

不同生境油茶林油茶史氏叶蜂的发生与危害程度比较*

黄敦元^{1,2,3}, 余江帆⁴, 郝家胜², 张勤生³, 朱朝东¹

(1. 中国科学院 动物研究所, 北京 100080; 2. 安徽师范大学 生命科学院, 安徽 芜湖 241000;
3. 江西环境工程职业学院, 江西 赣州 341000; 4. 江西省林业厅 科技与国际合作处, 江西 南昌 330046)

摘要: 通过比较不同生境油茶林区油茶史氏叶蜂幼虫危害程度、同一种生境距林边不同距离油茶史氏叶蜂的危害程度, 分析了油茶史氏叶蜂对油茶春梢发育、夏梢发育、花芽分化率、花芽数目、落果率等的影响。结果表明: 油茶史氏叶蜂对油茶的春梢发育、夏梢发育、花芽分化率、春梢上花芽数目、同期的落果率等有显著危害, 且危害程度和林区的生态多样性相关; 不同生境下, 生态多样性越低, 危害越严重; 同一生境下, 距混合林区距离越远, 危害程度越重, 说明保护油茶林区及周边生境的生态多样性, 对防治和控制油茶史氏叶蜂是必要的。另外通过间接证据, 提出了白头鹎 *Pycnonotus sinensis* 和伯劳 *Lanius schach* 等食虫鸟类是油茶史氏叶蜂幼虫重要捕食性天敌的初步结论。

关键词: 昆虫学; 油茶史氏叶蜂; 油茶; 幼虫; 生境; 食虫鸟

中图分类号: Q949

文献标志码: A

文章编号: 1673-923X(2010)01-0059-06

Comparison of occurrence and damage degrees of *Dasmithius camellia* in camellia forest of different habitats

HU ANG Dun-yuan^{1,2,3}, YU Jiang-fan⁴, HAO Jia-sheng², ZHANG Qin-sheng³, ZHU Chao-dong¹

(1. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. School of Biology, Anhui Normal University, Wuhu 241000, Anhui, China;

3. Jiangxi Environmental Engineering Vocational College, Ganzhou 341000, Jiangxi, China;

4. Technology & International Cooperation Division,

Forestry Department of Jiangxi Province, Nanchang 330046, Jiangxi, China)

Abstract: We compared the damage degrees of larvae of *D. camellia* to camellia forest in different habitats and different distances to woodside in the same habitat. The results show that the larvae of *D. camellia* are significantly harmful to the growth of spring shoots and summer shoots, and would reduce the flower bud differentiation rate, the number of flower buds and the fruit drop rate. The degree of harmfulness was related to ecological diversity of the camellia forest, in different habitats, the lower ecological diversity of camellia forest, the more serious the degree of harmfulness was in similar habitat, the farther the distance to the mixed forest, the more serious the degree of harmfulness was in view of these, the protection of forest habitats and the surrounding ecological diversity was necessary to prevent and control the damage of *D. camellia*. In addition, some circumstantial evidences show that some insect-eating birds such as *Pycnonotus sinensis* and *Lanius schach* were predators of larvae of *D. camellia*.

Key words: entomology; *Dasmithius camellia*; *Camellia oleifera*; larva; habitat; avian insectivore

近年来,在政府部门政策支持及企业的带动下,油茶产业出现了前所未有的发展,出现了大量油茶人

工林。这些油茶林面积在几十亩到几千亩不等,一般都是在原始油茶林区的基础上重新种植或是在毁掉

* 收稿日期: 2009-08-28

基金项目: 国家林业局油茶有害生物综合防治技术规程(2009-LY-111); 国家自然科学基金面上项目(30870268, 30670242)

作者简介: 黄敦元(1974-),男,安徽桐城人,助教,硕士,主要从事油茶传粉和虫害防治方面的研究

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

其他原始林灌木的基础上建立起来的,这样就形成了大量单一物种种植的破碎化生境,严重地降低了林区内的生物多样性,削弱了生态系统的服务功能^[1-2]。

油茶史氏叶蜂 *Dasmithius camellia*^[3] 属膜翅目 *Hymenoptera* 叶蜂科 *Tenthredinidae*, 俗称大青虫、菜青虫,在湖南、江西、福建等地均有分布。油茶史氏叶蜂对油茶的危害主要以幼虫咀嚼油茶的春梢叶片,偶尔也咀嚼油茶的老叶和春梢嫩枝,严重的时候可以将整株油茶叶全部吃光^[4]。该蜂于1966年在湖南耒阳首次发现并引起关注。20世纪70年代,湖南和江西就有关于该害虫发生状况的文献报道^[5-6],但是尚没有油茶史氏叶蜂幼虫对油茶的危害程度和生物防治方法方面的研究报道。据野外观察,江西宜春油茶史氏叶蜂的生活史及习性和庄瑞林^[4]的研究结果基本一致,即:油茶史氏叶蜂在江西宜春地区1年1代,3月中旬成虫羽化,出土交尾,一般在白天进行,尤其是在上午10点左右较多,成虫没有趋光性,也没有明显的取食现象;一般1个雌虫终身只交尾1次,偶有2次;交尾后次日即可产卵,多数产于第3~5片嫩叶的内表面,卵期为7~10 d;幼虫期为14~20 d,共分5龄,其中以4、5龄幼虫的取食量较大;当年4月下旬~5月上旬陆续入土,幼虫入土后颜色逐渐变成乳白色且虫体也略变小;以老熟幼虫或蛹越冬(多数在1~2月份化蛹),蛹期2个月左右。

本文主要研究了油茶史氏叶蜂幼虫对油茶的危害状况,比较研究了不同生境下油茶史氏叶蜂的危害程度、不同样地距邻近次生阔叶林的远近对油茶史氏叶蜂危害程度的影响,同时对油茶史氏叶蜂幼虫的主要捕食性天敌鸟类进行了初步研究。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况及样地选择

研究样地位于江西省宜春市袁州区,地处江西省西部,地形以山地、丘陵为主。区内气候四季分明,雨量充沛,属于典型的中亚热带季风气候。选择了江西宜春市青龙高科公司种植的3个不同生境下的油茶林区作为本实验样地。鉴于叶蜂类害虫属于偶发性、零散发生型害虫,且绝大多数叶蜂1年1代,幼虫危害期极短,不同地块之间成虫出现、产卵的时间可能有一定差别,因此其幼虫数量变化及其变化率可能不同。本实验选择的3个样地均有不同程度的叶蜂危害且几个样地的叶蜂生活史基本同步。

N)。茶林占地面积约15 hm²,以15~20 a树龄的油茶为主。土质以第四纪(红)黄壤为主,山上有一定的杂质。地表密被禾本科 *Gramineae* 杂草、蕨类 *芒萁* *Dicranopteris linearis*、里白科 *Gleicheniaceae* 植物等,裸土极少。东、南面为丘陵山坡,密生次生林,树种主要为马尾松和樟树等。油茶林区周边都有高大常绿乔木树林,并有一个面积较大的水库。油茶林无人管理,处于纯自然状态。

JXYS- :江西宜春西村阮公亭样地(114 93 E, 27 44 N)。茶林占地面积约30 hm²,全部为树龄15 a左右的油茶。土质为红壤(第四纪红色粘土),土壤疏松且土丛较厚,基本没有杂质。地表被浅草(有人为除草和一定的放牧行为),裸土较多。油茶林种植在紧邻公路的丘陵上,周围是村庄和公路,为人工精耕林。

JXYS- :江西宜春西村河北样地(114 92 E, 27 45 N)。茶林占地面积约12 hm²。土质为煤矿山渣土为主,土质坚硬富含碎石;地表裸土较多但均被碎石。以15~20 a树龄的油茶为主,树高均在2 m以上,有一定的人为管理(2006年7月出现全面垦复并适度施肥,杂草杂木不多),处于半自然状态。

1.2 调查时间与方 法

本研究主要于2006年10月至2008年8月间在以上3种类型样地的18个样方上进行。

调查方法:在同一样地(宜春西村)任意选择30株被油茶史氏叶蜂危害的样树(分危害枝条和没有危害枝条)和30株没有危害的样树,分别在3~4月份统计油茶春梢上的叶蜂幼虫的虫口数目和标记选择油茶树(或)其中一些枝条上的初果数目;5月份统计油茶春梢被咀嚼的比例并测量春梢的长度、直径和春梢上的叶芽数(并将虫咀嚼的和没有咀嚼的进行比较);4月中、5月底2次统计出标记树(或)枝条上的成果数目,这样可以比较叶蜂幼虫对油茶叶面(尤其是春梢)的危害而对落果的影响;7~8月份测量在春梢基础上所发出的夏梢的长度和直径和夏梢的发生时间(并将虫咀嚼的和没有咀嚼的进行比较),同时统计和比较叶芽转化成当年花芽的比例大小。

对不同生境下油茶史氏叶蜂幼虫发生程度的调查主要参照宗世祥^[7]在统计沙棘木蠹蛾的幼虫空间分布的实验方法,即在江西宜春市区周边选择3种不同生境的油茶林区,每种生境随机选取6个样方(20 m × 100 m),每个样方采取棋盘式抽样方法,每个样方抽取20株样树来具体调查(图1中的叶蜂数目是同一样方中的20株样树上油茶史氏叶蜂幼虫的总数),调查分2次进行(2007年4月12日、4月19日)。关于

油茶史氏叶蜂幼虫对油茶春梢的具体危害程度的统计方法是: 分别在3种不同生境下的林区随机选择有危害的样树30株来进行野外统计分析。在比较距林边不同距离的油茶史氏叶蜂幼虫危害程度时, 在宜春巫家和宜春西村阮公亭2种不同生境下进行野外数据统计, 具体的方法参见Meehan等^[8]所设计的食虫鸟因对传粉昆虫的捕食而对座果率产生负面影响的实验方案, 即: 以林边(林边多为森林)为起点, 分别按照0、100、200、300、400、500 m向油茶林区推进, 每个距离段选择一个环带, 每个环带上随机选择20株样树来统计叶蜂的数目。本实验数据和图形制作采用SPSS 13.0和Excel 2003软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同生境下叶蜂幼虫对油茶危害程度的比较

通过对宜春周边3块样地18个样方中360株油茶植株进行叶蜂幼虫数目的统计(见图1), 结果表明: 油茶史氏叶蜂幼虫在不同生境样地上对油茶的危害程度是不同的。另外, 为了进一步比较不同生境样地油茶史氏叶蜂幼虫对油茶的危害程度, 还在上述3个样地各选择30株有叶蜂危害的样树统计出当年春梢数目和被油茶史氏叶蜂幼虫危害的春梢数目, 以春梢为害率(危害春梢/全部春梢)来进一步地比较不同生境下油茶史氏叶蜂的危害程度(具体见图2)。

由图1可以看出: 在几种不同生境下, 油茶史氏叶蜂在相同数目样树上(120株)幼虫数目有较大差异; 即: 精细耕作的阮公亭样地> 半自然状态的河北样地> 纯自然状态的巫家样地。由2次的统计结果可以看出: 巫家样地也有一定的油茶史氏叶蜂幼虫危害, 但是相同数目油茶树上幼虫数量相对较少; 而且, 比较2次的统计结果可以看出: 叶蜂危害程度降低的幅度纯自然状态的巫家样地> 半自然状态的河北样地> 精细耕作的阮公亭样地。这说明: 自然状态的巫家样地由于林区及周边环境维持得比较好, 生物多样性比较丰富, 因而具有较高的生态修复功能。通过图2可以看出3种不同生境下油茶史氏叶蜂对油茶春梢的危害程度有明显差异(双尾检验的显著性概率 $P = 0.000 < 0.005$): 精细耕作的阮公亭样地(47.3% ± 10.2%)> 半自然状态的河北样地(24.7% ± 7.8%)> 纯自然状态的巫家样地(13.5% ± 4.4%)。由此可见, 不同生境下的油茶林区油茶史氏叶蜂的危害程度是不同的, 精耕人工林区叶蜂的危害程度要明显高于半自然和纯自然油茶林区的危害程度。

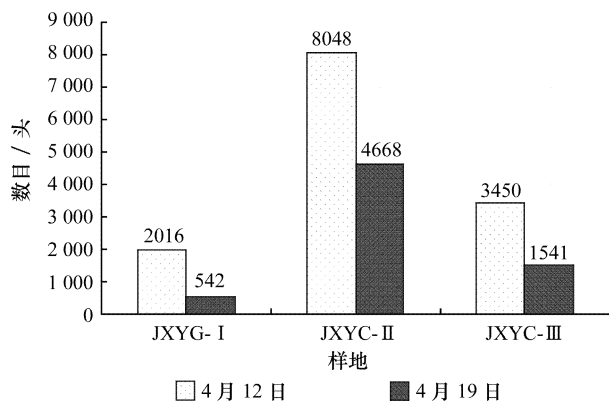


图1 几种不同生境油茶史氏叶蜂幼虫数目的比较

Fig. 1 Comparison of larvae numbers of *Dasmithius camellia* in camellia forest in different habitats

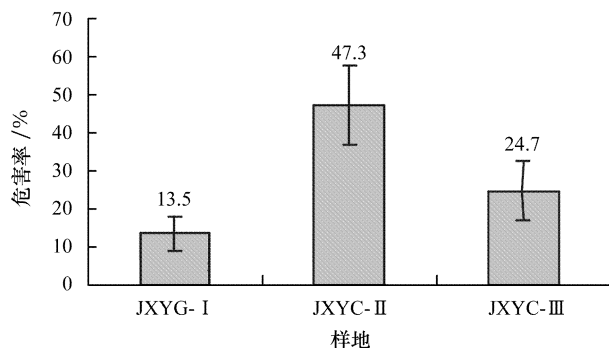


图2 不同生境下叶蜂对油茶春梢的危害率比较

Fig. 2 Comparison of damage degrees of *Dasmithius camellia* to spring shoots in camellia forest in different habitats

2.2 油茶林距自然林区不同距离样地史氏叶蜂危害程度的比较

为了初步说明伯劳等食虫鸟对油茶史氏叶蜂的捕食作用, 分别在阮公亭样地(半自然林区)和巫家样地(纯自然林区)来进行具体统计, 数据见图3。

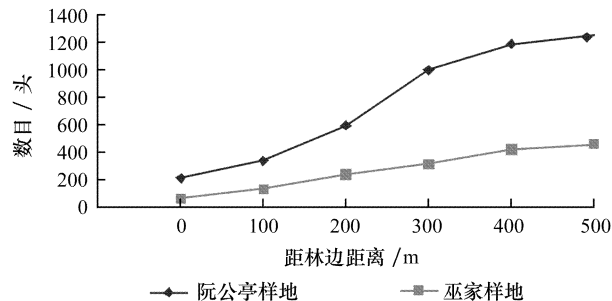


图3 不同距离下油茶史氏叶蜂幼虫的危害程度比较

Fig. 3 Comparison of damage degrees of *Dasmithius camellia* to camellia forest in different distances

由图3可以看出: 在林区边缘, 相同数目(20株)的油茶植株上的油茶史氏叶蜂幼虫的数目较少(巫家

样地为69头,阮公亭样地为212头);随着距离的增加,相同数目植株上油茶史氏叶蜂幼虫的数目逐渐增加,到距离林边500 m的时候,样树上油茶史氏叶蜂幼虫的数目分别为460头和1251头。由此可见,相同生境下,随着油茶林区距由高大乔木、灌木和草本植物等组成的混合林区距离增加,油茶史氏叶蜂的危害

表1 油茶史氏叶蜂幼虫对油茶生长发育的影响

Table 1 Damage degrees of *Dasmithius camellia* to camellia forest

	春梢		夏梢		萌发时间	花芽数目	花芽分化率/%	同期落果率/%
	长度/cm	直径/mm	长度/cm	直径/mm				
危害组	9.210 ± 1.652	2.617 ± 0.297	17.325 ± 1.684	3.146 ± 0.301	6.50 ~ 7.16	2.400 ± 0.479	30.7 ± 6.2	50.4 ± 5.8
对照组	13.567 ± 1.388	3.120 ± 0.335	9.813 ± 1.619	2.716 ± 0.354	5.25 ~ 6.30	4.867 ± 0.905	48.8 ± 7.7	22.3 ± 6.8

从表1可以看出:油茶史氏叶蜂幼虫对油茶的春梢、夏梢、花芽数目、花芽分化率、落果率等有明显影响。受害的春梢长度(9.210 ± 1.652)明显小于对照组(13.567 ± 1.388) ($P = 0.000 < 0.005$);受害春梢的直径(2.617 ± 0.297)明显小于对照组(3.120 ± 0.335) ($P = 0.000 < 0.005$);花芽的数目(2.400 ± 0.479)和花芽分化率(30.7 ± 6.2)%明显小于对照组($P = 0.000 < 0.005$);受害组的同期落果率(50.4 ± 5.8)%明显高于对照组(22.3 ± 6.8)% ($P = 0.000 < 0.005$)。但是,由被油茶史氏叶蜂幼虫危害的春梢所发出的夏梢的长度(17.325 ± 1.684)和直径(3.146 ± 0.301)要明显大于对照组的(9.813 ± 1.619)和(2.716 ± 0.354) ($P = 0.000 < 0.005$);另外,夏梢的萌发时间(6月5日)要迟于对照组的5月25日,但是受害组夏梢的生长时间要长于对照组,这可能是油茶对虫害导致叶面损害的一种超越补偿反应^[9-11],或被认为是植物耐虫害性的一种表现^[12]。

3 讨论

油茶新梢是指当年在树冠外侧枝条上发出的嫩枝。根据萌发季节的不同,可以分成春梢、夏梢和秋梢3种。但是春、夏、秋梢的腋芽不一定都能萌发,有一部分是潜伏芽。管理水平低的成年油茶林,多数植株1年只有在春季抽梢1次,偶有夏梢,没有秋梢;处于营养生长旺盛的幼年林1年才可以抽梢2~3次。本研究涉及的样地全部为10年以上的成年林,基本只有春梢和少量的夏梢。春梢的生长好坏直接关系到当年的花芽分化、翌年的座果数和油茶产量^[4]。通过表1可以看出:油茶史氏叶蜂幼虫自3月底、4月初孵化后,直接取食油茶的春梢,影响了植物的光合作用,同时影响到油茶夏、秋梢的发育、花芽的数量、花芽分化率、座果率等。另外,在野外发现:小年的油茶春梢因

程度加剧。

2.3 油茶史氏叶蜂对油茶的具体影响

在前人的研究基础上,对油茶史氏叶蜂对油茶的危害,主要从春梢的发育、夏梢的发育、花芽分化率(花芽数/叶芽数)、花芽的数目、落果率等方面进行了更细致的研究,结果见表1。

为座果少,春梢长势相对较好,同时被油茶史氏叶蜂幼虫危害的程度和频率要高。因为春梢的毁坏直接影响到当年的花、翌年的果,使得翌年本可以丰产的油茶植株(或枝条)不能很好的开花和座果。正如 Marquis & Whelan^[13], Greenberg 等^[14], Sanz^[15]等人所认为的那样:许多植物的落叶,最终导致落果都是由于害虫食叶的影响。

人类对自然的影响主要是通过自然栖息地的碎片化、结构的退化和破坏等,使得原始生境变成了人为化的生境^[16],这样适宜于原来生境上的生物群落结构必然会发生相应的变化,对这种变化的快速评估常以昆虫多样性来衡量^[17]。油茶人工林由于物种比较单一、种植面积的碎片化、人类不合理的垦复、除草剂和农药的大量使用等因素,使得林区的生物种类及丰度大大降低,削弱了生态系统的服务功能。这种由于人为林区碎片化使得区内生物多样性的丧失而减弱了生态系统服务功能的问题,近10年来已经引起了国内外专家学者的重视,并在这方面做了很多的工作。其中做得比较多的是对热带雨林的研

究^[18-19]。通过本研究的数据可以从以下方面来进行说明:首先,由图1可以明显看出:人工林油茶每20株植株上的油茶史氏叶蜂幼虫最高达8048头,远多于半自然状态下的3450头和自然状态下的2014头。同时,由图1还可以看出:从以上3个不同生境样地共计18个样方的先后2次统计中,纯天然林区油茶史氏叶蜂幼虫的数目降低的幅度要高于半自然林区高于人工林区;其次,由图2不同生境下叶蜂对油茶春梢的危害率比较可以看出:精细耕作的西村阮公亭样地春梢的危害率>半自然状态的西村河北样地春梢的危害率>纯天然状态的巫家样地春梢的危害率;第三,通过图3可以看出:随着油茶林区距由高大乔木、灌木和草本植物较多的混合林区距离的增加,油茶史氏叶

蜂的危害程度加剧。所以, 维持油茶林区及周边环境的生态复杂性对保护油茶林区的生物多样性, 提高油茶林区的生态修复功能, 控制和降低油茶史氏叶蜂等病虫害是非常必要的。

一般油茶的栽培都是选择在坡度比较小的丘陵地带, 周边和(或)中间的山顶多有高大乔木并伴有矮小灌木的森林且林下有大量的开花植物。这样的环境对于单一栽培的油茶人工林来说非常重要, 它不仅给油茶传粉昆虫提供了食物和栖息地, 同时也为鸟类等捕食性天敌和寄生性天敌提供良好的栖息地环境, 毕竟像伯劳等食虫鸟多筑巢于庄稼地或菜地边缘区域的高大乔木上^[20]。

鸟类(尤其是白头鹎和伯劳等食虫鸟)通过捕食可以明显地降低有些食草昆虫的密度^[14, 21, 22], 降低食草昆虫对植物的食草作用。油茶史氏叶蜂幼虫活动能力差, 无毒毛、毒腺等警戒色, 比较有利于食虫鸟的捕食。同时, 在4月中下旬, 白头鹎和伯劳正处于育雏期^[20, 23], 需要大量的食物来抚育后代。初步认为白头鹎和伯劳等食虫鸟对油茶史氏叶蜂幼虫有一定的捕食作用。主要证据有: 第一, 通过在几个样地的野外观察发现: 4月份白头鹎和伯劳等食虫鸟经常停留在油茶的外侧春梢枝条上并有捕食的行为, 而此时间段油茶春梢上的叶面虫害主要是油茶史氏叶蜂幼虫; 第二, 纯自然林的宜春巫家样地周边及林区中间的高大乔木较多, 鸟类的密度明显高于半自然林区的西村河北样地, 也高于人工林的西村阮公亭样地, 而由图1可以看出: 巫家样地的虫害最轻, 西村阮公亭的油茶史氏叶蜂虫害最为严重, 同时由图1先后2次的统计数据来看, 鸟类最多的巫家样地变化幅度最大(由于第2次观察的时间比较早, 很少有油茶史氏叶蜂幼虫落到油茶树下入土), 在鸟类密度最小的西村样地变化幅度最低; 第三, 由图3可以得知: 无论在宜春西村阮公亭样地还是在宜春巫家样地, 随着距鸟类栖息地森林的距离加大, 油茶春梢上油茶史氏叶蜂幼虫的虫口密度在加大, 而一般食虫鸟的活动频率与离巢的距离成副相关^[8]; 第四, 在先后对油茶春梢上油茶史氏叶蜂幼虫数目统计的过程中还发现: 同一个样地上, 绿色叶面油茶春梢上的油茶史氏叶蜂幼虫的变化幅度要明显小于红色品系叶面的春梢, 绿色油茶叶面对绿色的油茶史氏叶蜂幼虫是一种很好的保护色, 可能加大了白头鹎和伯劳等食虫鸟对油茶史氏叶蜂幼虫的捕食难度。

综上所述, 油茶史氏叶蜂幼虫是油茶叶面(尤其是春梢叶面)的一种主要害虫, 它通过咀嚼春梢叶面,

影响到春梢的发育、夏梢的发育、花芽的分化、花芽的绝对数目、座果的数目、落果率等, 进而严重影响油茶的产量。维持油茶林区及油茶林周边环境的生态复杂性, 为食虫鸟及其他捕食性天敌提供良好的栖息地和食物资源, 对于防治和控制油茶林区的虫害是非常重要的。但是食虫鸟对油茶史氏叶蜂幼虫捕食的直接证据还需要进一步的实验验证。同时, 还需要对油茶史氏叶蜂幼虫的其它捕食性天敌和寄生性天敌做进一步地研究, 为实现将来对油茶史氏叶蜂幼虫虫害的生物防治提供本底资料。

致谢: 承蒙中南林业科技大学魏美才教授对本文的修改, 感谢江西宜春青龙高科公司在野外工作中提供巨大的支持和帮助, 在此一并致谢。

参考文献:

- [1] Davies K F, Marguels C R, Lawrence J F. Which traits of species predict population declines in experimental forest fragments [J]. *Ecology*, 2000, 81(5): 1450- 1461.
- [2] Kremen C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology[J]. *Ecology Letters*, 2005, 8(5): 468 - 479.
- [3] 萧刚柔. 中国叶蜂科一新属(膜翅目, 广腰亚目)[J]. *林业科学*, 1987, 23(3): 299- 302.
- [4] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 北京: 中国林业出版社. 1985.
- [5] 湖南省林科所森保室. 油茶史氏叶蜂生活习性及其防治的探讨[J]. *湖南林业科技*, 1974, (1): 26- 33.
- [6] 萍乡市林科所. 油茶史氏叶蜂发生及防治[J]. *江西林业科技*, 1978, (2): 38- 40.
- [7] 宗世祥, 贾峰勇, 许志春, 等. 沙棘木蠹蛾的幼虫空间分布与抽样技术[J]. *昆虫知识*, 2004, 41(6): 552- 555.
- [8] Meehan T D, Lease H M, Wolf B O. Negative indirect effects of an avian insectivore on the fruit set of an insect-pollinated herb[J]. *Oikos*, 2005, 109(2): 297- 304.
- [9] Lennartsson T, Nilsson P, Tuomi J. Induction of overcompensation in the field gentian, *Gentiana campestris*[J]. *Ecology*, 1998, 79: 1061- 1072.
- [10] 李跃强, 盛承发. 植物的超越补偿反应[J]. *植物生理学通讯*, 1996, 32(6): 457- 464.
- [11] 李宽意, 李艳敏, 刘正文. 叶片损害强度与基质营养水平对苦草补偿性生长的影响[J]. *应用生态学报*, 2008, 19(11): 2369- 2374.
- [12] 陈建明, 俞晓平, 程家安, 等. 植物耐虫性研究进展[J]. *昆虫学报*, 2005, 48(2): 262- 272.
- [13] Marquis R J, Whelan C J. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf-chewing insects[J]. *Ecology*, 1994, 75(3): 2007- 2014.

- [14] Greenberg R, Bichier P, Angon A C, *et al.* The impact of avian insectivory on arthropods and leaf damage in some Guatemalan coffee plantations [J]. *Ecology*, 2000, 81(6): 1750–1755.
- [15] Sanz J J. Experimentally increased insectivorous bird density results in a reduction of caterpillar density and leaf damage to *Pyrenean oak* [J]. *Ecological Research*, 2001, 16(3): 387–394.
- [16] Kremen. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change [J]. *Ecology Letters*, 2007, 10(4): 299–314.
- [17] 王义平, 吴 鸿, 徐华潮. 以昆虫作为指示生物评估森林健康的生物学与生态学基础 [J]. *应用生态学报*, 2008, 19(7): 1625–1630.
- [18] Schelhas J, Greenberg R. *Forest patches in tropical landscapes* [M]. Washington DC: Island Press, 1996.
- [19] Klein A M, Steffan-Dewenter I, Tschardt T. Rain forest promotes trophic interactions and diversity of trap-nesting Hymenoptera in adjacent agroforestry [J]. *Journal of Animal Ecology*, 2006, 75(2): 315–323.
- [20] 官天培, 胡 婧, 罗贵平, 等. 四川南充地区棕背伯劳的繁殖习性 [J]. *动物学杂志*, 2006, 41(5): 92–97.
- [21] Holmes R T, Schultz J C, Nothnagle P. Bird predation on forest insects: an enclosure experiment [J]. *Science*, 1979, 206(4417): 462–463.
- [22] Bock C E, Bock J H, Grant M C. Effects of bird predation on grasshopper densities in an Arizona grassland [J]. *Ecology*, 1992, 73(5): 1706–1717.
- [23] 陈 伟, 郭宗明, 胡锦鑫, 等. 四川南充市白头鹤的繁殖习性及其雏鸟的生长发育 [J]. *动物学杂志*, 2006, 42(2): 107–111.

[本文编校: 吴 毅]

(上接第 58 页)

- [5] 李莹莹, 姜 华, 肖 敏. 27 种中草药对根癌土壤杆菌的抑菌效果 [J]. *山西农业科学*, 2008, 36(5): 35–38.
- [6] 段保灵, 陈秀玉, 何银玲, 等. 果树冠瘿病的发生规律与综合防治技术 [J]. *河南林业科技*, 2005, 25(1): 23.
- [7] 罗维德, 杨金兰, 杨永启. 桃树根癌病防治技术探讨 [J]. *中国植保导刊*, 2004(3): 13–16.
- [8] 常 辉, 刘一龙. 树莓根癌病防治技术 [J]. *林业勘查设计*, 2008(2): 70–71.
- [9] 孙志强, 李福海, 黄 琳, 等. 2 种药剂室内预防核果类果树根癌病试验 [J]. *中国果树*, 2008(6): 38–41.
- [10] 高仕英, 刘碧源. 壳聚糖及其衍生物的抗微生物活性研究进展 [J]. *中国生化药物杂志*, 2003, 24(5): 268–270.
- [11] 马鹏鹏. 甲壳糖及其衍生物在农业生产中的应用 [J]. *植物生理学通讯*, 2001, 37(5): 476–477.
- [12] 刘福京. 一种采用壳寡糖柠檬酸盐愈伤剂防治果树根癌的方法 [Z]. 国家发明专利, 专利号 ZL03134031.8.

[本文编校: 吴 毅]