

花绒坚甲对光肩星天牛的寄生效果研究

李孟楼¹,王培新²,马 峰¹,杨忠岐³

(1 西北农林科技大学 林学院,陕西 杨凌 712100;2 陕西省森林病虫害防治检疫总站,陕西 西安 710082;

3 中国林业科学院 森林保护研究所,北京 100091)

[摘 要] 为了确定自然状态下花绒坚甲对光肩星天牛的寄生规律,为利用花绒坚甲控制光肩星天牛提供依据,试验采用解析木调查法和统计分析法,于不同月份解析光肩星天牛危害的杨树树干,研究了光肩星天牛及其天敌花绒坚甲的数量变化规律,以及花绒坚甲对光肩星天牛的控制效果。结果表明,花绒坚甲在4至7月中旬的第一姊妹世代,对天牛大幼虫的寄生率增长趋势较慢;在7月下旬至9月下旬由第二姊妹世代与当年第二代组成的混合世代,其寄生率增长趋势较快;当被害立木蛀道数达30~45条时,蛀道内花绒坚甲的种群数量最大;光肩星天牛蛀道内花绒坚甲的种群密度随天牛幼虫数量的增加而增大,其关系为正密度反应型,符合指数关系,其寄生率模型符合负加速型。在自然状态下,1头花绒坚甲从春季第一代开始到秋季混合世代结束,最多可以寄生光肩星天牛幼虫10~12头,80%的天牛幼虫被寄生后可繁育1~4头花绒坚甲;当光肩星天牛与花绒坚甲种群数量比率为1:1.2004时,花绒坚甲对光肩星天牛幼虫的寄生致死率基本稳定在50%~70%。

[关键词] 花绒坚甲;光肩星天牛;寄生效果

[中图分类号] S763.380.64

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)06-0152-05

Study on the parasitic efficiency of *Dastarcus helophoroides* on *Anoplophora glabripennis*

LI Meng-lou¹, WANG Pei-xin², MA Feng¹, YANG Zhong-qi³

(1 College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Shaanxi Station of

Forest Pest Management, Xi'an, Shaanxi 710082, China; 3 Institute of Forest Ecology, Environment

and Protection of China Forest Academy, Beijing 100091, China)

Abstract: In order to confirm the parasite characteristics of *Dastarcus helophoroides* to *Anoplophora glabripennis*, and to provide the basis for controlling *Anoplophora glabripennis* by *Dastarcus helophoroides*, this paper analyzed the stem of poplars damaged by *Anoplophora glabripennis* in different months, and studied the rules of number changing of *Anoplophora glabripennis* and its natural enemy *Dastarcus helophoroides* together with its control efficiency by using the methods of investigating analysis trees and statistic analysis. The results indicated that the parasitism rate of long horned beetle mature larva by *Dastarcus helophoroides* grew slowly from April to July, however it grew fast from the last ten-day of July to the last ten-day of September. The population of *Dastarcus helophoroides* in the boring tunnels reached the highest when the boring tunnels of the damaged stumpages got to 30-45. The population of *Dastarcus helophoroides* in living larvae tunnels of longhorn beetle increased along with the rise of the amount of larva. Their relationships were direct proportion. The parasitism model was invertebrate type. In one year, a

[收稿日期] 2006-04-26

[基金项目] 国家“十五”科技攻关项目(2001BA509B1101);陕西省重点项目(2005K01-G14)

[作者简介] 李孟楼(1957-),男,陕西富平人,教授,主要从事森林害虫研究。

[通讯作者] 杨忠岐(1953-),男,陕西岐山人,教授,主要从事森林害虫生物防治研究。

Dastarcus helophoroides could parasitize at best 10 - 12 longhorn beetle larvae from the first generation in spring to the last generation in autumn; the death parasitism of *Dastarcus helophoroides* on big larva of *Anoplophora glabripennis* stayed at 50 % - 70 %. After being parasitized 80 % of *Anoplophora glabripennis* could breed 1 - 4 *Dastarcus helophoroides*.

Key words: *Dastarcus helophoroides*; *Anoplophora glabripennis*; parasitic efficiency

花绒坚甲 *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) 是光肩星天牛 *Anoplophora glabripennis* (Forster)、松褐天牛 *Mnuchamus alternatus* Hope、锈色粒肩天牛 *Apriona swainsoni* (Hope)、刺角天牛 *Trirachys orientalis* Hope、云斑天牛 *Batocera horsfieldi* (Hope) 等天牛的重要天敌。目前,国内外学者已对花绒坚甲的分类地位^[1]、形态特征^[2]、生物学和生态特性^[3-5]、室内饲养与发育^[6-8]、人工饲料研发^[9-10]、人工助迁利用技术^[11-12]及其分布和寄生范围等^[13-19]进行了研究。但有关花绒坚甲对天牛控制效果的研究尚未见报道,而明确花绒坚甲在自然状态下对光肩星天牛的寄生行为、控制效果及其制约光肩星天牛种群的规律,是进一步利用这一天敌的关键。鉴于此,本研究通过解剖受光肩星天牛危害的杨树树干,对树干中光肩星天牛幼虫、花绒坚甲的数量进行了统计分析,现将研究结果总结如下。

1 研究方法

1.1 自然寄生行为研究

在陕西的武功、周至、杨凌和洋县选择光肩星天牛的嗜食寄主,即黑杨派树种,以株为单位,解剖 52 株有天牛危害的杨树树干及枝条,分别统计每蛀道内光肩星天牛的幼虫、蛹的数量 (Y_a),花绒坚甲的幼虫、茧及成虫的数量 (Y_d),并收集所有天牛和花绒坚甲的成虫、幼虫,以便进行人工饲养研究。然后对统计的数据进行分析,以明确一个蛀道内花绒坚甲与光肩星天牛种群数量的关系,花绒坚甲的数量变化规律,花绒坚甲与光肩星天牛种群的密度制约关系及寄生规律。

1.2 数据计算与分析

光肩星天牛幼虫的被寄生率 P_a 按下式计算: $P_a/\% = \text{寄生致死天牛幼虫和蛹数 } Y_{as}/\text{天牛幼虫和蛹总数 } Y_a \times 100\%$ 。光肩星天牛幼虫蛀道内花绒坚甲的数量及其变化率 P_d : $P_d/\% = \text{光肩星天牛幼虫蛀道内相同的花绒坚甲数量 } Y_d/\text{所有蛀道内花绒坚甲总数量 } Y_d \times 100\%$ 。以百分率表示花绒坚甲数量与光肩星天牛幼虫数量的年变化趋势,即 $Y_{at}/\% = \text{各调查时间光肩星天牛幼虫数}$

量/光肩星天牛幼虫总数量 $Y_a \times 100\%$ 。 $Y_{dt}/\% = \text{各调查时间花绒坚甲数量 } Y_d/\text{花绒坚甲总数量 } Y_d \times 100\%$ 。以株为单位,分析解析木中光肩星天牛幼虫数量与花绒坚甲种群数量间的关系;将所有蛀道中光肩星天牛幼虫的数量由小到大排序,同时也将其对应的被花绒坚甲寄生的寄生数进行累加,然后据正态模型分析方法^[20-21],确定花绒坚甲对光肩星天牛的寄生率模型。

2 结果与分析

于 1999~2001 年 3~10 月份,解析有光肩星天牛危害的杨树 52 株(表 1)。从 600 多个光肩星天牛蛀道内采集到光肩星天牛活幼虫 449 头、蛹 7 头、成虫 3 头、花绒坚甲寄生死亡的光肩星天牛死幼虫 140 头,及花绒坚甲幼虫 47 头、茧 408 头、成虫 257 头。经计算花绒坚甲对光肩星天牛幼虫的总寄生率为 30.7018%。

2.1 花绒坚甲种群的变动规律

调查表明,被害木上的蛀道越多,光肩星天牛幼虫和花绒坚甲的数量也越多。但对于连续多年遭受天牛蛀害的立木,由于部分蛀道已是天牛幼虫的旧蛀道,随立木上天牛蛀道的增加,花绒坚甲的数量与天牛蛀道数的关系已不符合这一规律。

2.1.1 蛀道数与光肩星天牛幼虫及花绒坚甲数量的关系 当被害立木上光肩星天牛蛀道数在 45 条以下时(即被害木濒死前),蛀道内的花绒坚甲种群数量均较大,尤以蛀道数在 30~45 条时种群密度最大,当蛀道数超过 45 条时,光肩星天牛幼虫与花绒坚甲数量均减少(图 1)。

2.1.2 光肩星天牛蛀道内花绒坚甲的数量分布规律 花绒坚甲在每条光肩星天牛蛀道内的数量一般为 1~4 头,最多可达 15 头,每条光肩星天牛蛀道内平均有花绒坚甲幼虫和茧 0.63 头、成虫 0.34 头。由图 2 可知,分布 1,2,3 和 4 头花绒坚甲的变化率分别为 22.2222%,27.7778%,18.5185% 和 10.4938%,其总体分布规律符合 $Y = -10.7940 \ln X + 26.7420, R = 0.9282$ (Y 表示数量分布概率, X 表示每条蛀道内花绒坚甲的数量)。由于光肩星天牛

蛀道内分布 1~4 头花绒坚甲总量的 79.012 3%,可 花绒坚甲寄生后,可繁育出 1~4 头花绒坚甲。
以认为在自然状态下约 80%的光肩星天牛幼虫被

表 1 52 株解析木中光肩星天牛与花绒坚甲各虫态的数量

Table 1 Amount of the stages of *Anoplophora glabripennis* and *Dastarcus helophoroides* in 52 analysis trees

采样地点 Place	时间 Time	样号 Number	光肩星天牛 <i>Anoplophora glabripennis</i>				花绒坚甲 <i>Dastarcus helophoroides</i>				虫道数 Tunnels	
			活幼虫 Living insect	蛹 Pupa	成虫 Adult	寄生死 亡数 Parasite death	合计 Amount	幼虫 Larva	茧 Cocoon	成虫 Adult		合计 Amount
武功 Wugong	1999-05-02	1	4	0	0	2	4	0	10	3	13	4
洋县 Yangxian	1999-07-14	1	4	0	0	3	4	1	1	5	7	4
		2	6	0	0	4	6	0	2	8	10	6
武功 Wugong	2001-02-23	1	3	0	0	0	3	0	7	0	7	23
		2	18	0	0	0	18	0	0	14	14	37
		3	2	0	0	0	2	0	0	1	1	18
		4	20	1	0	0	20	0	7	13	20	44
		5	4	0	0	0	4	0	0	1	1	27
	2001-03-17	1	7	0	0	0	7	0	0	5	5	33
		2	22	1	0	0	22	0	5	17	22	68
		3	2	0	0	0	2	0	0	2	2	14
		4	15	0	0	0	15	0	0	9	9	55
	2001-05-31	1	2	2	1	0	5	0	1	0	1	-
		2	0	1	0	0	1	0	0	4	4	-
		3	1	1	0	0	2	0	0	4	4	-
		4	2	0	0	0	2	0	0	1	1	-
		5	4	0	0	0	4	0	0	0	0	-
		6	5	0	0	0	5	0	0	0	0	-
7		5	0	0	0	5	1	5	0	6	-	
8		3	0	0	0	3	0	0	0	0	-	
2000-06-02	1	5	1	0	2	6	0	2	1	3	-	
	2	8	0	0	0	8	0	1	1	2	-	
	3	10	0	0	0	10	0	1	9	10	-	
	4	17	0	0	0	17	0	5	0	5	-	
	5	9	0	0	0	9	0	9	0	9	-	
	6	5	0	0	1	5	0	2	0	2	-	
周至 Zhouzhi	1999-07-22	1	2	0	0	1	2	4	0	0	4	2
		2	10	0	0	5	10	4	15	5	24	10
		3	2	0	0	1	2	3	3	0	6	2
		4	36	0	0	22	36	17	69	27	113	36
		5	37	0	0	26	37	8	96	1	105	37
		6	13	0	0	7	13	5	21	9	35	13
武功 Wugong	2000-07-30	1	5	0	0	0	5	0	1	3	4	-
		2	5	0	0	0	5	0	17	8	25	-
		3	10	0	2	0	10	0	24	16	40	-
杨凌 Yangling	2001-08-12	1	4	0	0	13	17	1	0	9	10	22
		2	4	0	0	0	4	0	2	0	2	14
		3	19	0	0	0	19	0	0	0	0	13
		4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	8
		5	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
		6	8	0	0	0	8	0	21	0	21	8
		7	3	0	0	0	3	0	3	0	3	3
		8	4	0	0	0	4	0	6	0	6	6
		9	1	0	0	0	1	0	0	1	1	3
周至 Zhouzhi	1999-10-07	1	17	0	0	9	17	1	33	16	50	17
		2	16	0	0	10	16	0	12	11	23	16
		3	19	0	0	11	19	0	4	10	14	19
		4	24	0	0	15	24	0	9	24	33	24
		5	15	0	0	6	15	0	6	14	20	15
合计 Amount			449	7	3	140	504	47	408	257	712	605

2.1.3 光肩星天牛幼虫和花绒坚甲数量的年变化

由图 3 可知,在光肩星天牛蛀道内,花绒坚甲种群的年变化规律与光肩星天牛幼虫种群基本一致。其中 6 月份前为花绒坚甲的第一姊妹世代,但其幼虫、茧和成虫密度远小于 7~8 月的第二姊妹世代与当年第二代组成的混合世代,8 月中旬后光肩星天牛蛀道内则主要是茧及羽化和迁入的花绒坚甲群体。

2.2 光肩星天牛幼虫与花绒坚甲的密度关系

在 52 株光肩星天牛危害的杨树解析木中,光肩星天牛幼虫和蛹最多可达 40 头,而包括 3 龄以上幼虫、茧及成虫在内的花绒坚甲最多可达 120 头。由图 4 可见,花绒坚甲的种群数量始终大于光肩星天牛,其相互间的数量变化为正密度反应型,符合指数关系,即花绒坚甲的种群密度随光肩星天牛幼虫数

量的增加而增大,其反应模型为 $Yd = 3.559 8e^{0.093 6Ya}$, $R = 0.889 6$ 。由该模型可知,每株立木中光肩星天牛幼虫种群数量每增加 1 头,花绒坚甲种群的增量

值为 $Yd = 3.559 8e^{0.093 6Ya} - 3.559 8e^{0.093 6(Ya-1)}$,光肩星天牛幼虫与花绒坚甲的数量比率为 1 1.200 4。

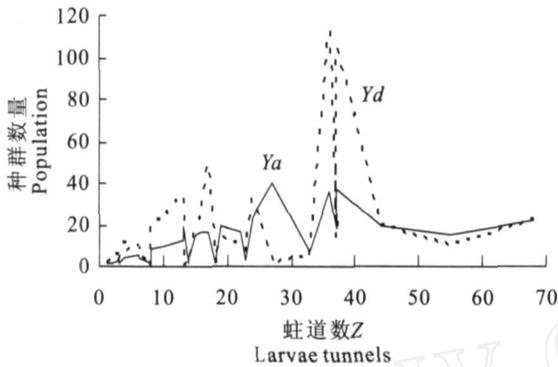


图 1 52 株解析木中蛀道数与光肩星天牛幼虫数量 Y_a 和花绒坚甲数量 Y_d 的关系

Fig. 1 Relationship of population among larvae tunnels and *Anoplophora glabripennis* larvae (Y_a) and *Dastarcus helophoroides* (Y_d) in 52 trees

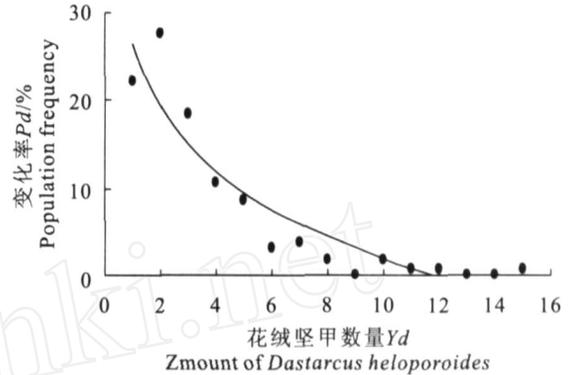


图 2 光肩星天牛蛀道内花绒坚甲数量 Y_d 及其变化率 P_d
Fig. 2 *Dastarcus helophoroides* amount (Y_d) and its frequency (P_d) in one larvae tunnel

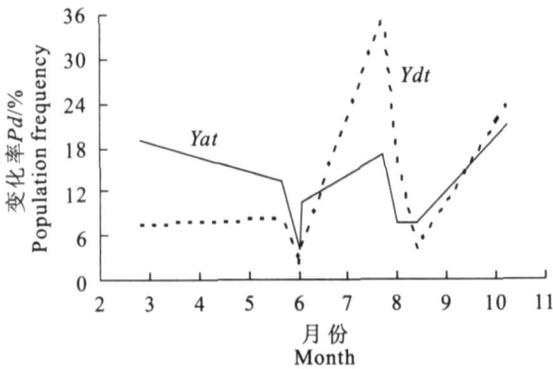


图 3 花绒坚甲数量 Y_d 与光肩星天牛幼虫数量 Y_a 的年变化趋势 Y_{at} 、 Y_{dt}

Fig. 3 Annual population dynamic of *Dastarcus helophoroides* (Y_d) and *Anoplophora glabripennis* larvae (Y_a)

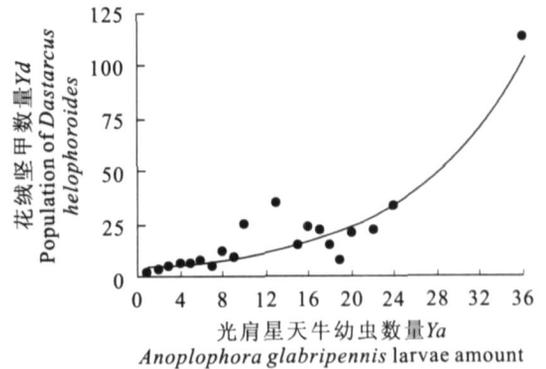


图 4 52 株解析木中光肩星天牛幼虫数量 Y_a 与花绒坚甲数量 Y_d 间的关系

Fig. 4 Relationship of population between *Anoplophora glabripennis* larvae (Y_a) and *Dastarcus helophoroides* (Y_d) in 52 trees

2.3 光肩星天牛的被寄生率及其模型

2.3.1 自然状态下花绒坚甲对光肩星天牛的寄生率 由图 5 可知,自然状态下花绒坚甲对光肩星天牛幼虫的寄生致死率基本稳定在 50%~70%。该统计结论进一步证实,花绒坚甲是光肩星天牛的重要制约因子之一。

2.3.2 光肩星天牛蛀道内花绒坚甲种群数量的年变化 图 6 表明,在 4 月至 9 月下旬,花绒坚甲种群数量有 2 个变动阶段,即 4 至 7 月中旬和 7 月下旬至 9 月下旬。前一阶段在 5 月下旬前花绒坚甲数量较低,6 月后迅速上升;第二阶段从 7 月下旬开始其

种群即快速上升。这一现象与花绒坚甲年生活史中具有第一姊妹世代(4~7 月)、第二姊妹世代和当年第二代(7 月下旬至 9 月下旬)的繁育特性有关。

2.3.3 花绒坚甲对光肩星天牛的寄生率模型 采用能够反映光肩星天牛蛀道中幼虫数量及其被花绒坚甲寄生规律的正态分析方法^[20-21],可建立拟合模型 $Pa = -0.012 6Ya^2 + 0.789 9Ya - 0.397 4$, $R = 0.986 6$;该模型符合 Holling (1959, 1965, 1966 年)提出的 3 类模型中的第 2 类,即负加速型 (invertibrate type) 模型。

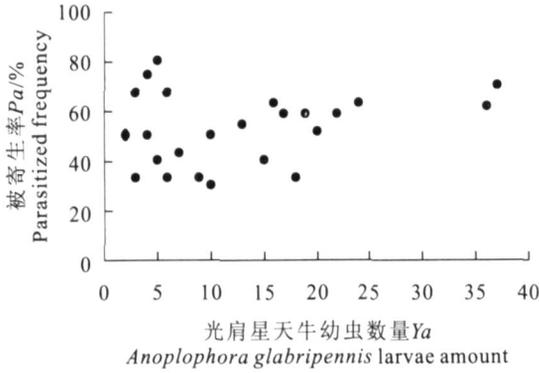


图 5 52 株解析木中光肩星天牛幼虫数量 Y_a 与其被寄生率 P_a 的关系

Fig. 5 Relationship between *Anoplophora glabripennis* larvae amount (Y_a) and its parasitized rate (P_a)

该模型及图 7 表明,1 头花绒坚甲寄生光肩星天牛的最大值为 10~12 头。由于建立该模型过程中的取样时间是 1 年,因此可以认为,在 1 年生活史内,1 头花绒坚甲从春季第一代开始到秋季混合世代结束,最多可以寄生光肩星天牛幼虫 10~12 头。

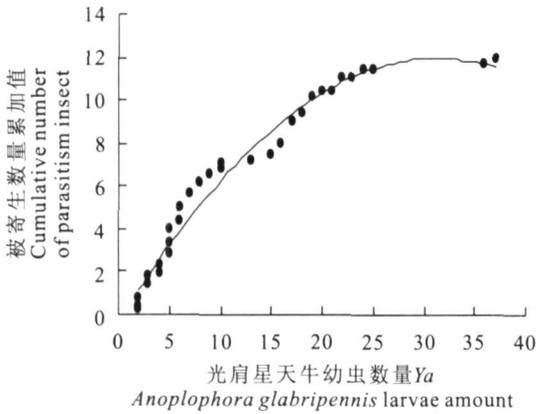


图 7 52 株解析木中光肩星天牛幼虫数量及其被花绒坚甲寄生的趋势

Fig. 7 *Anoplophora glabripenni* larvae amount and its parasitized trend by *Dastarcus helophoroides* in 52 analysis trees

3 结 论

本研究结果表明,光肩星天牛蛀道内花绒坚甲种群的年变化规律与光肩星天牛幼虫种群的变化规律基本一致。6 月份前为花绒坚甲的第一姊妹世代,其幼虫、茧和成虫密度远小于 7~8 月的第二姊妹世代与当年第二代组成的混合世代,8 月中旬后蛀道内则主要是茧、羽化和迁入的成虫群体。在 4 月下旬至 9 月下旬,花绒坚甲对光肩星天牛幼虫的寄生有 2 个阶段,即 4 至 7 月中旬和 7 月下旬至 9

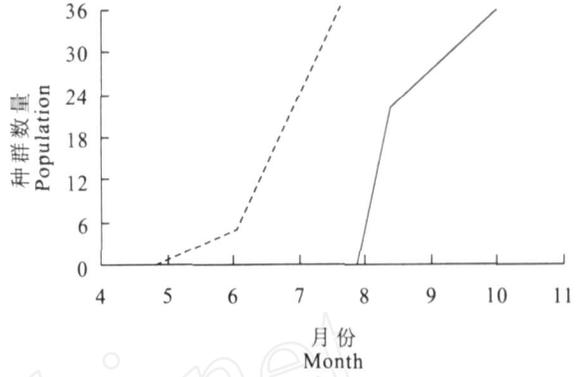


图 6 光肩星天牛蛀道内花绒坚甲种群的年动态变化规律

Fig. 6 Annual dynamics of *Dastarcus helophoroides* population

月下旬,在前一阶段花绒坚甲种群数量增长趋势较慢,而后一阶段增长趋势较快。

在光肩星天牛蛀道内,光肩星天牛与花绒坚甲种群数量的变化符合指数关系,为正密度反应型,即花绒坚甲的种群密度随光肩星天牛幼虫数量的增加而增加,1 年内每头花绒坚甲对光肩星天牛幼虫的寄生率模型符合负加速型。在自然状态下,1 头花绒坚甲从春季第一代开始到秋季混合世代结束,最多可以寄生光肩星天牛幼虫 10~12 头,80% 的天牛幼虫被寄生后可繁育出 1~4 头花绒坚甲;当光肩星天牛与花绒坚甲种群数量比率为 1:1.2004 时,花绒坚甲对光肩星天牛幼虫的寄生致死率基本稳定在 50%~70%。

本研究虽然揭示了自然状态下花绒坚甲对光肩星天牛幼虫的寄生和数量变动规律,并为研究和利用花绒坚甲控制光肩星天牛的危害提供了必要的控制效果参数,但是还缺乏人工释放花绒坚甲后对光肩星天牛控制效果的事实佐证,因此还有诸多问题需要进行深入的研究。

[参考文献]

- [1] 王希蒙,任国栋,马 峰.花绒坚甲的分类地位及应用前景[J].西北农业学报,1996,5(2):75-78.
- [2] 周亚君.花绒坚甲幼虫的形态简介[J].昆虫知识,1989,26(2):300.
- [3] 雷 琼,李孟楼,杨忠岐.花绒坚甲的生物学特性研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2003,31(2):62-66.
- [4] 王小东,黄焕华,许再福,等.花绒坚甲的生物学和生态学特性研究初报[J].昆虫天敌,2004,26(2):60-65.
- [5] 秦锡祥,高瑞桐.花绒六甲生物学特性及其应用研究[J].昆虫知识,1988,25(2):109-112.

(下转第 162 页)

- 管蚜抗性的关系[J]. 中国农业科学, 2003, 36(9): 1038-1043.
- [14] 方嘉禾, 刘旭. 作物和林木种质资源研究进展[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001.
- [15] 刘志勇, 白玉亭, 马盾. 新疆小麦近缘野生植物染色体及抗病虫性研究进展[J]. 新疆农业科学, 1997(3): 109-111.
- [16] 叶华智. 小麦族种质资源对禾谷缢管蚜的抗性评价及生化抗性机制研究[D]. 四川雅安: 四川农业大学, 2002.
- [17] 胡木林, 陈燕, 郑小林, 等. 35 个草坪草品种对禾谷缢管蚜抗性的研究[J]. 园艺学报, 2004, 31(6): 784-787.
- [18] 李庆, 杨群芳. 氧肟酸在植物抗性中的作用[J]. 四川农业大学学报, 2000, 18(4): 374-376.
- [19] 李庆, 叶华智, 杨群芳, 等. 七种小麦近缘野生植物对禾谷缢管蚜抗性的生化机制[J]. 植物保护学报, 2004, 31(1): 1-5.
- [20] 李庆, 叶华智, 杨群芳, 等. 小麦近缘野生植物营养水平与抗禾谷缢管蚜的关系[J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 26(3): 348-351.
- [21] Cailaud C M, Dedryver C A, Simon J C. Development and reproductive potential of the cereal aphid *Sitobion avenae* on resistant wheat lines (*Triticum monococcum*) [J]. *Annales of Applied Biology*, 1994, 125: 219-232.
- [22] Emden H F, van Awmack C S. Harrington the interaction of host plant resistance to insects with other control measures[J]. *Pest and Diseases*, 1990, 3: 939-948.
- [23] Chambers R J, Wellings P W, Dixon A F G. Sycamore aphid numbers and population density. Some processes[J]. *Journal of Animal Ecology*, 1985, 54: 425-442.
- [24] 袁志发, 周静芋. 多元统计分析[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [25] 胡想顺, 刘小凤, 赵惠燕, 等. 在 Excel 表中进行多元方差分析[J]. 西北农业学报, 2006, 15(2): 174-179.
- [26] 赵惠燕, 汪世泽. 旱塬麦田生态系统蚜虫病毒病多目标综合防治策略研究[J]. 西北农业学报, 1995, 4(1): 44-50.
- [27] 杨超. 运筹学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [28] 仵均祥, 姜金虎, 沈宝成, 等. 小麦品种对麦蚜主要生命参数影响的研究[J]. 应用生态学报, 1999, 10(4): 447-451.

(上接第 156 页)

- [6] 王卫东, 小仓信夫. 花绒穴甲室内发育研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 43-47.
- [7] 孔晓凤, 孙玉荣, 赵军. 花绒穴甲不会飞化处理对产卵数量的影响试验[J]. 宁夏农林科技, 2002(6): 25.
- [8] 孔晓凤, 赵军. 花绒穴甲幼虫、蛹的饲养试验[J]. 宁夏农学院学报, 2002, 23(3): 80-82.
- [9] 雷琼, 陈建锋, 黄娜, 等. 花绒坚甲成虫人工饲料的筛选研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(3): 259-261.
- [10] 王卫东, 赵军, 小仓信夫. 花绒穴甲幼虫人工饲料的开发研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 48-51.
- [11] 周嘉熹, 杨雪彦. 光肩星天牛综合防治技术[J]. 西北林学院学报, 1992, 7(3): 20-25.
- [12] 周嘉熹, 鲁新政, 禄玉中. 引进花绒坚甲防治光肩星天牛实验报告[J]. 昆虫知识, 1985, 22(2): 84-86.
- [13] 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.
- [14] 唐桦, 刘益宁, 马国骅. 宁夏地区光肩星天牛天敌种类调查初报[J]. 森林病虫通讯, 1996(1): 30-31.
- [15] 王卫东, 刘益宁, 宝山, 等. 宁夏光肩星天牛、光肩星天牛天敌昆虫的研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 90-93.
- [16] 徐志宏, 陈为民, 余伟. 松树皮下节肢动物种群动态研究初报[J]. 华东昆虫学报, 2005, 14(2): 105-108.
- [17] Inoue E. Studies on the natural enemy of *Monochamus alternatus* Hope, *Dastarcus longulus* Sharp (Coleoptera: Colydiidae) [J]. *Bull Okayama Prefectural Forest Experiment Station*, 1991(10): 40-47.
- [18] Kosaka H, Ogura N. Rearing of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) on artificial diets [J]. *Appl Emt Zool*, 1990, 25: 532-534.
- [19] Williams D W, Lee H, Kim I. Distribution and abundance of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Natural Acer Stands in South Korea[J]. *Environmental Entomology*, 2004, 33(3): 540-545.
- [20] 邬祥光. 昆虫生态学的常用数学分析方法[M]. 北京: 农业出版社, 1985: 654-655.
- [21] 李孟楼, 郭新荣, 庄世宏, 等. 混交林的多样性及其光肩星天牛的抗性研究[J]. 林业科学, 2005, 41(1): 157-164.