比 2:1 时各项指标达到最佳。吴伟等(2008)在管氏肿腿蜂和川硬皮肿腿蜂 *Scleroderma*

sichuanensis Xiao 的寄主接种试验中发现,以松墨天牛幼虫为寄主,蜂虫比 3:1 时 2 种肿腿蜂感染率、寄生率、产卵量和出蜂量等均最佳。本研究中,综合寄生蜂的寄生率、单雌繁蜂数和单寄主出蜂数等因素,褐带卷蛾茧蜂和大蜡螟幼虫以蜂虫比 1:1、2:1 接种最佳,而周氏啮小蜂和黄粉虫以 2:1 的蜂虫比进行接种效果较好。同时,本研究发现,褐带卷蛾茧蜂和周氏啮小蜂麻痹寄主的数量要远远高于最终选择寄生的寄主数量,其最终选择寄生的具体原因还有待进一步研究。

参考文献

- 代平礼,徐志强,田慎鹏,2005. 利用黄粉甲繁育管氏肿腿蜂:不同蜂虫比对繁育效果的影响. 昆虫知识, 42(3): 308-311.
- 甘炳春,杨新全,周亚奎,黄良明,刘丽风,2010. HaNPV 对红脉穗螟弱化作用的研究. 江西农业学报, 22(10): 83-84, 92.
- 甘炳春,周亚奎,黄良明,林一鸣,2013. 槟榔红脉穗螟综合防治技术研究. 江西农业学报, 25(11): 86-88.
- 甘炳春,周亚奎,杨新全,何明军,黄良明,刘丽风,2011a. 红脉穗螟寄生性天敌扁股小蜂的人工大量繁殖技术. 中国森林病虫, 30(4): 29-30, 40.
- 甘炳春,周亚奎,杨新全,黄良明,2011b. 人工饲养的红脉穗螟繁殖扁股小蜂的研究. 江西农业学报, 23(2): 96-98.
- 黄山春,马子龙,吕烈标,覃伟权,李朝绪,李科明,2008. 海南槟榔种植地区红脉穗螟发生为害特点及其防治对策. 江西农业学报, 20(9): 81-83.
- 黄衍章,唐庆峰,蒋兴川,缪勇,2016. 寄主虫龄和蜂虫比对麦蛾茧蜂繁殖效率的影响. 安徽农业大学学报, 43(3): 457-461.
- 姜嫄,张翌楠,李志强,2021. 大麦虫作为替代寄主和人工饲料繁育花绒寄甲对其繁殖生物学的影响. 中国生物防治学报, 37(2): 209-217.
- 林玉英,金涛,金启安,温海波,彭正强,2018. 不同温度下褐带卷蛾茧蜂实验种群生命表. 植物保护, 44(1): 105-109.
- 吕朝军,钟宝珠,钱军,苟志辉,孙晓东,覃伟权,2014. 绿僵菌野生菌株对红脉穗螟幼虫的致病效果研究. 江西农业大学学报, 36(6): 1253-1257.
- 吕朝军,钟宝珠,覃伟权,李朝绪,阎伟,韩民光,2020. 不同繁育器材对褐带卷蛾茧蜂繁育效果比较. 环境昆虫学报, 42(3): 766-769.
- 潘润东,刘向蕊,李培征,2021. 8 种杀虫剂对槟榔红脉穗螟的毒力测定及混配比例的筛选. 植物医生, 34(4): 31-35.

- 王志华, 于静亚, 沈锦, 董立坤, 张涵, 2018. 花绒寄甲人工繁育及应用研究. 中国生物防治学报, 34(2): 226-233.
- 吴伟, 程绍传, 刘德波, 2008. 松墨天牛幼虫繁育肿腿蜂适宜蜂虫比研究. 西南林学院学报, 28(3): 24-29.
- 吴艳艳, 周婷, 王强, 代平礼, 龚星鑫, 罗其花, 刘锋, 宋怀磊, 2010. 大蜡螟饲料配方的优化. 昆虫知识, 47(2): 409-413.
- 徐秀倩, 裘梅, 程强, 李跃, 蒋明, 2019. 人工繁育中华甲虫蒲螨替代寄主的优化及对其他天敌存活的影响研究. 江苏林业科技, 46(5): 42-45.
- 杨文波, 吴国星, 吴道慧, 袁跃起, 秦小萍, 包强, 田春景, 2018. 不同蜂虫比对管氏肿腿蜂繁育效果的影响. 中国生物防治学报, 34(2): 234-239.
- 郑华英, 丁秀凤, 解春霞, 刘云鹏, 2016. 替代寄主繁育和饲料饲养对花绒寄甲成虫产卵及存活的影响. 江苏林业科技, 43(2): 13-16.
- 钟宝珠, 吕朝军, 李朝绪, 覃伟权, 2021a. 海南槟榔园昆虫病原线虫对红脉穗螟的致病力. 中国生物防治学报, 37(3): 431-435.
- 钟宝珠, 吕朝军, 钱军, 覃伟权, 苟志辉, 2014. 垫跗螋对红脉穗螟幼虫的捕食功能反应. 环境昆虫学报, 36(2): 194-198.
- 钟宝珠, 吕朝军, 覃伟权, 李朝绪, 2021b. 应用寄生蜂防治槟榔园红脉穗螟技术规程. 热带农业科学, 41(4): 79-81.
- 周亚奎, 甘炳春, 杨新全, 黄良明, 刘丽风, 何明军, 2012. 海南省槟榔红脉穗螟危害情况调查. 中国森林病虫, 31(1): 20-21.
- MUHAMMAD I S, ABU H A, ABDUL H A M, AIMAN H J, TING C S, CIKMOHDRIZUAN Z A, 2018. *Tirathaba rufivena* (Lepidoptera: Pyralidae) larval population in different female oil palm inflorescence phenology. *Serangga*, 23(3): 29-37.
- ZULKEFLI M, NORMAN K, RAMLE M, ALINDRA G S, SITI N H A, SITI R A A, 2015. Bunch moth, *Tirathaba rufivena* (Lepidoptera: Pyralidae) infestation census from oil palm plantation on peat soil in Sarawak. *Serangga*, 20(1): 43-53.

(责任编辑:郭莹)