

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 24 期 Vol.31 No.24 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 24 期

2011 年 12 月 (半月刊)

目 次

柑橘黄龙病株不同部位内生细菌群落结构的多样性·····	刘 波,郑雪芳,孙大光,等 (7325)
小兴安岭红松径向生长对未来气候变化的响应·····	尹 红,王 靖,刘洪滨,等 (7343)
污水地下渗透系统脱氮效果及动力学过程·····	李海波,李英华,孙铁珩,等 (7351)
基于生态系统服务的海南岛自然保护区体系规划·····	肖 燚,陈圣宾,张 路,等 (7357)
羌塘地区草食性野生动物的生态服务价值评估——以藏羚羊为例·····	鲁春霞,刘 铭,冯 跃,等 (7370)
湖北省潜江市生态系统服务功能价值空间特征·····	许倍慎,周 勇,徐 理,等 (7379)
滇西北纳帕海湿地景观格局变化及其对土壤碳库的影响·····	李宁云,袁 华,田 昆,等 (7388)
基于连接性考虑的湿地生态系统保护多预案分析——以黄淮海地区为例·····	宋晓龙,李晓文,张明祥,等 (7397)
青藏高原高寒草甸生态系统碳增汇潜力·····	韩道瑞,曹广民,郭小伟,等 (7408)
影响黄土高原地物光谱反射率的非均匀因子及反照率参数化研究·····	张 杰,张 强 (7418)
基于 GIS 的下辽河平原地下水生态敏感性评价·····	孙才志,杨 磊,胡冬玲 (7428)
厦门市土地利用变化下的生态敏感性·····	黄 静,崔胜辉,李方一,等 (7441)
我国保护地生态旅游发展现状调查分析·····	钟林生,王 婧 (7450)
黄腹山鹧鸪稳定的配偶关系限制雄性欺骗者·····	褚福印,唐思贤,潘虎君,等 (7458)
食物蛋白含量和限食对雌性东方田鼠生理特性的影响·····	朱俊霞,王 勇,张美文,等 (7464)
具有捕食正效应的捕食-食饵系统·····	祁 君,苏志勇 (7471)
桑科中 4 种桑天牛寄主植物的挥发物成分研究·····	张 琳,WANG Baode,许志春 (7479)
栗山天牛成虫羽化与温湿度的关系·····	杨忠岐,王小艺,王 宝,等 (7486)
人工巢箱条件下杂色山雀的巢位选择及其对繁殖成功率的影响·····	李 乐,万冬梅,刘 鹤,等 (7492)
鸭绿江口湿地鸕鹚类停歇地的生物生态研究·····	宋 伦,杨国军,李 爱,等 (7500)
锡林郭勒草原区气温的时空变化特征·····	王海梅,李政海,乌 兰,等 (7511)
UV-B 辐射胁迫对杨桐幼苗生长及光合生理的影响·····	兰春剑,江 洪,黄梅玲,等 (7516)
小麦和玉米叶片光合-蒸腾日变化耦合机理·····	赵风华,王秋凤,王建林,等 (7526)
利用稳定氢氧同位素定量区分白刺水分来源的方法比较·····	巩国丽,陈 辉,段德玉 (7533)
2010 年冬季寒冷天气对闽江口 3 种红树植物幼苗的影响·····	雍石泉,仝 川,庄晨辉,等 (7542)
人参皂苷与生态因子的相关性·····	谢彩香,索风梅,贾光林,等 (7551)
苈对黑麦草根系几种低分子量有机分泌物的影响·····	谢晓梅,廖 敏,杨 静 (7564)
盐碱地柠条根围土中黑曲霉的分离鉴定及解磷能力测定·····	张丽珍,樊晶晶,牛 伟,等 (7571)
不同近地表土壤水文条件下雨滴打击对黑土坡面养分流失的影响·····	安 娟,郑粉莉,李桂芳,等 (7579)
煤电生产系统的能值分析及新指标体系的构建·····	楼 波,徐 毅,林振冠 (7591)
专论与综述	
东南亚高山森林植被变化对流域产水量的影响·····	张远东,刘世荣,顾峰雪 (7601)
干旱荒漠区斑块状植被空间格局及其防沙效应研究进展·····	胡广录,赵文智,王 岗 (7609)
利用农业生物多样性持续控制有害生物·····	高 东,何霞红,朱书生 (7617)
研究简报	
洪湖湿地生态系统土壤有机碳及养分含量特征·····	刘 刚,沈守云,闫文德,等 (7625)
氯氰菊酯和溴氰菊酯对萼花臂尾轮虫生殖的影响·····	黄 林,刘昌利,韦传宝,等 (7632)
学术信息与动态	
SCOPE-ZHONGYU 环境论坛(2011)暨环境科学与可持续发展国际会议成功举办·····	(7639)
《生态学报》3 篇文章入选 2010 年中国百篇最具影响国内学术论文 等·····	(I)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 36 * 2011-12	



封面图说: 泥炭藓大多生长在多水、寒冷和贫营养的生境,同时有少数的草本、矮小灌木也生长在其中,但优势植物仍然是泥炭藓属植物。泥炭藓植物植株死后逐渐堆积形成泥炭。经过若干年的生长演变,形成了大片的泥炭藓沼泽。这种沼泽地有黑黑的泥炭,绿绿的草甸和亮晶晶的斑块状水面相间相衬,远远看去就像大地铺上了锦绣地毯一样美丽壮观。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

杨忠岐,王小艺,王宝, 于艳萍,董志明,牟智慧, 王怀松. 栗山天牛成虫羽化与温湿度的关系. 生态学报, 2011, 31(24): 7486-7491.

Yang Z Q, Wang X Y, Wang B, Yu Y P, Dong Z M, Mou Z H, Wang H S. Relationship between adult emergence of *Massicus raddei* (Coleoptera: Cerambycidae) and temperature and relative humidity. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(24): 7486-7491.

栗山天牛成虫羽化与温湿度的关系

杨忠岐^{1,*}, 王小艺¹, 王 宝², 于艳萍², 董志明³, 牟智慧⁴, 王怀松⁵

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

2. 吉林省森林病虫害防治检疫总站, 长春 130022; 3. 集安市森林病虫害防治检疫站, 吉林 134200;

4. 吉林市森林病虫害防治检疫站, 吉林 132000; 5. 磐石市森林病虫害防治检疫站, 吉林 132300)

摘要: 栗山天牛 *Massicus raddei* (Blessig) 是危害我国东北辽东栎 *Quercus liaotungensis* 和蒙古栎 *Q. mongolicus* 天然林的重大害虫, 生活周期长, 3a 发生 1 代, 而且生活史整齐, 在东北林区的辽宁、吉林和内蒙发育历期基本一致, 因而绝大部分的成虫羽化时期出现在同一年份。为了有效防治栗山天牛, 利用栗山天牛成虫具有趋光性这一特点, 研究发明了诱集捕杀成虫的专用黑光灯, 诱杀了大量的栗山天牛成虫, 吉林省 2008 年共诱杀栗山天牛成虫达 24.16t。根据每天晚上所诱到的栗山天牛的成虫数量 (平均 1kg 栗山天牛成虫数量为 430 头, 按此折合成重量 kg 统计), 分析栗山天牛在成虫发生期其羽化数量与温湿度因子的关系。结果表明, 栗山天牛成虫的羽化高峰期集中在 7 月下旬至 8 月上旬; 成虫的羽化与林间气温呈显著的正相关关系, 与相对湿度则呈显著负相关关系。研究对栗山天牛成虫的发生量与温湿度的关系进行了拟合。研究结果为我国东北林区栗山天牛成虫羽化年份预测预报成虫出现和发生期以及在成虫发生期开展防治提供了依据。

关键词: 栗山天牛; 成虫羽化; 趋光性; 黑光灯; 诱杀成虫; 温湿度

Relationship between adult emergence of *Massicus raddei* (Coleoptera: Cerambycidae) and temperature and relative humidity

YANG Zhongqi^{1,*}, WANG Xiaoyi¹, WANG Bao², YU Yanping², DONG Zhiming³, MOU Zhihui⁴, WANG Huaisong⁵

1 Key Laboratory of Forest Protection, State Forestry Administration; Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 General Station of Forest Pest Control and Quarantine of Jilin Province, Changchun 130022, China

3 Forest Pest Control and Quarantine Station of Ji'an County, Jilin 134200, China

4 Forest Pest Control and Quarantine Station of Jilin City, Jilin 132000, China

5 Forest Pest Control and Quarantine Station of Panshi County, Jilin 132300, China

Abstract: The oak longhorn beetle, *Massicus raddei* (Blessig) (Coleoptera: Cerambycidae), is a severe wood borer for forests of *Quercus liaotungensis* and *Q. mongolicus* in northeastern China. It needed three years to complete a generation with its life history uniformly. It was interesting that the developing stage of the longhorn beetle was about the same in Liaoning, Jilin provinces and Inner Mongolia, and thus its adult emergence period was all in the same year every three years. For the control of this pest we invented a black light trap to attract and kill its adults based on their biological characteristics of phototropism. In 2008, 24.16 ton of the longhorn beetle adults were killed by the special black light trap in Jilin Province with 430 individual adults per kg. averagely. According to the numbers (used as weight (kg.)) of the longhorn beetle adults attracted per night by the special black light from July to August in 2008, the relationship between

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划课题 (2006BAD08A12)

收稿日期: 2011-06-24; 修订日期: 2011-11-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yzhqi@caf.ac.cn

the adult emergence period and temperature and humidity were analyzed. It was indicated that the emergence peak was from last ten days of July to first ten days of August; the adult emergence showed positive correlation obviously with temperature but negative correlation with relative humidity in the forest stands then. The relationship between the quantity of the longhorn beetle emergence and temperature and relative humidity was fitted preliminarily. The research results provide basal data for predetermining and forecasting the longhorn beetle adult emergence starting and lasting time, as well as for control techniques carrying on.

Key Words: *Massicus raddei*; adult emergence; black light trap; attracting and killing adult; temperature and relative humidity

栗山天牛 *Massicus raddei* (Blessig) 是我国东北林区目前危害最为严重的害虫,对大面积的辽东栎 *Quercus liaotungensis* 和蒙古栎 *Q. mongolicus* 天然林造成了重大危害^[1-2]。该害虫生活历期长,3a 发生 1 代,幼虫长期钻蛀生活于树干中,主要危害 30 年生以上的成熟林^[3-5]。在东北林区世代发生基本整齐一致,绝大部分的成虫羽化时期出现在同一年份,成虫在晚上活动,具有较强的趋光性^[6]。为了有效防治栗山天牛,我们利用栗山天牛成虫具有趋光性这一特点,研究发明了诱集捕杀成虫的专用黑光灯。2008 年是栗山天牛成虫每隔 3 年羽化出现一次的年份。成虫期是栗山天牛生活史中的薄弱环节,因为其从树干中羽化而出,裸露生活,进行补充营养,交配产卵。如果在成虫期利用其趋光性的特点,进行灯光诱集,捕杀成虫,将大大降低其后代的种群数量,是控制栗山天牛的良好时机,也是栗山天牛灾害应急处置的关键阶段。为此,吉林省人民政府和林业厅组织吉林省境内栗山天牛发生区的各级地方政府和林业主管部门,利用我们研究成功的诱杀栗山天牛成虫专用黑光灯(国家发明专利名称:诱杀栗山天牛成虫的专用光源与技术及其应用,专利号:ZL200810102488.3),在 2008 年 6—8 月份统一进行了灯诱捕杀栗山天牛成虫的专项行动。在诱捕期间,吉林省人民政府进行了层层动员,由全省各级政府林业主管领导负责,层层落实责任制;将 6000 台诱杀栗山天牛成虫的专用黑光灯统一发到害虫发生区的林场,每台灯指派专人负责,在成虫羽化期挂灯诱捕。为了保证诱杀效果,实行了有偿收购,每天按所诱到的栗山天牛成虫的个体数量现场支付现金,大大调动了群众对开展工作的积极性,确保了诱到的栗山天牛成虫能够全部和及时回收。为了解栗山天牛成虫的羽化规律,明确成虫羽化与温湿度的关系,预测预报成虫发生期,根据各地每天回收黑光灯所诱到的栗山天牛成虫的数量,结合诱集当天的温度和湿度,分析了栗山天牛成虫发生量与温湿度的关系,以期明确栗山天牛成虫的羽化规律与气候条件的关系。

1 材料与方法

1.1 黑光灯

采用中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所生物防治研究室设计的特定波长、并试验成功的对栗山天牛成虫具有强烈引诱效果的黑光灯。该黑光灯灯管由北京电光源研究所生产,黑光灯灯架和蓄电池为湖北省荆州市科力电子电器有限公司生产。2008 年吉林省全省共购置该诱杀栗山天牛专用黑光灯 6000 台,供各地诱杀栗山天牛成虫专项行动使用。

1.2 方法

2008 年 7 月初各林区开始挂灯诱集栗山天牛成虫。灯与灯间距为 350m 左右,灯挂在离地面约 2.5m 高处。每台诱虫灯固定由 2 人专门负责管理,白天将蓄电池从林间取回在家中充电,晚上由管理人员运到固定的诱集点,联接黑光灯以供电和开灯诱集。每晚诱集时间为当日 19:00 至翌日 1:30。为了将诱集来的栗山天牛成虫悉数捕获,管理人员除了在灯下捕捉被黑光灯的高压电网击昏的成虫外,还注意捕捉被灯光诱集而来但没有扑灯、爬附于黑光灯周围树干上的成虫。

1.3 黑光灯的空间分布和数量分布情况

黑光灯数量按栗山天牛在吉林省各地实际发生面积和严重程度布设,具体地点和相应数量详见表 1。包括通化市的集安市、通化县、柳河县、梅河口市、辉南县、辉南森经局;吉林市的丰满区、龙潭区、磐石市、舒兰

市、蛟河市、桦甸市、永吉县、上营森经局和省直国有红石林业局;白山市的靖宇县、三岔子林业局和白山市直三道沟林场;辽源市的东辽县、东丰县;四平市的伊通县;长春市的净月开发区林业局。共涉及 6 个地级市、19 个县(市、区)和 6 个森林经营单位(表 1)。

1.4 统计分析

本研究所有数据的统计分析均采用 SAS(Version 9.1.3) 软件包进行,回归分析采用 PROC REG 命令^[7]。气象数据(包括温度和相对湿度)根据各地诱虫时期从当地气象部门获得。

2 结果与分析

2.1 吉林省 2008 年不同日期栗山天牛成虫的羽化规律

诱集结果表明,7 月 10 日起栗山天牛成虫诱集量逐渐增加,7 月 25 日至 8 月 4 日为成虫诱集高峰期。由于诱集到的栗山天牛成虫量比较大,故按各地收购的实际重量(kg)统计、计算,每公斤平均有成虫 430 头。截止到 2008 年 8 月 15 日,在吉林全省发生危害区共捕杀栗山天牛成虫 1048.5 万头,折合 24.16t。实践表明,利用该专用黑光灯对栗山天牛成虫的诱杀效果非常显著。对吉林省全省、通化市和白山市在整个栗山天牛羽化期的数据进行分析的结果显示,通化市是 2008 年吉林全省收集栗山天牛的最主要地区,其变化趋势与全省的基本相似,成虫羽化高峰期集中在 7 月底至 8 月初(图 1,图 2),由于 7 月 29 日至 8 月 1 日期间下雨,因此导致了在雨季前后天牛成虫羽化数量较多。而白山市的情况略有不同,白山市的天牛发生数量远远低于通化市,天牛的羽化高峰也仅出现 1 个,在 8 月 6 日前后(图 3),这是由于局部天气变化所引起的。

表 1 吉林省 2008 年黑光灯布设的地点和数量分布情况

Table 1 The number and sites distribution of black lights in Jilin Province in 2008

	地点 Site	数量/台 Number	合计/台 Total
通化市	通化县	347	2817
	柳河县	508	
	梅河口市	342	
	辉南县	460	
	辉南县森经局	60	
吉林市	集安市	1100	3035
	龙潭区	373	
	丰满区	130	
	船营区、昌邑区、松花湖林场	154	
	舒兰市	300	
	桦甸市	350	
	蛟河市	445	
	磐石市	610	
	永吉县	430	
	上营森经局	43	
	红石林业局	200	
白山市	三道沟林场	100	123
	靖宇县	20	
	三岔子林业局	3	
辽源市	东丰县	10	13
	东辽县	3	
四平市	伊通县	7	7
长春市	净月开发区	5	5
合计 Total/台		6000	6000

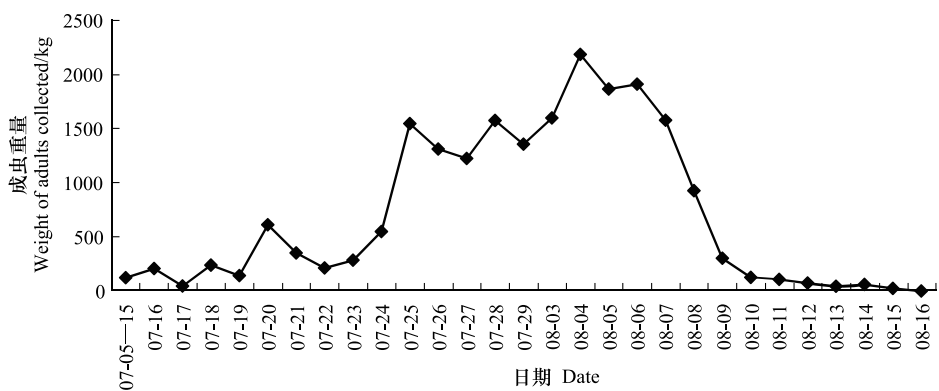


图 1 吉林省 2008 年全省收购栗山天牛成虫日变化趋势图

Fig. 1 The daily collected adults of *Massicus raddei* in Jilin Province in 2008

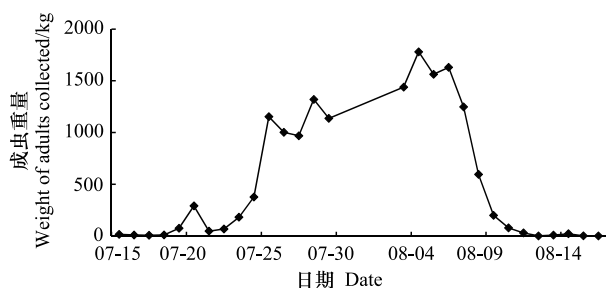


图2 吉林省通化市2008年收购栗山天牛成虫日变化趋势图

Fig. 2 The daily collected adults of *Massicus raddei* in Tonghua, Jilin Province in 2008

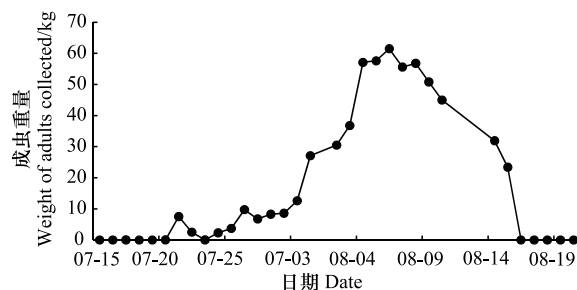


图3 吉林省白山市2008年收购栗山天牛成虫日变化趋势图

Fig. 3 The daily collected adults of *Massicus raddei* in Baishan, Jilin Province in 2008

2.2 气温对栗山天牛成虫发生量的影响

栗山天牛成虫的羽化数量与气温密切相关,温度越高,成虫发生数量越多(图4、图5、图6)。天牛羽化数量与日最高温($df=1, 188, F=44.52, P<0.0001$)、日最低温($df=2, 197, F=7.51, P=0.0007$)和日平均温度($df=2, 198, F=31.01, P<0.0001$)呈显著的正相关(表1),变化趋势基本一致。

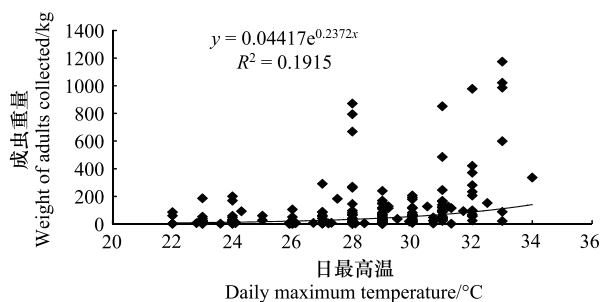


图4 日最高气温对栗山天牛成虫发生量的影响

Fig. 4 Influences of the daily highest temperature on the number of *Massicus raddei* adult emergence

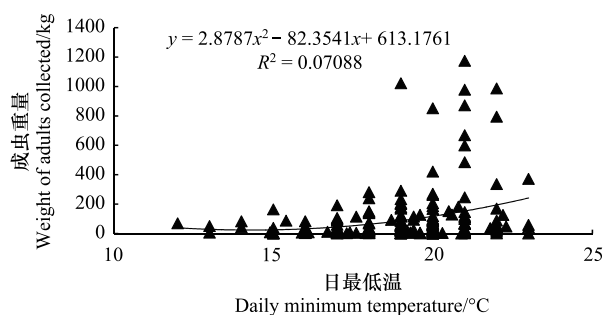


图5 日最低气温对栗山天牛成虫发生量的影响

Fig. 5 Influences of the daily lowest temperature on the number of *Massicus raddei* adult emergence

2.3 环境湿度对栗山天牛成虫发生量的影响

栗山天牛成虫的羽化数量与环境相对湿度也密切相关,湿度越高,成虫羽化数量越少(图7)。天牛羽化数量与环境湿度呈显著的负相关关系($df=2, 166, F=24.14, P<0.0001$)(表1)。

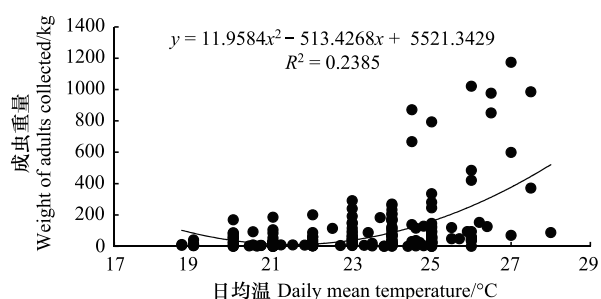


图6 日平均气温对栗山天牛成虫发生量的影响

Fig. 6 Influences of the daily mean temperature on the number of *Massicus raddei* adult emergence

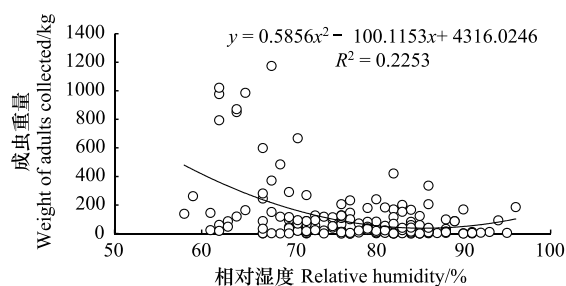


图7 环境湿度对栗山天牛成虫发生量的影响

Fig. 7 Influences of the relative humidity on the number of *Massicus raddei* adult emergence

2.4 栗山天牛成虫发生量与温湿度的关系

相关分析的结果表明,栗山天牛成虫的发生数量与日最高温、日最低温、日平均温和日均湿度均显著相关。但与日均温度和日均湿度的相关系数最高,而且日均温度与日最高温和日最低温也显著相关(表2)。

表2 栗山天牛成虫羽化数量与温湿度的相关性

Table 2 Relationships between emergence number of <i>Massicus raddei</i> adults and temperatures and relative humidity						
气候因子 Climate factors	y 天牛重量/kg			t_h 日最高温/℃		
	r	P	n	r	P	n
t_h 日最高温/℃	0.3267	<0.0001	199			
t_l 日最低温/℃	0.2478	0.0004	199	0.3356	<0.0001	199
t 日均温度/℃	0.3894	<0.0001	199	0.8538	<0.0001	199
h 日均湿度/%	-0.4147	<0.0001	168	-0.4812	<0.0001	168
气候因子 Climate factors	t_l 日最低温/℃			t 日均温度/℃		
	r	P	n	r	P	n
t_h 日最高温/℃						
t_l 日最低温/℃						
t 日均温度/℃	0.6705	<0.0001	199			
h 日均湿度/%	-0.1504	0.0517	168	-0.5754	<0.0001	168

y : longhorn beetle weight; t_h : daily highest temperature; t_l : daily lowest temperature; t : daily mean temperature; h : daily mean relative humidity

因此,对天牛成虫发生数量与日均温度和日均湿度进行回归拟合,寻找三者间的数量关系,结果如下式所示:

$$y = 10.7862t^2 - 466.3620t + 0.6382h^2 - 104.0687h + 9262.37 \quad (df = 4, 163, F = 22.54, P < 0.0001, R^2 = 0.3561)$$

统计参数显示,方程已达到显著水平。因此,该方程可在栗山天牛成虫羽化年份对成虫的羽化开始时间和羽化持续时间进行预测预报,以便及时设置黑光灯诱杀,或设置引诱剂诱杀及人工捕捉成虫时参考应用。

3 讨论

利用昆虫的趋光性诱杀害虫是防治害虫的重要方法之一^[8-9]。这种策略常用于鳞翅目害虫的监测和防治上,而在鞘翅目害虫、特别是蛀干害虫天牛上应用于防治的事例目前国内外还没有见到报道,而国内仅报道有栗山天牛和松褐天牛这2种天牛具有趋光性这种现象^[6,10]。实际上具有趋光特性的天牛种类并不少,进一步的研究结果表明,天牛成虫复眼上的小眼密度与其趋光性密切相关,小眼密度越小,其夜间活动性和趋光性越强^[11]。

本研究中由于温湿度数据从当地气象局获得,而并非诱虫林间的实时数据,可能与诱虫灯所设置的林间的实地实时温湿度有所差异,故造成拟合的相关系数较低。由于部分群众捕捉到的天牛成虫不能完全及时送到林业部门回收,有时甚至积攒几天后才一并上交到回收点,因此,每天收集的天牛数量可能不能完全反映当日的天牛成虫实际发生数量。而且,当日诱到的天牛成虫也可能不都是当天羽化的天牛,因此,诱到的栗山天牛成虫的羽化时间可能与实际情况有些出入,但本研究的结果对我国东北林区防治栗山天牛具有一定的指导意义,特别是在成虫发生期的预测预报方面和今后设置黑光灯诱杀成虫方面有较大的参考利用价值。

致谢: 吉林省森林病虫害防治检疫总站高峻崇、宁长林、皮忠庆、曹丽君和吉林省通化市森林病虫害防治检疫站侯彬等同志参与了栗山天牛的诱集和回购工作,特此致谢。

References:

- [1] Wang Z Y. Damage of *Massicus raddei* on *Quercus* spp. and its control strategy. Liaoning Forestry Science and Technology, 1999, (3): 32-33.
- [2] Pi Z Q, Wang B, Ning C L, Yu Y P, Gao J C, Hou B, Mu Z H, Cao L J, Gao L J, Wang L. A report on special survey to *Massicus raddei* in Jilin Province of China. Jilin Forestry Science and Technology, 2007, 36(1): 39-42.

- [3] Ji C L, Hou Y, Gao C. Preliminary survey for the occurrence of *Massicus raddei*. Liaoning Forestry Science and Technology, 1995, (2): 40-41.
- [4] Hou Y, Ji C L, Gao C, Lü J, Tan S K, Li M G, Zhang H. Study on biological characters and prevention techniques of *Massicus raddei*. Liaoning Forestry Science and Technology, 2000, (5): 15-18.
- [5] Sun Y P. Control Techniques for *Massicus raddei*. Liaoning Science & Technology Press, Shenyang, 2001, 1-84.
- [6] Liu S W. Trapping for controlling *Massicus raddei* using black light. Forest Pest and Disease, 1990, (4): 22-23.
- [7] SAS Institute Inc., 2006. SAS OnlineDoc®. Version 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. <http://support.sas.com/onlinedoc/913/docMainpage.jsp>.
- [8] Gu G H, Chen X B, Han J, Ge H. Phototaxis action of night activity insects and application of lighting in pest control. Journal of Jinling Institute of Technology, 2004, 20(1): 42-45.
- [9] Jing X F, Lei C L. Advances in research on phototaxis of insects and the mechanism. Entomological Knowledge, 2004, 41(3): 198-203.
- [10] Liang X D, Jiang P, Zhou L S, Wu C S, Tang W Q, Tang L F. Effect and evaluation of light trapping on *Monochamus alternates*. Forest Pest and Disease, 2000, (4): 28-30.
- [11] Ji B Z, Gong X Y, Liu S W. Relationships between ommatidium density of longhorn beetle adults and activity time and phototaxis behaviors. Forest Pest and Disease, 1991, (2): 15-17.

参考文献:

- [1] 王忠友. 栗山天牛对柞树类的危害及防治对策. 辽宁林业科技, 1999, (3): 32-33.
- [2] 皮忠庆, 王宝, 宁长林, 于艳萍, 高峻崇, 侯彬, 牟智慧, 曹丽君, 高立军, 王丽. 吉林省栗山天牛专项调查技术报告. 吉林林业科技, 2007, 36(1): 39-42.
- [3] 季长龙, 侯义, 高纯. 栗山天牛发生情况调查初报. 辽宁林业科技, 1995, (2): 40-41.
- [4] 侯义, 季长龙, 高纯, 吕军, 谭胜科, 李明贵, 张辉. 栗山天牛生物学特性及防治技术研究. 辽宁林业科技, 2000, (5): 15-18.
- [5] 孙永平主编. 栗山天牛防治技术. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001.
- [6] 刘曙雯. 应用黑光灯诱杀栗山天牛. 森林病虫通讯, 1990, (4): 22-23.
- [8] 顾国华, 陈小波, 韩娟, 葛红. 夜行昆虫趋光特性的研究及在害虫防治中的应用. 金陵科技学院学报, 2004, 20(1): 42-45.
- [9] 靖湘峰, 雷朝亮. 昆虫趋光性及其机理的研究进展. 昆虫知识, 2004, 41(3): 198-203.
- [10] 梁细弟, 蒋平, 周连山, 吴沧松, 唐伟强, 唐陆法. 灯光诱杀松墨天牛的效果评价. 森林病虫通讯, 2000, (4): 28-30.
- [11] 嵇保中, 宫小玉, 刘曙雯. 天牛成虫小眼密度与活动时间及趋光行为的关系. 森林病虫通讯, 1991, (2): 15-17.

CONTENTS

The community structure of endophytic bacteria in different parts of huanglongbing-affected citrus plants	LIU Bo, ZHENG Xuefang, SUN Daguang, et al (7325)
A research on the response of the radial growth of <i>Pinus koraiensis</i> to future climate change in the XiaoXing'AnLing	YIN Hong, WANG Jing, LIU Hongbin, et al (7343)
Efficiency and kinetic process of nitrogen removal in a subsurface wastewater infiltration system (SWIS)	LI Haibo, LI Yinghua, SUN Tieheng, et al (7351)
Designing nature reserve systems based on ecosystem services in Hainan Island	XIAO Yi, CHEN Shengbin, ZHANG Lu, et al (7357)
Assessing ecological services value of herbivorous wild animals in Changtang grassland: a case study of Tibetan antelope	LU Chunxia, LIU Ming, FENG Yue, et al (7370)
Spatial characteristics analysis of ecological system service value in QianJiang City of Hubei Province	XU Beishen, ZHOU Yong, XU Li, et al (7379)
Landscape pattern change and its influence on soil carbon pool in Napahai wetland of Northwestern Yunnan	LI Ningyun, YUAN Hua, TIAN Kun, et al (7388)
Multi-scenarios analysis for wetlands ecosystem conservation based on connectivity: a case study on HuangHuaiHai Region, China ...	SONG Xiaolong, LI Xiaowen, ZHANG Mingxiang, et al (7397)
The potential of carbon sink in alpine meadow ecosystem on the Qinghai-Tibetan Plateau	HAN Daorui, CAO Guangmin, GUO Xiaowei, et al (7408)
The relations of spectrum reflectance with inhomogeneous factors and albedo parameterization ...	ZHANG Jie, ZHANG Qiang (7418)
Groundwater ecological sensitivity assessment in the lower Liaohe River Plain based on GIS technique	SUN Caizhi, YANG Lei, HU Dongling (7428)
Ecological sensitivity of Xiamen City to land use changes	HUANG Jing, CUI Shenghui, LI Fangyi, et al (7441)
Investigation and analysis on situation of ecotourism development in protected areas of China	ZHONG Linsheng, WANG Jing (7450)
Handicapping male-cheaters by stable mate relationship in yellow-bellied prinia, <i>Prinia flaviiventris</i>	CHU Fuyin, TANG Sixian, PAN Hujun, et al (7458)
Effects of dietary protein content and food restriction on the physiological characteristics of female <i>Microtus fortis</i>	ZHU Junxia, WANG Yong, ZHANG Meiwen, et al (7464)
Predator-prey system with positive effect for prey	QI Jun, SU Zhiyong (7471)
Volatile constituents of four moraceous host plants of <i>Apriona germari</i>	ZHANG Lin, WANG Baode, XU Zhichun (7479)
Relationship between adult emergence of <i>Massicus raddei</i> (Coleoptera: Cerambycidae) and temperature and relative humidity	YANG Zhongqi, WANG Xiaoyi, WANG Bao, et al (7486)
Nest site selection and reproductive success of <i>Parus varius</i> in man-made nest boxes	LI Le, WAN Dongmei, LIU He, et al (7492)
A study on bio-ecology of the stopover site of waders within China's Yalu River estuary wetlands	SONG Lun, YANG Guojun, LI Ai, et al (7500)
The spatial-temporal change variations of temperature in Xilinguole steppe zone	WANG Haimei, LI Zhenghai, WU Lan, et al (7511)
The growth and photosynthetic responses of <i>Cleyera japonica</i> Thunb. seedlings to UV-B radiation stress	LAN Chunjian, JIANG Hong, HUANG Meiling, et al (7516)
Photosynthesis-transpiration coupling mechanism of wheat and maize during daily variation	ZHAO Fenghua, WANG Qiufeng, WANG Jianlin, et al (7526)
Comparison of the methods using stable hydrogen and oxygen isotope to distinguish the water source of <i>Nitratia Tangutorum</i>	GONG Guoli, CHEN Hui, DUAN Deyu (7533)
Effects of cold weather on seedlings of three mangrove species planted in the Min River estuary during the 2010 winter	YONG Shiquan, TONG Chuan, ZHUANG Chenhui, et al (7542)
Correlation between ecological factors and ginsenosides	XIE Caixiang, SUO Fengmei, JIA Guanglin, et al (7551)
Effects of pyrene on low molecule weight organic compounds in the root exudates of ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.)	XIE Xiaomei, LIAO Min, YANG Jing (7564)
Isolation of phosphate solubilizing fungus (<i>Aspergillus niger</i>) from <i>Caragana</i> rhizosphere and its potential for phosphate solubili- zation	ZHANG Lizhen, FAN Jingjing, NIU Wei, et al (7571)
Effect of raindrop impact on nutrient losses under different near -surface soil hydraulic conditions on black soil slope	AN Juan, ZHENG Fenli, LI Guifang, et al (7579)
Emergy analysis of coal-fired power generation system and construction of new emergy indices	LOU Bo, XU Yi, LIN Zhenguan (7591)
Review and Monograph	
The impact of forest vegetation change on water yield in the subalpine region of southwestern China	ZHANG Yuandong, LIU Shirong, et al (7601)
Reviews on spatial pattern and sand-binding effect of patch vegetation in arid desert area	HU Guanglu, ZHAO Wenzhi, WANG Gang (7609)
Sustainable management on pests by agro-biodiversity	GAO Dong, HE Xiahong, ZHU Shusheng (7617)
Scientific Note	
Characteristics of organic carbon and nutrient content in five soil types in Honghu wetland ecosystems	LIU Gang, SHEN Shouyun, YAN Wende, et al (7625)
Effects of cypermethrin and deltamethrin on reproduction of <i>Brachionus calyciflorus</i>	HUANG Lin, LIU Changli, WEI Chuanbao, et al (7632)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 24 期 (2011 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 24 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元