

DOI:CNKI:61-1390/S.20120109.1234.021

网络出版时间:2012-01-09 12:34

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120109.1234.021.html

花绒寄甲防治松褐天牛最佳释放条件的筛选

秦瑞豪¹,李孟楼¹,张翌楠²,杨忠岐³

(1 西北农林科技大学 林学院,陕西 杨凌 712100;2 北京农业职业学院,北京 102442;

3 国家林业局森林保护学重点实验室,中国林业科学研究院 森林生态环境与保护研究所,北京 100091)

【摘 要】 【目的】确定利用花绒寄甲防治松褐天牛的最佳释放条件。【方法】采用 $L_{16}(4^5)$ 正交试验设计,选取成虫释放密度、释放方法、释放时间及卵释放密度、释放时间等影响因素,每因素设 4 个水平,进行正交试验,以寄生率为考察指标,确定释放花绒寄甲的最佳条件,并对最佳条件进行验证。【结果】各因素对花绒寄甲寄生松褐天牛寄生率影响的大小顺序为:成虫释放时间>成虫释放密度>卵释放时间>卵释放密度>成虫释放方法。花绒寄甲的最佳释放条件为:在 3 月初每个松褐天牛蛀孔通过随机法释放花绒寄甲成虫 1 头,在 5 月初每个松褐天牛蛀孔释放花绒寄甲卵 40 粒。【结论】确定了花绒寄甲的最佳释放条件,在该条件下,花绒寄甲对松褐天牛的寄生率可达 87.17%。

【关键词】 花绒寄甲;释放量;松褐天牛

【中图分类号】 S763.160.6

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)02-0092-05

Screening for the release conditions of *Dastarcus helophoroides* to control *Monochamus alternatus*

QIN Rui-hao¹, LI Meng-lou¹, ZHANG Yi-nan², YANG Zhong-qi³

(1 College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442, China; 3 The Key Laboratory of Forest Protection, State Forestry Administration of China, Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: 【Objective】 The study was to obtain the optimization conditions of releasing *Dastarcus helophoroides* against *Monochamus alternatus*. 【Method】 With parasitism rate as an indicator, $L_{16}(4^5)$ of the orthogonal test design was used to obtain the optimization conditions of releasing *D. helophoroides* to analyze adults release density by selecting the density of adults and eggs, time and method factors (each factor set four levels), and verify the optimal conditions. 【Result】 Results showed that the influence of various factors on parasitism was in the order of: adult release time>adult release density>egg release time>egg release density>adult release method. The optimal release condition of adult was releasing *D. helophoroides* in the ratio of 1:1 (adult:entrance hole) on early march by the uniform release method. The optimal release density of egg was 40:1 (egg:entrance hole), and the optimal egg release time was early May. 【Conclusion】 The release conditions were optimized, under in these conditions, the parasitism of *D. helophoroides* against *M. alternatus* parasitism rate can achieve 87.17%.

Key words: *Dastarcus helophoroides*; release quantity; *Monochamus alternatus*

花绒寄甲 (*Dastarcus helophoroides* (Fairmaire)) 别名花绒坚甲、花绒穴甲、木蜂寄甲和缢翅

* [收稿日期] 2011-08-16

[基金项目] 林业公益性行业科研专项(200904025)

[作者简介] 秦瑞豪(1980—),男,山西祁县人,在读博士,主要从事森林害虫生物防治研究。E-mail:qinruihao@163.com

[通信作者] 杨忠岐(1952—),男,陕西岐山人,研究员,主要从事森林害虫生物防治和天敌昆虫分类研究。E-mail:yzhq@caf.ac.cn

寄甲等^[1],杨忠岐^[2]认为这种甲虫为寄生性昆虫,故将其名称改为更能反映其生物学习性的名称,即花绒寄甲。

松材线虫病(病原线虫 *Bursaphelonchus xylophilus*)是我国松树的毁灭性病害,而松褐天牛(*Monochamus alternatus*)是该病害的主要传播媒介,因此控制其危害可有效控制松材线虫病的蔓延^[3-6]。松褐天牛是蛀干性害虫,具有很强的隐蔽性,用常规防治方法很难奏效,而花绒寄甲对松褐天牛有较好的控制效果^[7-10]。Kobayashi 等^[4]报道,花绒寄甲是松褐天牛的重要天敌,能引起松褐天牛较高的幼虫死亡率。汪永俊^[11]将花绒寄甲成虫和有松褐天牛幼虫的树段同置于养虫笼中,结果发现部分松褐天牛幼虫被花绒寄甲寄生,证实花绒寄甲是松褐天牛的寄生性天敌。花绒寄甲致死的松褐天牛幼虫占 23.7%,个别被害木中松褐天牛成虫、蛹、老熟幼虫的寄生致死率高达 85%^[12]。Urano^[13]研究发现,野外释放花绒寄甲卵控制松褐天牛危害不失为一个较好的策略。但以上结果只是小范围、小面积试验的结论,且有关花绒寄甲(成虫和卵)释放时间、释放方法、释放密度等因子对控制松褐天牛效果的影响还未见报道。笔者从 2008 年起,开展了利用花绒寄甲大面积防治松褐天牛控制松材线虫病的研究,取得了良好的控制效果。本研究采用正交试验设计,选取花绒寄甲成虫释放密度、释放方法、释放时间和卵释放密度、释放时间等影响因素,对花绒寄甲最佳释放条件进行筛选,以期利用花绒寄甲防

治松褐天牛时的科学释放技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验用花绒寄甲成虫及卵由北京农业职业学院生物防治实验室提供,其中卵以 50 粒或 50 粒的整数倍数粘贴于 3 cm×8 cm 的牛皮纸片上,然后折叠一层牛皮纸在卵粒的上方,以此制成卵卡,保存于 8℃条件下备用。

1.2 试验方法

1.2.1 试验地点 试验地设在宁波市北仑区白峰镇外峙岛,该地区主要树种为马尾松,树龄 5~15 年,平均树高 4~7 m,胸径 6~14 cm,郁闭度 0.5~0.8,每年因松褐天牛及松材线虫病危害的松树死亡率约为 10%。释放花绒寄甲的试验地坡向朝南,坡度约 45°,海拔约 100 m。

1.2.2 正交试验的因素和水平 本研究采用 L₁₆(4⁵)正交试验设计,设置成虫释放密度、释放方法、释放时间及卵释放密度、释放时间 5 因子 4 水平,以选择最佳释放组合条件。对各因子与水平进行随机化处理,每处理重复 3 次,每个重复均有 16 个处理组合(T₁₁~T₄₄)^[14-15],试验方案见表 1。释放方法中,随机法即把木段堆分成 9 个区后随机抽取号码进行释放;单边法即只在密封木段的一边进行释放;均匀法即把成虫均匀分撒在木段堆上;对角线法即把成虫沿着对角线释放在木段堆上。

表 1 影响花绒寄甲释放条件的因子及其水平

Table 1 Factors influencing release conditions of <i>D. helophoroides</i> and the levels					
水平 Level	成虫释放密度 (成虫:蛀孔) Adult release density (Adult:entrance hole) A	成虫释放方法 Adult release means B	成虫释放时间 Adult release time C	卵释放密度 (卵:蛀孔) Egg release density (Egg:entrance hole) D	卵释放时间 Egg release time E
1	0.25:1	随机法 Random means	2009-03-01	10:1	2009-03-01
2	0.5:1	单边法 Unilateral means	2009-04-01	20:1	2009-04-01
3	1:1	均匀法 Uniform means	2009-05-01	40:1	2009-05-01
4	1.5:1	对角线法 Diagonal means	2009-05-15	80:1	2009-05-15

1.2.3 花绒寄甲释放及寄生率调查 将被松褐天牛危害的马尾松树干锯成约 2 m 长的木段,测量平均胸径,调查虫口数,然后将木段编号,整齐堆放成长方形木段堆,每堆按一定比例(表 1)释放花绒寄甲成虫数、卵数,再用 8 目的铁纱网将其覆盖,以防未被寄生的松褐天牛成虫羽化逃逸而出。释放卵时,将各卵卡编号记录数量,用钉书针均匀钉在木段

上,待松褐天牛羽化期结束后,逐个劈开所有木段,详细检查记载松褐天牛的被寄生情况。

1.3 数据分析

采用 SPSS 软件 16.0 版本对试验数据进行统计分析,采用邓肯氏新复极差法对试验数据进行 SSR 显著性检验。

2 结果与分析

2.1 花绒寄甲最佳释放条件的正交试验结果

$L_{16}(4^5)$ 正交试验的寄生率及各水平下不同因素间的寄生率见表 2。由表 2 可知,各因素对花绒

寄甲寄生率影响的大小顺序为 $C>A>E>D>B$;最佳释放条件为 $A_4B_1C_1D_4E_4$,即在 3 月初每个松褐天牛蛀孔采用随机法释放花绒寄甲成虫 1.5 头,在 5 月中旬每个松褐天牛蛀孔释放花绒寄甲卵 80 粒。

表 2 花绒寄甲最佳释放条件的正交试验设计和结果

Table 2 Orthogonal design table and results on the best release conditions of *D. helophoroides*

处理 Treatment	因素 Factor					寄生率/% Average parasitic rate
	成虫释放密度 (成虫:蛀孔)	成虫释放方法	成虫释放时间	卵释放密度 (卵:蛀孔)	卵释放时间	
	Adult release density (Adult:entrance hole)	Adult release means	Adult release time	Egg release density (Egg:entrance hole)	Egg release time	
	A	B	C	D	E	
T ₁₁	1	1	1	1	1	24.31±1.92
T ₁₂	1	2	2	2	2	14.89±0.50
T ₁₃	1	3	3	3	3	28.23±0.83
T ₁₄	1	4	4	4	4	10.65±2.73
T ₂₁	2	1	2	3	4	19.92±1.17
T ₂₂	2	2	1	4	3	31.81±0.70
T ₂₃	2	3	4	1	2	9.33±1.52
T ₂₄	2	4	3	2	1	23.10±0.31
T ₃₁	3	1	3	4	2	20.91±6.97
T ₃₂	3	2	4	3	1	41.11±1.11
T ₃₃	3	3	1	2	4	65.27±0.36
T ₃₄	3	4	2	1	3	48.96±5.26
T ₄₁	4	1	4	2	3	17.74±6.79
T ₄₂	4	2	3	1	4	7.10±5.88
T ₄₃	4	3	2	4	1	43.74±4.03
T ₄₄	4	4	1	3	2	70.85±3.80
K ₁	78.08	82.88	192.23	89.7	132.25	
K ₂	84.15	94.9	127.5	120.99	115.98	
K ₃	176.24	146.56	79.34	160.11	126.74	
K ₄	139.43	153.56	78.83	107.1	102.94	
k ₁	19.52	33.06	48.06	22.43	20.72	
k ₂	21.04	28.99	31.88	30.25	23.72	
k ₃	44.06	31.68	19.83	40.03	36.64	
k ₄	34.86	25.73	19.71	26.78	38.39	
R _j	24.54	7.33	28.35	17.6	17.67	

注:K_i 代表各因素 *i* 水平下平均寄生率的和;k_i 代表 K_i 的平均值。R_j 表示极差,即各水平对应的试验指标平均值中的最大值与最小值之差。

Note:K_i is the sum of average parasitic rate of the *i* level of different factors,and *k_i* represents the average of K_i. R_j is range,namely,the value is maximum reduction minimum between the corresponding test index level of the average.

2.2 花绒寄甲最佳释放条件正交试验的方差分析

表 3 表明,因素 A、B、C、D、E 不同水平间的寄生率差异均达到显著水平($P<0.05$),即成虫的释放密度、释放方法、释放时间及卵的释放密度、释放方法对寄生率均有显著影响;根据 *F* 值,各因素对寄生率影响作用的大小依次为 $C>A>E>D>B$,与极差分析结果相一致。

2.3 花绒寄甲最佳释放条件正交试验各水平间的多重比较

方差分析中 5 个因素均达到显著水平,因此需进行多重比较以从中选出最佳组合条件。表 4 表

明,成虫释放密度间 A_1 、 A_2 均与 A_3 、 A_4 差异极显著;成虫释放方法间 B_1 与 B_4 差异极显著;成虫释放时间 C_1 、 C_2 与 C_3 、 C_4 间差异极显著,且 C_1 与 C_2 间差异极显著。卵释放密度 D_1 、 D_2 与 D_3 、 D_4 间, D_1 与 D_2 间差异均极显著;卵释放时间 E_1 、 E_2 与 E_3 、 E_4 间的差异极显著。因此,多重比较所得出释放花绒寄甲的优势组合条件是,在 3 月初每个松褐天牛蛀孔采用随机法或均匀法释放花绒寄甲成虫 1 头或 1.5 头,在 5 月初或者 5 月中旬每个松褐天牛蛀孔释放花绒寄甲卵 40 粒或 80 粒。

表 3 花绒寄甲最佳释放条件正交试验各影响因子的方差分析

Table 3 Analysis of variance table of each composition on the best release conditions of *D. elaphoroides*

方差来源 Source of variation	偏差平方和 Sum of square of deviations	自由度 Degrees of freedom	平均偏差平方和 Mean square	F 值 F value	显著性 Significant
成虫释放密度(成虫:蛀孔) Adult release density (Adult:entrance hole) A	3 291.042	3	1 097.014	43.048	$P<0.05$
成虫释放方法 Adult release means B	250.801	3	83.6	3.281	$P<0.05$
成虫释放时间 Adult release time C	4 310.666	3	1 436.889	56.385	$P<0.05$
卵释放密度(卵:蛀孔) Egg release density (Egg:entrance hole) D	1 346.384	3	448.795	17.611	$P<0.05$
卵释放时间 Egg release time E	1 919.207	3	639.736	25.104	$P<0.05$

注:离差平方和=0.965(调整后的离差平方和=0.931)。

Note:Sum of square of deviations=0.965(Adjusted Sum of square of deviations=0.931).

表 4 花绒寄甲最佳释放条件正交试验的 5 个影响因素各水平的差异显著性检验(SSR test)

Table 4 Multiple comparison in four factors with the method of Duncan (SSR test)
on the best release conditions of *D. helophoroides*

水平 Level	寄生率/% Average parasitic rate				
	成虫释放密度 (成虫:蛀孔) Adult release density (Adult:entrance hole)	成虫释放方法 Adult release means	成虫释放时间 Adult release time	卵释放密度 (卵:蛀孔) Egg release density (Egg:entrance hole)	卵释放时间 Egg release time
	A	B	C	D	E
1	20.32±7.05 aA	32.09±13.53 aA	47.76±20.27 aA	23.33±16.68 aA	21.74±2.36 aA
2	22.04±8.04 aA	29.89±11.02 abAB	30.98±14.69 bB	29.35±20.43 bB	22.52±13.4 aA
3	43.07±15.95 bB	30.68±12.78 acAC	20.83±7.78 cC	39.05±19.33 cC	36.67±15.06 bB
4	47.86±19.68 bB	24.73±9.09 bBC	19.91±12.76 cC	41.38±14.33 cC	38.59±17.28 bB

注:同列数据后标不同小写和大写字母分别表示差异显著($P<0.05$)和极显著($P<0.01$)。

Note:In the same row,means with different lowercase letters are significant differences ($P<0.05$),means with different capital letters are very significant differences ($P<0.01$).

综合极差分析及方差分析的结果,再结合林业生产实际认为,释放花绒寄甲控制松褐天牛的最佳条件组合为 A₃B₁C₁D₃E₃,即在 3 月初每个松褐天牛蛀孔采用随机法释放花绒寄甲成虫 1 头,在 5 月初每个松褐天牛蛀孔释放花绒寄甲卵 40 粒。

2.4 花绒寄甲最佳释放组合条件的验证

为验证极差分析及方差分析结果的准确性,对最佳释放组合条件 A₃B₁C₁D₃E₃ 进行 3 次重复试验。结果表明,在 2010 年 3 月初每个松褐天牛蛀孔采用随机法释放花绒寄甲成虫 1 头、在 5 月初每个松褐天牛蛀孔释放花绒寄甲卵 40 粒,寄生率可达 81.58%~91.23%,平均为 87.17%。验证试验的寄生率远高于正交试验中的所有组合,说明 A₃B₁C₁D₃E₃ 组合条件合理、可靠、可行。

3 结论与讨论

采用正交试验设计的方法,通过极差分析和方差分析,优化筛选了花绒寄甲的最佳释放条件,即在 3 月初每个松褐天牛蛀孔通过随机法释放花绒寄甲

成虫 1 头,在 5 月初每个松褐天牛蛀孔释放花绒寄甲卵 40 粒,在此条件下花绒寄甲对松褐天牛幼虫的平均寄生率可达 87.17%。5 个因素对花绒寄甲寄生松褐天牛影响的大小顺序为:成虫释放时间>成虫释放密度>卵释放时间>卵释放密度>成虫释放方法,可见无论是释放花绒寄甲成虫或是卵,关键在于选择适宜的释放时间,其次应根据松褐天牛幼虫的蛀孔密度确定花绒寄甲成虫及卵的释放量。

本试验设计于 2009 年在宁波市北仑区外峙岛林间进行,得出的最佳优化条件仅限于本年本地区,而由于不同年份和区域的气候条件可能有较大差异,因此实际应用花绒寄甲成虫和卵防治松褐天牛时,应结合当地的松褐天牛生活史以及平均气温差异对释放条件进行适当的调整。本试验仅针对松褐天牛老龄幼虫和蛹期筛选出最佳释放条件,而试验时也发现,花绒寄甲成虫和卵对松褐天牛低龄幼虫也有一定的控制作用。释放花绒寄甲卵时,考虑到卵孵化出的初龄幼虫爬行能力较弱,因此本试验未把卵的释放方法作为因素之一,所有组合卵的释放

方法均为均匀释放法。

另外,影响花绒寄甲对松褐天牛寄生率的因素很多,如花绒寄甲成虫自身的活力,释放前花绒寄甲成虫的保存温度和保存时间,花绒寄甲卵的存放时间、存放温度,以及释放时的气候因素等,所有这些都有待于进一步深入研究。

[参考文献]

[1] 王希蒙,任国栋,马 峰. 花绒穴甲的分类地位及应用前景 [J]. 西北农业学报,1996,5(2):75-78.
Wang X M,Ren G D, Ma F. Classification position of *Dastarcus helophoroides* and its applied prospects [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 1996, 5 (2) : 75-78. (in Chinese)

[2] 杨忠岐. 利用天敌昆虫控制我国重大林木害虫研究进展 [J]. 中国生物防治,2004,20(4):221-227.
Yang Z Q. Advance in biocontrol researches of the important forest insect pests with natural enemies in China [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2004, 20 (4) : 221-227. (in Chinese)

[3] 杨宝君. 中国松材线虫病的流行与治理 [M]. 北京:中国林业出版社,1995:297-314.
Yang B J. Popular and governance of pine wood nematode disease in China [M]. Beijing: China Forestry Press, 1995: 297-314. (in Chinese)

[4] Kobayashi F,Yamane A,Ikeda T. The Japanese pine sawyer beetle as the vector of pine wilt disease [J]. Ann Rev Entomol,1984,29: 115-135.

[5] Futai K,Shirakikawa S,Nakai I. The suitability of Korean pine (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) and Japanese red pine (*P. densiflora* Sieb. et Zucc.) as a host of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. Appl Ent Zool,1994,29(2):167-177.

[6] 张翌楠,杨忠岐. 松褐天牛的天敌及其对寄主的控制能力研究 [J]. 植物保护,2006,32(2):9-14.
Zhang Y N,Yang Z Q. Studies on the natural enemies and bio-control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. Plan Protection,2006,32(2):9-14. (in Chinese)

[7] 陈向阳,邹运鼎,丁玉洲,等. 松墨天牛及其天敌花绒坚甲种群的三维空间分布格局 [J]. 应用生态学报,2006,17(8):1547-1550.
Chen X Y,Zou Y D,Ding Y Z,et al. Three-dimensional spatial

distribution patterns of *Monochamus alternatus* and its natural enemy *Dastarcus helophoroides* [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2006,17(8):1547-1550. (in Chinese)

[8] 陈向阳,邹运鼎,丁玉洲,等. 不同松树上松墨天牛和花绒坚甲种群及白僵菌自然寄生率动态 [J]. 安徽农业大学学报,2006,33(2):200-203.
Chen X Y,Zou Y D,Ding Y Z,et al. Trends of the population quantities of *Monochamus alternatus* and *Dastarcus helophoroides* and parasitism ratio of *Beauveria bassiana* on different varieties of pine [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2006,33(2):200-203. (in Chinese)

[9] Ogura N,Tabata K,Wang W. Rearing of the colydiid beetle predator,*Dastarcus helophoroides*, on artificial diet [J]. Bio-Control,1999,44:291-299.

[10] Miura K,Abe T,Nakashima Y,et al. Field release of parasitoid *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) (Coleoptera:Bothri-deridae) on pine logs infested with *Monochamus alternatus* hope (Coleoptera: Cerambycidae) and their dispersal [J]. Journal of the Japanese Forestry Society,2003,85(1):12-17.

[11] 汪永俊. 松褐天牛的初步观察 [J]. 江苏林业科技,1988(2): 31-33.
Wang Y J. Apreliminary study of *Monochamus alternatus* Hope [J]. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology, 1988(2):31-33. (in Chinese)

[12] 徐福元. 国内外松褐天牛天敌的研究利用进展 [J]. 世界林业研究,1998(3):42-45.
Xu F Y. Advances in the research in the natural enemy of *Monochamus alternatus* in the world [J]. World Forestry Research,1998(3):42-45. (in Chinese)

[13] Urano T. Preliminary release experiments in laboratory and outdoor cages of *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) (Coleoptera: Bothri-deridae) for biological control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. Bulletin of Ffpri,2003,2 (4):255-261.

[14] 李松岗. 实用生物统计 [M]. 北京:北京大学出版社,2002: 304-314.
Li S G. Practical biostatistics [M]. Beijing: Peking University Press,2002:304-314. (in Chinese)

[15] 郝拉娣,于化东. 正交试验设计表的使用分析 [J]. 编辑学报, 2005,17(5):334-335.
Hao L D,Yu H D. On use of orthogonal experimental design [J]. Acta Editologica,2005,17(5):334-335. (in Chinese)