环境昆虫学报 2020，42（6）：1458－1463
Journal of Environmental Entomology
http：//hjkcxb. alljournals. net
doi：10. 3969/j. issn. 1674－0858. 2020. 06. 21



唐艳龙，王丽娜，何浪群，张彦龙，王小艺，杨忠岐．接种量对花绒寄甲繁殖的影响［J］．环境昆虫学报，2020，42（6）：1458－1463.

接种量对花绒寄甲繁殖的影响

唐艳龙[1]，王丽娜[1]，何浪群[1]，张彦龙[2*]，王小艺[2]，杨忠岐[2]
（1. 遵义师范学院生物与农业科技学院/贵州省赤水河流域动物资源保护与应用研究重点实验室，贵州遵义 563002；
2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所/国家林业和草原局森林保护学重点实验室，北京 100091）

摘要：释放花绒寄甲防治天牛已成为重要手段，而繁殖花绒寄甲时，接种花绒寄甲幼虫到大麦虫蛹体时，控制合适的接种量是提高花绒寄甲繁殖数量和质量的关键技术。本研究通过在替代寄主上人工接种不同数量的花绒寄甲幼虫，观察其发育情况及其子代数量、质量等指标，明确最佳接种量。结果表明：随着接种量的增加，花绒寄甲幼虫历期和蛹历期明显缩短，其中接种4头/个和6头/个，幼虫历期为13 d，蛹历期为33 d，而接种14头/个和16头/个时，幼虫历期短于12 d，蛹历期明显缩短为28～29 d。花绒寄甲结茧数随接种量增加而增加，接种数为16头/个时，结茧数最多，接近7个。花绒寄甲结茧率随着接种量增多而降低，4头/个时，结茧率最高为72.3%。接种量对花绒寄甲子代个体数量和大小均有显著影响，其中接种8头/个时，羽化数平均为4.3头，显著高于接种4头/个（羽化数平均为2.8头），明显低于接种16头/个（羽化数平均为6.9头）。接种量为4头/个和6头/个时，子代成虫个体最大，单头重平均每头可达0.035 g，接种量为8头/个时，成虫单头重平均每头0.032 g左右，接种量达到16头/个时，单头重最轻，为0.023 g。对花绒寄甲羽化率无显著影响，7个处理下子代羽化率均较高，平均在94.4%～100%。接种量越少，更利于花绒寄甲的生长发育，当接种量为4头/个时，花绒寄甲成虫发育最好，其子代个体最大，但子代数较少。因此，利用大麦虫蛹繁育花绒寄甲种虫时，最佳接种量为4头/个，而需要规模化繁育花绒寄甲作为天敌使用时，综合考虑子代数量和质量以及经济成本，最佳接种量为8头/个。

关键词：花绒寄甲；接种量；子代数量；子代质量
中图分类号：Q965；S476　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1674－0858（2020）06－1458－06

Effect of inoculation density on reproductive efficiency of *Dastarcus helophoroides* Fairmaire (Coleoptera: Bothrideridae)

TANG Yan-Long[1], WANG Li-Na[1], HE Lang-Qun[1], ZHANG Yan-Long[2*], WANG Xiao-Yi[2], YANG Zhong-Qi[2] (1. College of Biology and Agriculture, Zunyi Normal University/Laboratory of Regional Characteristic for Conservation and Utilization of Plant Resource in Chishui River Basin, Zunyi 563002, Guizhou Province, China; 2. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry/Key Laboratory of Forest Protection of National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Releasing *Dastarcus helophoroides* parasitoids to control longhorn beetle was an important way in China, and appropriate inoculation density was necessary for artificial propagation of *D. helophoroides*. The optimal inoculation density was determined by artificial inoculation of different densities of *D. helophoroides* larvae on alternative hosts and observed their developmental stage and offspring quality in this paper. The

基金项目：国家重点研发计划资助项目（2018YFC1200400）；遵义师范学院博士基金（遵师BS［2017］05号）；中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金（CAFYBB2018SZ006－3）
作者简介：唐艳龙，男，湖北宜昌人，博士，副教授，主要研究方向为林业有害生物防治，E－mail：15120086160@163.com
* 通讯作者 Author for correspondence：张彦龙，博士，副研究员，主要研究方向为害虫生物防治，Email：zhangyl@caf.ac.cn
收稿日期 Received：2019－11－29；接受日期 Accepted：2020－01－16

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

results showed that the larval stage and pupal stage of the beetle was significantly shortened with the increase of inoculation density, the larval stage and pupal stage was 13 days and 33 days respectively when 4 larvae or 6 larvae were inoculated. But the larval stage was less than 12 days, and the pupal stage was shortened to 28 ~ 29 days when 14 larvae or 16 larvae were inoculated. The number of cocoons were increased with the increase of inoculation density, when 16 larvae were inoculated, the number of cocoons was up to 7 at most, but the cocooning rate of the beetles was decreased with the increase of inoculation quantity, and the highest rate was 72.3% when 4 larvae were inoculated. The number and size of *D. helophoroides* offspring had a significant relationship with the inoculation density, and the average number of *D. helophoroides* offspring was 4.3 adults when 8 larvae were inoculated, and the average number was significant increase to 6.9 adults when 16 larvae were inoculated, and when 4 larvae were inoculated, the average number was significant decreased to 2.8 adults. The single adult weight was 0.035 g when 4 larvae or 6 larvae were inoculated, and when 8 larvae were inoculated, the weight decreased to 0.032 g, and when 16 were inoculated, the weight was reduced up to minimum only 0.023 g. The emergence rate of *D. helophoroides* pupa was from 94.4% to 100% in 7 tested treatments. Generally, the number of inoculated larvae were less, the body size of the offspring adult was larger, so if in order to get the breeding adult, the best inoculation density was 4 larvae one host, but if to get more adult to release in the field, the best inoculation number was 8 larvae.

Key words: *Dastarcus helophoroides* Fairmaire; inoculation number; offspring adult number; offspring quality

花绒寄甲 *Dastarcus helophoroides* 属鞘翅目寄甲科，原名花绒坚甲，又名花绒穴甲、木蜂寄甲，后中国林业科学研究院杨忠岐教授根据其寄生性习性，将其中文名更名为花绒寄甲（魏建荣等，2007；Yang *et al.*，2014）。花绒寄甲是我国多种天牛类重大蛀干害虫的主要天敌（秦锡祥和高瑞桐，1988；魏建荣等，2007；Yang *et al.*，2014），对抑制天牛的发生有重要作用（Yang *et al.*，2014；杨忠岐等，2018）。可寄生松褐天牛 *Monochamus alternatus*、栗山天牛 *Massicus raddei*、星天牛 *Anoplophora chinensis*、云斑天牛 *Batocera lineolata*、光肩星天牛 *A. glabripennis*、锈色粒肩天牛 *Apriona swainsoni* 等害虫的幼虫和蛹（Yang *et al.*，2014；杨忠岐等，2018）。花绒寄甲在我国广泛分布，最北见于吉林省梅河口市（高峻崇等，2003），最南见于广东省深圳市（黄焕华等，2003），最西见于宁夏中宁（黄大庄等，2008），后被引入甘肃和新疆，依然可以存活（周嘉熹等，1985）。魏建荣等（2010）测定了花绒寄甲的过冷却点，表明其野外种群的过冷却点平均为 -23.9℃，最低可达到 -27.3℃，表明花绒寄甲在我国具有广泛的适应性。国外仅日本报道有花绒寄甲分布（URANO，2003）。

虽然花绒寄甲在我国广泛分布，但其自然种群数量一般偏低，如 2002 年发现寄生栗山天牛的花绒寄甲一共只采集到了 350 头（高峻崇等，2003），而寄生松褐天牛的花绒寄甲一般一株树也就几头（黄焕华等，2003）。当林间天牛种群数量较大的时候，花绒寄甲的种群数量也会随之增加。为有效控制天牛的种群密度，需人工繁育大量的花绒寄甲并释放到林间。当前，国内外学者对花绒寄甲的生物学和生态学特性（秦锡祥和高瑞桐，1988；魏建荣等，2007；2008；2010；李有忠等，2009）、幼虫人工饲料（尚梅等，2009）等多方面开展了研究，掌握了花绒寄甲的基本特征及其人工繁育技术（王志华等，2018；张雪，2018）。在解决花绒寄甲成虫人工饲料的技术问题，获得大量卵之后，把花绒寄甲幼虫接到大麦虫蛹体时，控制合适的接种量，又成为提高花绒寄甲繁殖数量和繁殖质量的关键技术。因此，开展本研究可为高效繁育花绒寄甲提供参考。

1　材料与方法

1.1　实验材料

实验所用大麦虫为淘宝网所购，花绒寄甲为国家林业局贵州省天敌繁育中心提供。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1.2 试验方法

1.2.1 替代寄主的准备

选择健康活跃、质量大小相近的大麦虫蛹(化蛹时间为1 d内)作为替代寄主。

1.2.2 花绒寄甲种虫的准备

将上述花绒寄甲(来源于原始寄生松褐天牛的个体在室内人工繁育的种群)卵卡放入黑色密封盒内,放入温度27℃,相对湿度60%的培养箱内,每日观察,待幼虫孵化后(孵化时间为1 d内),选择爬行较快,健康的幼虫接种。

1.2.3 接种方法

用毛笔将花绒寄甲幼虫接到大麦虫蛹体上,每个蛹体分别接入4、6、8、10、12、14和16头幼虫,装进透明试管中,用棉塞堵口,每个接种量重复30次。

1.2.4 观察数据

将接种好的花绒寄甲放入温度27℃,湿度60%的光照培养箱中,光周期L∶D=16 h∶8 h,光照强度为3 000 Lux。每天早晚各观察1次,间隔时间为12 h,观察记录从接种到发育成老熟幼虫(老龄幼虫胸足退化,腹部变得特别肥大,头、胸部很小,呈蛆形)的时间,记录为幼虫历期,从老熟幼虫开始结茧到成虫羽化的时间,记录为蛹历期,并记录每管的结茧数、羽化数,称量每管所有成虫的总重量(使用梅特勒电子天平,精确到0.0001)等数据,计算结茧率(%)=(结茧数/接种数)×100、羽化率(%)=(羽化数/结茧数)×100、繁殖率(%)=(羽化数/接种数)×100和单头重=总重量/子代数量。

1.3 数据处理

所有数据采用DPS处理,用单因素方差分析,LSD法多重比较各组数据间的差异。

2 结果与分析

2.1 接种量对花绒寄甲幼虫历期和蛹历期的影响

花绒寄甲的幼虫历期平均在11.8~13.1 d范围。不同接种量下花绒寄甲幼虫历期差异显著($F=4.971$, df=6, 195, $P<0.0001$)(图1)。当接种花绒寄甲的数量分别为4、6、8、10、12头/个时,幼虫历期没有显著差异,分别为13.1、13.0、12.7、12.6、12.8 d,接种数为4头/个和6头/个时幼虫历期大于13 d,而当接种数为14头/个和16头/个,幼虫历期天数明显缩短,少于12 d,与前几组差异显著。

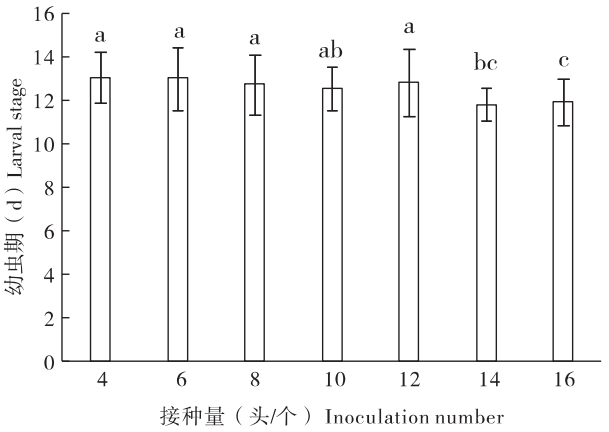


图1 不同接种量下花绒寄甲的幼虫历期

Fig. 1 Larval stage of *Dastarcus helophoroides* in different inoculation number

注:图中数据为平均值±标准差,不同小写字母表示在5%水平差异显著,下同。Note: Data are mean±SD, different letters on the coulumn indicate significant difference ($P<0.05$), the same below.

花绒寄甲的蛹历期在28~33 d(图2)。随着接种量的增加,花绒寄甲蛹历期逐渐缩短,且各处理之间差异显著($F=20.383$, df=6, 195, $P<0.0001$)。当接种量为4头/个或6头/个时,蛹历期最长,平均超过33 d。接种数在8、10、12头/个时,3组的蛹历期平均在30~31 d,无显著差异,与前两组相比,花绒寄甲蛹历期显著缩短。当接种数大于12头/个,花绒寄甲蛹历期缩短到28~29 d,与前几组差异显著。

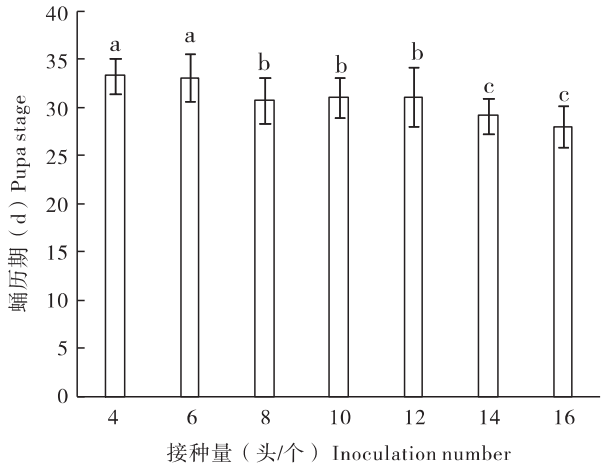


图2 不同接种量下花绒寄甲的蛹历期

Fig. 2 Pupa stage of *Dastarcus helophoroides* in different inoculation number

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2　接种量对花绒寄甲结茧数和结茧率的影响

随接种量增多，花绒寄甲的结茧数增多，各组之间差异显著（$F = 21.297$，df = 6，195，$P < 0.0001$）（表 1）。接种 4 头/个、6 头/个时，花绒寄甲结茧数最少，平均结茧数在 3 个左右。接种数在 8 头/个或 10 头/个时，平均结茧数为 4 个左右，与其他几组差异显著。当接种数大于 12 头时，如 14 头/个、16 头/个时结茧数量最多，平均数量接近 7 个，显著多于其他处理。

随接种量的增加，结茧率呈显著下降趋势（$F = 7.013$，df = 6，195，$P < 0.0001$）。当接种数为 4 头/个时，结茧率最高，可达 72.3%，显著高于其他处理。接种数为 6、8、10、12 和 14 头/个时，结茧率无显著差异，结茧率分别为 49.5%、53.7%、45.3%、54.3% 和 46.3%，16 头/个时，结茧率最低，为 43.1%。

表 1　接种量对花绒寄甲结茧数、结茧率、羽化数、羽化率及成功率的影响

Table 1　Cocooning number, cocooning rate, eclosion number, eclosion rate and success rate of *Dastarcus helophoroides* in different inoculation number

接种量（头/个）Inoculation number	样本数（个）Sample size	结茧数（个）Cocooning number	结茧率（%）Cocooning rate	羽化数（头）Eclosion number	羽化率（%）Eclosion rate	成功率（%）Success rate
4	28	2.9 ± 0.1 d	72.3 ± 23.9 a	2.9 ± 0.9 d	99.1 ± 4.7 a	71.4 ± 23.3 a
6	27	3.3 ± 1.5 d	54.3 ± 25.2 b	3.2 ± 1.6 d	94.4 ± 16.0 a	52.5 ± 27.2 bc
8	27	4.3 ± 1.4 c	53.7 ± 16.9 b	4.3 ± 1.4 c	100.00 a	53.7 ± 16.9 b
10	30	4.5 ± 1.6 c	45.3 ± 16.3 bc	4.4 ± 1.8 c	95.4 ± 15.2 a	43.7 ± 17.9 bc
12	25	5.7 ± 2.9 b	47.3 ± 24.0 bc	5.6 ± 2.8 b	99.0 ± 5.0 a	46.7 ± 23.7 bc
14	30	6.9 ± 2.0 a	49.5 ± 14.0 bc	6.9 ± 2.0 a	100.00 a	49.5 ± 14.0 bc
16	29	6.9 ± 2.3 a	43.1 ± 14.5 c	6.8 ± 2.4 a	98.0 ± 10.6 a	42.2 ± 15.2 c

2.3　接种量对花绒寄甲羽化数和羽化率的影响

随着接种量的增加，成虫的羽化数量显著增加（$F = 20.317$，df = 6，195，$P < 0.0001$）（表 1）。接种 4 头/个和 6 头/个时，两组之间差异不显著，平均羽化数为 2 ~ 3 头。当接种数为 8 头/个、10 头/个时，羽化数平均超过 4 头。接种数为 12 头/个时，平均羽化数为 5.6 头。接种 14 头/个和 16 头/个时，羽化数最高，均接近 7 头。

7 个实验组花绒寄甲的羽化率均较高，平均在 94.4% ~ 100%，各组间差异较小（$F = 1.464$，df = 6，195，$P = 0.1927$）（表 1）。其中，接种 8 头/个和 14 头/个的处理，其羽化率最高，为 100%，接种 6 头/个的，羽化率最低，为 94.4%。

2.4　接种量对花绒寄甲繁育成功率的影响

繁育成功率随着花绒寄甲接种量的增多呈下降趋势（$F = 6.728$，df = 6，195，$P < 0.0001$）（表 1）。接种数为 4 头/个时，花绒寄甲的繁育成功率最高，为 71.4%，与其他组差异显著；接种 6、8、12、14、16 头/个，成功率分别为 49.5%、53.7%、52.5%、46.7%、43.7%，且差异不显著。接种数为 10 头/个时，繁育成功率最低，为 42.2%。

2.5　接种量对花绒寄甲的成虫总重量和单头重的影响

随接种量增多，花绒寄甲成虫总重量呈显著增加趋势（$F = 8.141$，df = 6，146，$P < 0.0001$）。当接种数为 4 头/个和 6 头/个时，其总重量最低，分别为 0.098 g 和 0.105 g；当接种数为 14 头/个时，其总重量最高，为 0.158 g；当接种数为 8、10、12 和 16 头/个时，平均总重量在 0.134 ~ 0.142 g 之间，差异较小（见图 3）。

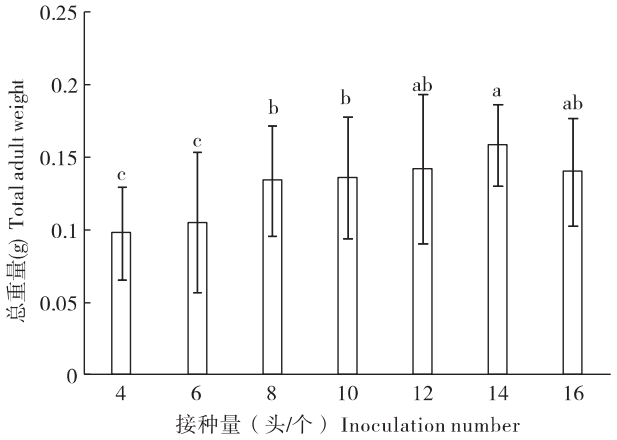


图 3　不同接种量下花绒寄甲的成虫总重量

Fig. 3　Total adult weight of *Dastarcus helophoroides* in different inoculation number

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

接种量对花绒寄甲成虫单头重有显著影响（$F = 20.83$，df = 6，195，$P < 0.0001$）。接虫数越少，花绒寄甲的单头重越大。接种数为 4 头/个和 6 头/个时，花绒寄甲的成虫单头重最大，平均为 0.035 g。接种数为 14 头/个和 16 头/个时，单头重最小，分别为 0.024 g 和 0.023 g，显著低于其他组。当接种量在 8、10、12 头/个时，单头重分别为 0.032 g、0.033 g 和 0.028 g（见图 4）。

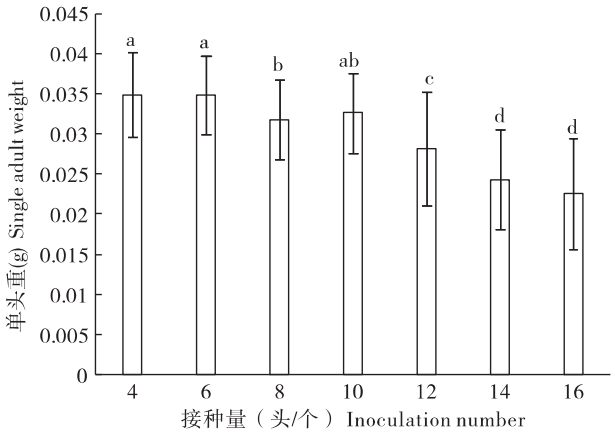


图 4 不同接种量下花绒寄甲的成虫单头重

Fig. 4 Single adult weight of *Dastarcus helophoroides* in different inoculation number

3 讨论与结论

天敌昆虫有一定的跟随效应，花绒寄甲亦不例外（唐艳龙等，2018）。在实际应用中，指望害虫大发生后的自然天敌来控制害虫是不现实的。对于天牛类害虫而言，需要在害虫种群数量较少时就采取防治措施，这就需要把人工繁育的大量天敌昆虫释放到林间防治害虫。从实验结果来看，假如需要繁育花绒寄甲种虫，每头寄主接较少的花绒寄甲最为有利，实验发现每头寄主只接 4 头天敌时，虽然数量较少，但繁育出来的花绒寄甲个体最大。如果需要繁育大量花绒寄甲做为天敌使用，则比较适宜的接种量是 8 头，这样繁殖出来的成虫虽然不是最多，但个体也比较大。

一般来说，在同一替代寄主上接入过多的花绒寄甲，使得替代寄主的营养不能使花绒寄甲幼虫充分发育而提前结束幼虫历期和蛹历期，这直接导致其子代个体较小，本实验的结果与此推断一致，当接种比例为 14 头/个和 16 头/个时，其幼虫历期和蛹历期均显著缩短，子代单头重最小，分别只有 0.024 g 和 0.023 g。有意思的是，即使花绒寄甲营养不足，其仍然能够完成发育，有些小个体的花绒寄甲只有大个体成虫的一半大小。目前尚不清楚，这种小个体的花绒寄甲是否能正常产卵及其产卵能力如何，但本实验也发现，在寄主营养充足的情况下，其子代个体均较大，只有在营养不足的情况下，才会出现小个体的花绒寄甲。这提示在繁育花绒寄甲的过程中，不能一味追求数量的多少，而忽略了质量。

实验还发现，接种量对花绒寄甲结茧率影响很大，而对羽化率影响较小。当接种量为 4 头/个时，结茧率最高，可达 75%。其他处理下，结茧率只有 50% 左右。而羽化率在 94.4% ~ 100% 之间。这说明花绒寄甲幼虫期死亡率较高，特别是寄主营养不足的情况下，而蛹期死亡率较低。另外，可以看出，影响花绒寄甲幼虫死亡的不仅仅是寄主营养，在接种量为 6 头/个和 8 头/个时，其死亡率也接近 50%。因此，可能还存在其他因素，影响了花绒寄甲幼虫的存活，具体还需要后续研究才能明确。

当前，针对不同的天牛类害虫，我国已经建立了 10 余个天敌繁育中心，每年繁育几千万头不同生物型的花绒寄甲成虫和大量的卵来防治天牛类蛀干害虫（杨忠岐等，2018）。但这些天敌的数量仍然远远不能满足当前需要，当前我国松褐天牛、光肩星天牛、星天牛等仍呈高发态势。这一方面，依赖于人工饲料的应用，虽然当前已有花绒寄甲幼虫的人工饲料，但在生产实践中应用仍然较少。另一方面，急需要解决人工繁育花绒寄甲的机械化过程，才能进一步提高花绒寄甲的产量，进而降低花绒寄甲的成本，以发挥花绒寄甲在天牛防治过程中的作用。

随着花绒寄甲的大量应用，人工繁育花绒寄甲的质量评价亟需解决。花绒寄甲成虫的个体大小、寿命和产卵能力，成虫的储存时长和温湿度条件，产品的包装方式和运输条件等都需要进一步研究明确，为规范化、标准化繁育花绒寄甲等天敌昆虫提供依据。另外，已有研究表明，花绒寄甲已经因寄主的不同产生了分化（姜媛等，2019），当前已在松褐天牛、光肩星天牛、锈色粒肩天牛、栗山天牛、云斑天牛和星天牛等害虫上发现了自然寄生的不同生物型花绒寄甲（Yang *et al.*，2014；杨忠岐等，2018），原发现于松褐天牛的花绒寄甲对松褐天牛的寄生效率更高，对其

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

他天牛的寄生能力要低一些（Wei *et al.*，2009），这6种生物型花绒寄甲对其他天牛的寄生效率也有差异（门金等，2017）。所以在实际应用中，应选用合适的生物型花绒寄甲来防治靶标害虫。一直以来，昆虫生物种的形成主要以生殖隔离和地理隔离为主，这种因寄主不同导致的物种种内变异是否会导致新物种的形成，值得深入研究。

参考文献（References）

Gao JC, Shan GM, Zhao HB, *et al.* First discovery the natural enemy of *Massicus raddei* in Jilin Province, a Cerambycid beetle (*Dastarcus helophoroides*) [J]. *Jilin Forestry Science and Technology*, 2003, 32 (1): 45. [高峻崇, 山广茂, 赵海彬, 等. 吉林省首次发现捕食栗山天牛的天敌——花绒坚甲 [J]. 吉林林业科技, 2003, 32 (1): 45]

Huang HH, Xu ZF, Yang ZQ, *et al.* The important natural enemy of *Monochamus alternatus*, a Cerambycid beetle (*Dastarcus helophoroides*) [J]. *Guangdong Forestry Science and Technology*, 2003, 19 (4): 76 – 77. [黄焕华, 许再福, 杨忠岐, 等. 松褐天牛的重要天敌花绒坚甲 [J]. 广东林业科技, 2003, 19 (4): 76 – 77]

Huang DZ, Yang ZQ, Bei B, *et al.* Geographical distribution of *Dastarcus helophoroides* in China [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2008, 44 (6): 171 – 175. [黄大庄, 杨忠岐, 贝蓓, 等. 花绒寄甲在中国的地理分布区 [J]. 林业科学, 2008, 44 (6): 171 – 175]

Jiang Y, Zhang YN, Li ZQ, *et al.* Genetic differentiation among six different host population of *Dastarcus helophoroides* [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2019, 35 (4): 548 – 556. [姜媛, 张翌楠, 李志强, 等. 我国花绒寄甲不同寄主种群的遗传分化 [J]. 中国生物防治学报, 2019, 35 (4): 548 – 556]

Li YZ, Yang ZQ, Li ML. Study on the relationship between temperature and the growth and procreation of *Dastarcus helophoroides* Fairmaire [J]. *Journal of Northwest A & F University* (Nat. Sci. Ed.), 2009, 379 (2): 25 – 27. [李有忠, 杨忠岐, 李孟楼. 温度与花绒寄甲发育及生殖关系的研究 [J]. 西北农业科技大学学报 (自然科学版), 2009, 379 (2): 25 – 27]

Men J, Cao DD, Zhao B, *et al.* Behavioral responses of adults of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) populations originated from different hosts to larval frass of *Aromia bungii* (Coleoptera: Cerambycidae) and their control effect on *A. bungii* population [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2017, 60 (2): 229 – 236. [门金, 曹丹丹, 赵斌, 等. 不同寄主来源种群花绒寄甲成虫对桃红颈天牛幼虫虫粪的行为趋性和种群控制效果 [J]. 昆虫学报, 2017, 60 (2): 229 – 236]

Qin XX, Gao RT. The research of biological characteristics and application of *Dastarcus helophoroides* [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 1988, 25 (2): 109 – 112. [秦锡祥, 高瑞桐. 花绒坚甲生物学特性及应用研究 [J]. 昆虫知识, 1988, 25 (2): 109 – 112]

Shang M, Shu BF, Li ML. Fodder development for *Dastarcus helophoroides* larvae (Coleoptera: Colydlidae) [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2009, 24 (1): 136 – 169. [尚梅, 苏宝峰, 李孟楼. 花绒寄甲幼虫人工饲料的研究 [J]. 西北林学院学报, 2009, 24 (1): 136 – 169]

Tang YL, Jiang J, Wang XY, *et al.* Geostatistic analysis on spatial patterns of *Massicus raddei* and its parasitoid *Dastarcus helophoroides* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2018, 40 (2): 290 – 298. [唐艳龙, 姜静, 王小艺, 等. 栗山天牛及其天敌花绒寄甲空间分布的地统计学分析 [J]. 环境昆虫学报, 2018, 40 (2): 290 – 298]

Urano T. Preliminary release experiments in laboratory and outdoor cages of *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) (Coleoptera: Bothrideridae) for biological control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute*, 2003, 2 (4): 255 – 262.

Wang ZH, Yu JY, Shen JH, *et al.* Artificial rearing technology of *Dastarcus helophoroides* and application [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2018, 34 (2): 226 – 233. [王志华, 于静亚, 沈锦花, 等. 花绒寄甲人工繁育及应用研究 [J]. 中国生物防治学报, 2018, 34 (2): 226 – 233]

Wei JR, Yang ZQ, Ma JH, *et al.* Progress on the research of *Dastarcus helophoroides* [J]. *Forest Pest and Disease*, 2007, 26 (3): 23 – 25. [魏建荣, 杨忠岐, 马建海, 等. 花绒寄甲研究进展 [J]. 中国森林病虫, 2007, 26 (3): 23 – 25]

Wei JR, Yang ZQ, Tang H, *et al.* Behavior of a Cerambycid parasitoid beetle (*Dastarcus helophoroides*) [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2008, 44 (7): 50 – 55. [魏建荣, 杨忠岐, 唐桦, 等. 花绒寄甲成虫的行为观察 [J]. 林业科学, 2008, 44 (7): 50 – 55]

Wei JR, Yang ZQ, Poland TM, *et al.* Parasitism and olfactory responses of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) to different Cerambycid hosts [J]. *Biocontrol*, 2009, 54 (6): 733 – 742.

Wei JR, Wang SY, Niu YL, *et al.* Cold tolerance of *Dastarcus helophoroides* [J]. *Forest Pest and Disease*, 2010, 29 (5): 19 – 20. [魏建荣, 王素英, 牛艳玲, 等. 花绒寄甲耐寒性研究 [J]. 中国森林病虫, 2010, 29 (5): 19 – 20]

Yang ZQ, Wang XY, Zhang YN. Recent advances in biological control of important native and invasive forest pests in China [J]. *Biological Control*, 2014, 68 (1): 117 – 128.

Yang ZQ, Wang XY, Zhang YN, *et al.* Research advances of Chinese major forest pests by integrated management based on biological control [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2018, 34 (2): 1 – 21. [杨忠岐, 王小艺, 张翌楠, 等. 以生物防治为主的综合控制我国重大林木病虫害研究进展 [J]. 中国生物防治学报, 2018, 34 (2): 1 – 21]

Zhang X. Effects of *Dastarcus helophoroides* Larval Density on the Degeneration of Substitute Host Nutrition and Metabolism [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2018. [张雪. 花绒寄甲幼虫密度对替代寄主营养代谢的影响 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2018]

Zhou JX, Lu XZ, Lu YZ. Control *Anoplophora nobilis* by introducing *Dastarcus helophoroides* [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 1985, 22 (2): 84 – 86. [周嘉熹, 鲁新政, 逯玉中. 引进花绒寄甲防治黄斑星天牛试验报告 [J]. 昆虫知识, 1985, 22 (2): 84 – 86]

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net