

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

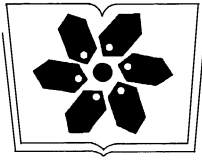
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 19 期 Vol.32 No.19 **2012**

中国生态学会
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 32 卷 第 19 期

2012 年 10 月 (半月刊)

目 次

中国野生东北虎数量监测方法有效性评估	张常智, 张明海, 姜广顺 (5943)
城市居民食物氮消费变化及其环境负荷——以厦门市为例	于 洋, 崔胜辉, 赵胜男, 等 (5953)
珠江口水域夏季小型底栖生物群落结构	袁俏君, 苗素英, 李恒翔, 等 (5962)
2010 年夏季雷州半岛海岸带浮游植物群落结构特征及其与主要环境因子的关系	 (5972)
阿根廷滑柔鱼两个群体间耳石和角质颞的形态差异	龚玉艳, 张才学, 孙省利, 等 (5972)
黄河三角洲滨海草甸与土壤因子的关系	方 舟, 陈新军, 陆化杰, 等 (5986)
盘锦湿地净初级生产力时空分布特征	谭向峰, 杜 宁, 葛秀丽, 等 (5998)
菜豆根瘤菌对土壤钾的活化作用	王莉雯, 卫亚星 (6006)
花生植株和土壤水浸液自毒作用研究及土壤中自毒物质检测	张 亮, 黄建国, 韩玉竹, 等 (6016)
遮荫对金莲花光合特性和叶片解剖特征的影响	黄玉茜, 韩立思, 杨劲峰, 等 (6023)
火干扰对小兴安岭草丛、灌丛沼泽温室气体短期排放的影响	吕晋慧, 王 玄, 冯雁梦, 等 (6033)
古尔班通古特沙漠南部植物多样性及群落分类	顾 韩, 牟长城, 张博文, 等 (6044)
黄土高原樟子松和落叶松与其他树种枯落叶混合分解对土壤的影响	张 荣, 刘 彤 (6056)
长期集约种植对雷竹林土壤氨氧化古菌群落的影响	李 茜, 刘增文, 米彩红 (6067)
H ₂ O ₂ 参与 AM 真菌与烟草共生过程	秦 华, 刘卜榕, 徐秋芳, 等 (6076)
北京山区防护林优势树种分布与环境的的关系	刘洪庆, 车永梅, 赵方贵, 等 (6085)
旱直播条件下强弱化感潜力水稻根际微生物的群落结构	邵方丽, 余新晓, 郑江坤, 等 (6092)
不同森林类型根系分布与土壤性质的关系	熊 君, 林辉锋, 李振方, 等 (6100)
臭氧胁迫下硅对大豆抗氧化系统、生物量及产量的影响	黄 林, 王 峰, 周立江, 等 (6110)
垃圾填埋场渗滤液灌溉对土壤理化特征和草本花卉生长的影响	战丽杰, 郭立月, 宁堂原, 等 (6120)
稻麦轮作系统冬小麦农田耕作措施对氧化亚氮排放的影响	王树芹, 赖 娟, 赵秀兰 (6128)
不同施氮措施对旱作玉米地土壤酶活性及 CO ₂ 排放量的影响	郑建初, 张岳芳, 陈留根, 等 (6138)
北方农牧交错区农业生态系统生产力对气候波动的响应——以准格尔旗为例	张俊丽, 高明博, 温晚霞, 等 (6147)
.....	孙特生, 李 波, 张新时 (6155)
辽宁省能源消费和碳排放与经济增长的关系	康文星, 姚利辉, 何介南, 等 (6168)
基于 FARSITE 模型的丰林自然保护区潜在林火行为空间分布特征	吴志伟, 贺红士, 梁 宇, 等 (6176)
不同后作生境对玉米地天敌的冬季保育作用	田耀加, 梁广文, 曾 玲, 等 (6187)
云南紫胶虫种群数量对地表蚂蚁多样性的影响	卢志兴, 陈又清, 李 巧, 等 (6195)
阿波罗绢蝶种群数量和垂直分布变化及其对气候变暖的响应	于 非, 王 吟, 王绍坤, 等 (6203)
专论与综述	
海水养殖生态系统健康综合评价: 方法与模式	蒲新明, 傅明珠, 王宗灵, 等 (6210)
海草场生态系统及其修复研究进展	潘金华, 江 鑫, 赛 珊, 等 (6223)
水华蓝藻对鱼类的营养毒理学效应	董桂芳, 解绶启, 朱晓鸣, 等 (6233)
环境胁迫对海草非结构性碳水化合物储存和转移的影响	江志坚, 黄小平, 张景平 (6242)
生态免疫学研究进展	徐德立, 王德华 (6251)
研究简报	
喀斯特峰丛洼地不同森林表层土壤有机质的空间变异及成因	宋 敏, 彭晚霞, 邹冬生, 等 (6259)
准噶尔盆地东南缘梭梭种子雨特征	吕朝燕, 张希明, 刘国军, 等 (6270)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 336 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2012-10



封面图说: 岸边的小白鹭——鹭科白鹭属共有 13 种, 其中有大白鹭、中白鹭、白鹭(小白鹭)、黄嘴白鹭等, 体羽皆是全白, 世通称白鹭。夏季的白鹭成鸟繁殖时枕部着生两条狭长而软的矛状羽, 状若双辫, 肩和胸着生蓑羽, 冬季时蓑羽常全部脱落, 白鹭虹膜黄色, 嘴黑色, 脚部黑色, 趾呈黄绿色。小白鹭常常栖息于稻田、沼泽、池塘水边, 以及海岸浅滩的红树林里。白天觅食, 好食小鱼、蛙、虾及昆虫等。繁殖期 3—7 月。繁殖时成群, 常和其他鹭类在一起, 雌雄均参加营巢, 次年常到旧巢处重新修葺使用。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201109011281

卢志兴, 陈又清, 李巧, 王思铭, 刘春菊, 张威. 云南紫胶虫种群数量对地表蚂蚁多样性的影响. 生态学报, 2012, 32(19): 6195-6202.

Lu Z X, Chen Y Q, Li Q, Wang S M, Liu C J, Zhang W. Effect of population of *Kerria yunnanensis* on diversity of ground-dwelling ant. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(19): 6195-6202.

云南紫胶虫种群数量对地表蚂蚁多样性的影响

卢志兴¹, 陈又清^{1,*}, 李巧², 王思铭¹, 刘春菊², 张威²

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 昆明 650224; 2. 西南林业大学林学院, 昆明 650224)

摘要:为了弄清云南紫胶虫种群数量对地表蚂蚁多样性的影响,于2009年12月至2010年5月,采用陷阱法调查了云南省墨江县雅邑乡不同紫胶虫种群数量样地(样地Ⅰ有效枝条寄生率为60%、样地Ⅱ为30%、样地Ⅲ为10%、样地Ⅳ不放养紫胶虫)地表蚂蚁多样性。1)物种组成及相对多度:在样地Ⅰ中采集蚂蚁标本1136头,26种,常见种为棒刺大头蚁(*Pheidole spathifera*)、伊大头蚁(*Pheidole yeensis*)和贝卡盘腹蚁(*Aphaenogaster beccarii*),样地Ⅱ中共采集蚂蚁标本984头,24种,常见种为中华小家蚁(*Monomorium chinensis*)、棒刺大头蚁、伊大头蚁和皮氏大头蚁(*Pheidole pili*),样地Ⅲ中采集蚂蚁标本607头,24种,常见种为粗纹举腹蚁(*Crematogaster macaoensis*)、中华小家蚁和棒刺大头蚁,样地Ⅳ中采集蚂蚁标本419头,12种,常见种为横纹齿猛蚁(*Odontoponera transversa*)、中华小家蚁和伊大头蚁;2)多样性:相对多度大小为Ⅰ>Ⅱ>Ⅲ>Ⅳ;蜜露仅提高地表蚂蚁个体数及出现频次,而对物种丰富度无显著影响;3)群落相似性:不同紫胶虫种群数量影响地表蚂蚁群落结构组成;4)指示物种:样地Ⅰ中指示物种为长足光结蚁(*Anoplolepis gracilipes*)和沃尔什铺道蚁(*Tetramorium walshi*),样地Ⅲ中指示物种为二色狡鼻蚁(*Technomyrmex bicolor*),样地Ⅱ和Ⅳ中无指示物种。紫胶虫种群通过蜜露资源能维持较高的地表蚂蚁多度,并影响地表蚂蚁活动,改变地表蚂蚁群落结构。

关键词:云南紫胶虫;地表蚂蚁;蜜露资源;生物多样性;指示物种

Effect of population of *Kerria yunnanensis* on diversity of ground-dwelling ant

LU Zhixing¹, CHEN Youqing^{1,*}, LI Qiao², WANG Siming¹, LIU Chunju², ZHANG Wei²

1 Research Institute of Resources Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China

2 College of forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China

Abstract: In order to reveal the effects of population of *Kerria yunnanensis* on diversity of ground-dwelling ant, investigation of ground-dwelling ant diversity in 4 plots, with infestation rate of *Kerria yunnanensis* on host plant branches being 60%, 30%, 10% and 0%, respectively, was carried out by pitfall trapping in lac plantation in Yayi Town, Mojiang County, Yunnan Province of China. 1) Species composition and relative abundance: 1136 ant individuals were collected in the plot I, representing 26 species, the common species were *Pheidole spathifera*, *Pheidole yeensis* and *Aphaenogaster beccarii*. 984 ant individuals were collected in the plot II, representing 24 species, the common species were *Monomorium chinensis*, *P. spathifera*, *P. yeensis* and *Pheidole pili*. 607 ant individuals were collected in the plot III, representing 24 species, the common species were *Crematogaster macaoensis*, *M. chinensis* and *P. spathifera*. 419 ant individuals were collected in the plot IV, representing 26 species, the common species were *Odontoponera transversa*, *M. chinensis* and *P. spathifera*. 2) ant diversity: relative abundance was in the order as I > II > III > IV. Honeydew can increase number of individuals and relative abundance, but none significant effects on species richness. 3) Community similarity: Plots with lac insects hosting

基金项目:林业公益性行业科研专项(201204602);中国林业科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金重点资助项目(ririca200801z)

收稿日期:2011-09-01; 修订日期:2012-08-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: cyqcaf@yahoo.com.cn

were different from the plot without lac insects hosting, there were some differences of community structure between each plot with different level of lac insects infestation. 4) Indicator species: *Anoplolepis gracilipes* and *Tetramorium walshi* were the indicator species of plot I, *Technomyrmex bicolor* was the indicator species of plot III, none indicator species in plot II and plot IV was found. Lac population maintained higher ground-dwelling ant community diversity by honeydew resources, and changed the ground-dwelling ant community structure.

Key Words: *Kerria yunnanensis*; ground-dwelling ant; honeydew resources; biodiversity; indicator

许多半翅目昆虫能分泌蜜露,蜜露被认为是大多数蚂蚁与半翅目昆虫发生复杂关系的纽带^[1],蚂蚁-产蜜露昆虫相互作用在节肢动物食物网络中分布广泛,这种相互作用影响节肢动物的群落结构^[2]。近年来,国内外研究热点多集中在蚂蚁和半翅目昆虫间的相互关系及其稳定性维持的机制^[3],在蚂蚁-半翅目昆虫互利生态系统中的蚂蚁群落特点,以及产蜜露昆虫作为关键物种对蚂蚁群落结构产生的影响报道较少。

蚂蚁在生态系统中扮演重要的角色^[4],是生态系统的重要组成部分,蚂蚁参与关键的生态过程对其它动物类群产生影响^[5]。地表是蚂蚁活动最多的地方,大多数种类蚂蚁在地表竞争食物和空间资源,而地表蚂蚁中也包括大部分喜欢树上活动的种类^[6]。国内外蚂蚁群落研究多探讨不同生境下的蚂蚁群落特点,指出自然环境因素^[7]、植被类型^[6,8]和干扰等条件导致^[9-10]的蚂蚁类群分化及特点。蚂蚁对于小尺度规模空间和时间变化能够快速响应,已成功运用于指示生态系统对干扰的响应^[11],然而在国内使用蚂蚁作为群落结构变化指示物种的相关研究还很少。

云南紫胶虫(*Kerria yunnanensis* Ou et Hong)^[12]是半翅目(Hemiptera)胶蚧科(Kerriidae)胶蚧属(*Kerria*)昆虫,是我国发展紫胶生产的主要虫种。紫胶虫分泌的紫胶应用广泛,具有重要的经济价值^[13-14]。紫胶虫分泌紫胶同时也分泌大量蜜露。紫胶虫影响其栖境下的节肢动物群落结构,紫胶林较其周边生境具有更高的昆虫多样性^[15-18]。蚂蚁是与紫胶虫关系密切的昆虫类群之一^[19]。目前,紫胶虫通过分泌蜜露对蚂蚁群落结构产生的影响了解较少。本文以云南紫胶虫为例,分析云南紫胶虫不同种群数量栖境下地表蚂蚁群落多样性特点,从群落水平上探讨云南紫胶虫种群数量对蚂蚁群落结构和多样性的影响,研究蚂蚁在群落结构变化中的指示作用,为蚂蚁多样性保护提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

研究地概况见王思铭等^[20-21]。

选取面积为 10hm² 的次生林作为试验样地,于 2009 年 10 月人工放养云南紫胶虫。在林地内划分 4 块样地(I、II、III和IV),每块样地面积为 100m×100m,样地间距 50m。所选择的 4 个样地坡度、坡向、海拔、地表植被类型、土壤条件、寄主植物种类及密度等基本一致,并且试验地长期放养紫胶虫,地表蚂蚁群落基本一致。样地 I、II 和 III 内放养云南紫胶虫,各样地内紫胶虫种群数量水平以紫胶虫在其寄主植物枝条上的寄生率表示,分别为有紫胶虫寄生的有效枝条(适宜云南紫胶虫生长发育的枝条)占寄主植物总有效枝条的 60%、30%、10%。放养紫胶虫后,统计紫胶虫在枝条上的固定情况,抹去过紫胶虫,不足的则补充放养。由于所选的寄主植物的树龄、高度、胸径、冠幅、有效枝条数量及长度等性状基本一致,3 个样地所处的自然条件基本一致,各样地紫胶虫自然死亡率基本一致,因此,在试验期内,紫胶虫种群数量比整体维持在 6:3:1。样地 IV 不放养紫胶虫。

1.2 调查方法

于 2009 年 12 月至 2010 年 5 月采用陷阱法在各样地内进行地表蚂蚁群落的调查。分别在各样地内设置 2 条样带,样带间距 30m,样带长 50m,每条样带设置 5 个陷阱(陷阱容积 50ml,直径 3cm),陷阱间距 10m,以 40% 酒精作为陷阱溶液,上方设置防雨石板,48h 后收集陷阱中的蚂蚁。每月调查 2 次(每半个月调查 1 次),

连续调查 6 个月,共计 12 次^[22-24]。根据相关文献将蚂蚁鉴定到种^[6]。

1.3 分析方法

(1)物种累积曲线 利用 EstimateS (Version 8.2.0) 软件^[25] 计算物种累积曲线 (Species accumulation curves),并通过 Excel 进行曲线的绘制,根据曲线的特征进行抽样充分性判断^[23,26];

(2)物种组成和相对多度 根据蚂蚁种类鉴定结果整理出物种组成名录,采用物种在样本中出现的频数来表示蚂蚁相对多度^[27-29],以相对多度百分率>10% 作为常见种的判断依据进行常见种分析;

(3)物种多样性 采用地表蚂蚁相对多度、物种丰富度 S 值与 ACE (Abundance-base Coverage Estimator) 估计值来度量地表蚂蚁的多样性^[23, 30-31],利用 EstimateS (Version 8.2.0) 软件完成 ACE 估计值的计算^[25],利用 SPSS 16.0 中的 One-way ANOVA 对 4 个样地地表蚂蚁群落多样性进行方差分析(相对多度进行平方根转换,物种数和 ACE 估计值对数转换,检验方差齐同后进行方差分析),利用 LSD multiple comparisons 分别对 4 个样地地表蚂蚁群落多样性进行多重比较^[23];

(4)群落相似性 运用统计软件 R 语言中的主坐标分析方法 (PCoA) 及层次聚类分析方法 (HC) 对 4 个样地地表蚂蚁群落物种组成相似性进行比较^[32],运用 perMANOVA 方法分析各样地间 PCoA 差异显著性;

(5)指示物种分析 利用统计软件 R 语言中的 labdsv 软件包计算各物种的 IndVal 值^[32-33],参考相关研究以 IndVal 值 ≥ 0.7 作为标准确定指示物种^[34-35]。

(6)蚂蚁群体觅食相对能力 用出现频次与个体数量的比值表示蚂蚁群体访问食物资源的相对能力(只统计每次觅食个体数量 ≥ 2 的种类)。

2 结果与分析

2.1 物种组成及相对多度

在样地 I 中采集蚂蚁标本 1136 头,隶属 4 亚科,18 属,26 种;在样地 II 中采集蚂蚁标本 984 头,隶属 4 亚科,15 属,24 种;在样地 III 中采集蚂蚁标本 607 头,隶属 5 亚科,17 属,24 种;在样地 IV 中采集蚂蚁标本 419 头,隶属 4 亚科,9 属,12 种。各样地地表蚂蚁种类及相对多度见附表 1。

不同紫胶虫种群数量样地地表蚂蚁的常见种组成有一定差异(表 1)。样地 II 中常见种为 5 种,样地 I、III 及 IV 中仅为 3 种;中华小家蚁、棒刺大头蚁和伊大头蚁分别在 3 个不同样地中出现;放养紫胶虫样地中地表蚂蚁常见种多为喜食蜜露种类,对照样地中出现以捕食性为主的横纹齿猛蚁。

表 1 不同紫胶虫种群数量样地地表蚂蚁常见物种
Table 1 Common species of ground-dwelling ant of different level

常见种 Species	百分率 Percentage/%			
	I	II	III	IV
横纹齿猛蚁 <i>Odontoponera transversa</i> (Smith)	<10	<10	<10	13.20
粗纹举腹蚁 <i>Crematogaster macaoensis</i> (Wheeler)	<10	<10	10.73	<10
中华小家蚁 <i>Monomorium chinensis</i> Santschi	<10	11.22	18.39	22.34
棒刺大头蚁 <i>Pheidole spathifera</i> Forel	15.48	12.24	14.18	<10
伊大头蚁 <i>Pheidole yeensis</i> Forel	18.58	22.11	<10	37.06
皮氏大头蚁 <i>Pheidole pili</i> Santschi	<10	10.88	<10	<10
贝卡盘腹蚁 <i>Aphaenogaster beccarii</i> Emery	12.38	13.95	<10	无

表中 I、II、III 和 IV 分别代表紫胶虫寄生率为 60%、30%、10% 样地和无紫胶虫的样地

4 个样地地表蚂蚁物种累积曲线在急剧上升后均趋于平缓,抽样较充分(图 1)。紫胶林中地表蚂蚁物种数和个体数均高于对照样地,3 个梯度紫胶虫种群数量样地蚂蚁物种数相近,样地 I 和 II 地表蚂蚁个体数高于样地 III。

2.2 多样性比较

不同紫胶虫种群数量的样地间地表蚂蚁相对多度差异显著,地表蚂蚁相对多度排序为 $I > II > III > IV$; 不

同紫胶虫种群数量样地地表蚂蚁物种丰富度及 ACE 估计值无显著差异,但紫胶虫栖境样地显著高于对照(表 2)。

表 2 地表蚂蚁多样性多重比较
Table 2 Multiple comparison of diversity of ground-dwelling ant communities

样地 Samples	相对多度 Relative abundance	物种丰富度 S 值 Species richness S	ACE
I	12.71±0.14a	3.15±0.11a	3.50±0.01a
II	12.12±0.04b	3.06±0.12a	3.39±0.18a
III	11.42±0.02c	3.06±0.12a	3.43±0.25a
IV	9.92±0.03d	2.39±0.09b	2.56±0.02b

表中 I、II、III 和 IV 分别代表紫胶虫寄生率为 60%、30%、10% 样地和无紫胶虫的样地;相对多度进行平方根转换,物种数和 ACE 估计值进行对数转换,数据为 Mean±SE;数据中标有不同字母表示在 $P<0.05$ 水平上显著

2.3 群落相似性分析

样地 I 和样地 II 各样带比较接近,群落结构比较相似;样地 III、样地 IV 总体与其余样地分开;对照样地与放养紫胶虫样地明显分开,主坐标 perMANOVA 分析各样地间相似性差异显著 ($F=5.12, P<0.01$)。总体显示不同紫胶虫种群数量对地表蚂蚁群落结构产生了影响(图 2a 和 2b)。

2.4 指示物种分析

样地 I 中为长足光结蚁和沃尔什铺道蚁,样地 III 为二色狡臭蚁,样地 II 和样地 IV 无指示物种(表 3)。

3 结论与讨论

关键物种与生态系统运作稳定、高生物多样性维持的关系研究,一直是生态学研究 and 关注的热点^[36-38]。已有的研究反映紫胶生产中由于紫胶虫(及其分泌的蜜露)的存在对昆虫群落高生物多样性的维持与保护具有积极作用^[39-40]。因此,在紫胶生产系统,紫胶虫是关键物种。本研究显示,放养紫胶虫对地表蚂蚁多样性的影响较小,放养紫胶虫的 3 个样地地表蚂蚁物种丰富度和 ACE 估计值均无显著差异,蜜露量的多寡仅提高了蚂蚁个体数量及活动频次。说明关键物种未必对系统内每个类群的多样性均有促进作用。

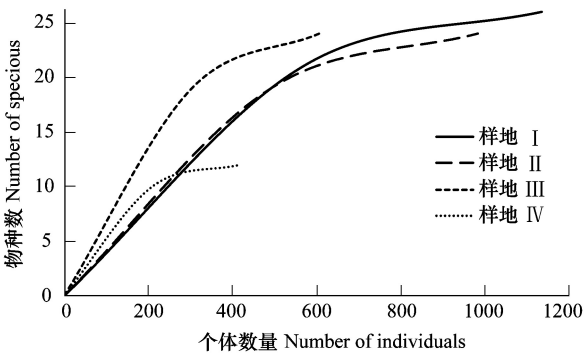


图 1 基于个体数量的物种累积曲线

Fig. 1 Sample-based number of individuals

图中 I、II、III 和 IV 分别代表紫胶虫寄生率为 60%、30%、10% 样地和无紫胶虫的样地

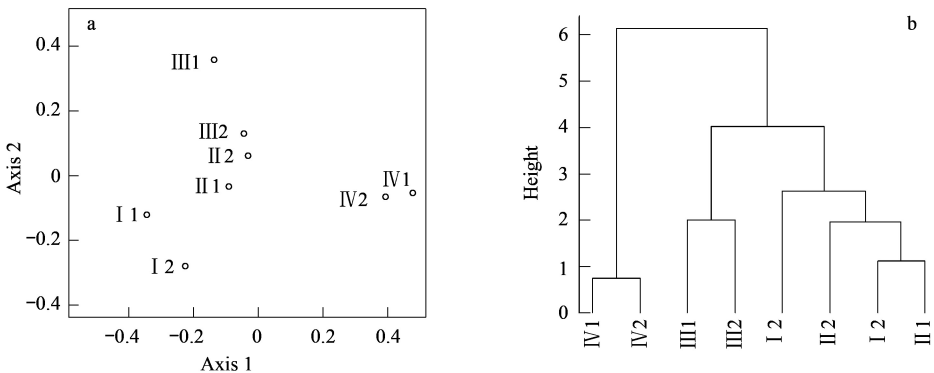


图 2 地表蚂蚁主坐标分析(a)和层次聚类分析(b)

Fig. 2 PCoA (a) and HC (b) for ground-dwelling ants

图中 I、II、III、IV 分别代表紫胶虫寄生率为 60%、30%、10% 样地和无紫胶虫的样地;数字 1、2 分别代表样带 1、2;图中坐标轴表示欧氏距离

紫胶虫的种群数量虽然对提高多样性无直接作用,但能影响群落结构及常见种。放养紫胶虫样地中的地表蚂蚁个体数、相对多度(频次)、物种丰富度均显著高于未放养紫胶虫的样地。常见种中,喜食蜜露的地表蚂蚁种类及出现频次在放养紫胶虫样地中均要高于未放养紫胶虫样地。地表蚂蚁群落结构相似程度在不同紫胶虫种群数量样地间有一定差异。4 个样地地表蚂蚁总频次与总多度比排序为:Ⅰ(0.28)<Ⅱ(0.30)<Ⅲ(0.43)<Ⅳ(0.47),即随着蜜露量的增加,觅食的工蚁数量在增加,蜜露有利于蚂蚁种群的发展,地表蚂蚁组成也发生变化。紫胶虫分泌的蜜露中含有糖类为主的多种重要的营养物质,能直接为蚂蚁提供更多的能量^[41-43]。但蚂蚁群落对不同性质的营养物质均有需求,蚁王产卵及幼虫发育需要蛋白质资源^[44],蜜露只是为工蚁提供能量资源。因此,蜜露不能直接增加地表蚂蚁物种多样性。

表 3 各样地地表蚂蚁群落指示物种分析

Table 3 Indicator value analysis of ground-dwelling ant communities

样地 Sites	物种 Species	IndVal	P
Ⅰ	长足光结蚁 <i>Anoplolepis gracilipes</i> (Smith)	0.8929	0.001
	沃尔什铺道蚁 <i>Tetramorium walshi</i> (Forel)	0.8333	0.001
Ⅲ	二色狡臭蚁 <i>Technomyrmex bicolor</i> Emery	0.8333	0.001

表中Ⅰ和Ⅲ分别代表紫胶虫寄生率为60%和10%样地;通过R语言labdsv软件包的duleg功能进行指示值计算,其计算公式是:

$\text{IndVal}_{ij} = A_{ij} \times B_{ij}$; P 是在 1000 次重复基础上得到的;仅列出具有统计学差异的指示物种

此外,指示物种差异也反映紫胶虫种群数量对地表蚂蚁群落结构产生了影响。在蜜露丰富时(样地Ⅰ),蚂蚁通过提高活动量获取新鲜优质蜜露资源,优质蜜露有利于蚂蚁种群维持。沃尔什铺道蚁和长足光结蚁的频次多度比均为样地内最高(0.71)(表4),换算为1.41头工蚁每次,这种以低数量工蚁取食蜜露维持种群数量的方式,降低觅食风险,有利于蚂蚁种群发展。蜜露量适宜时(样地Ⅱ),多个喜食蜜露的常见种共同出现(表1)。原因是不同种类的蚂蚁由于食性、体型差异、食物资源发现和掌握能力差异,导致生态位分化。体型大的种类生活于简单栖境,体型小的种类生活于复杂栖境,实现共存^[45]。同时,相同或相似生态位的蚂蚁竞争同一栖境食物资源往往导致物种替换。多个物种在同一时间出现或不同时间更替变化导致样地内无指示物种出现。在蜜露资源较少时(样地Ⅲ),蚂蚁增加觅食工蚁数量获取维持种群的食物资源,指示物种二色狡臭蚁频次多度比为样地内最低(0.19)(表4),换算为5.26头工蚁每次,该蚂蚁以数量优势获取蜜露资源。

表 4 不同紫胶虫种群数量样地地表蚂蚁相对多度

Table 4 relative abundance of ground-dwelling ant in different populations of lac insects

科名 Families	种名 Species	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
猛蚁亚科 Ponerinae	山大齿猛蚁 <i>Odontomachus monticola</i> Emery	2(/)	1(/)	1(/)	0
	双色曲颊猛蚁 <i>Gnamptogenys bicolor</i> (Emery)	1(/)	2(/)	1(/)	0
	红足厚结猛蚁 <i>Pachycondyla rufipes</i> (Jerdon)	5(/)	7(0.88)	8(/)	2(/)
	光亮细颚猛蚁 <i>Leptogenys lucidula</i> Emery	1(0.5)	0	0	0
	横纹齿猛蚁 <i>Odontoponera transversa</i> (Smith)	27(0.52)	19(0.90)	17(0.68)	26(0.65)
伪切叶蚁亚科 Pseudomyrmecinae	飘细长蚁 <i>Tetraponera allaborans</i> (Walker)	0	0	1(/)	0
切叶蚁亚科 Myrmicinae	粗纹举腹蚁 <i>Crematogaster macaoensis</i> (Wheeler)	4(/)	11(0.58)	28(0.57)	5(0.42)
Myrmicinae	立毛举腹蚁 <i>Crematogaster ferrarii</i> Emery	1(/)	5(/)	2(/)	3(/)
	大阪举腹蚁 <i>Crematogaster osakensis</i> Forel	2(/)	4(/)	4(0.67)	0
	邻巨首蚁 <i>Pheidologeton affinis</i> (Jerdon)	1(/)	0	0	0
	法老小家蚁 <i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus)	3(0.43)	6(0.67)	4(0.80)	8(0.50)
	中华小家蚁 <i>Monomorium chinensis</i> Santschi	12(0.24)	33(0.34)	48(0.40)	44(0.54)
	罗氏棒切叶蚁 <i>Rhoptromyrmex wroughtonii</i> Forel	5(0.36)	1(/)	4(0.57)	1(0.50)
	沃尔什铺道蚁 <i>Tetramorium walshi</i> (Forel)	5(0.71)	1(0.50)	0	0
	棒刺大头蚁 <i>Pheidole spathifera</i> Forel	50(0.28)	36(0.18)	37(0.44)	15(0.60)
	来氏大头蚁 <i>Pheidole lighti</i> Wheeler	1(0.08)	0	0	0
	伊大头蚁 <i>Pheidole yeensis</i> Forel	60(0.13)	65(0.20)	25(0.42)	73(0.37)
	皮氏大头蚁 <i>Pheidole pieli</i> Santschi	24(0.27)	32(0.28)	26(0.29)	18(0.46)

续表

科名 Families	种名 Species	I	II	III	IV
臭蚁亚科	贝卡盘腹蚁 <i>Aphaenogaster beccarii</i> Emery	40(0.33)	41(0.39)	14(0.21)	0
	二色狡臭蚁 <i>Technomyrmex bicolor</i> Emery	0	1(/)	5(0.19)	0
Dolichoderinae	吉氏酸臭蚁 <i>Tapinoma geei</i> Wheeler	0	2(/)	1(/)	1(0.5)
	黑头酸臭蚁 <i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius)	19(0.48)	8(0.22)	17(0.53)	0
蚁亚科 Formicinae	印度酸臭蚁 <i>Tapinoma indicum</i> Forel	0	1(/)	0	0
	开普刺结蚁 <i>Lepisiota capensis</i> (Mayr)	5(/)	4(/)	1(/)	0
	尖齿刺结蚁 <i>Lepisiota acuta</i> Xu	3(0.5)	1(/)	0	0
	长足光结蚁 <i>Anoplolepis gracilipes</i> (Smith)	25(0.71)	0	3(0.60)	0
	缅甸立毛蚁 <i>Paratrechina birmana</i> Forel	1(/)	0	1(/)	0
	邻居多刺蚁 <i>Polyrhachis proxima</i> Roger	1(/)	1(/)	1(/)	1(/)
	巴瑞弓背蚁 <i>Camponotus parius</i> Emery	23(0.62)	11(0.61)	10(0.91)	0
	平和弓背蚁 <i>Camponotus mitis</i> (Smith)	2(0.67)	1(/)	2(/)	0

表中 I、II、III 和 IV 分别代表紫胶虫寄生率为 60%、30%、10% 样地和无紫胶虫的样地,表中数据为蚂蚁在陷阱中出现频次;(/)表示蚂蚁每次个体数量<2

紫胶虫分泌蜜露吸引蚂蚁照顾,这种互利关系有利于紫胶生产^[21],但过高的紫胶虫种群数量下,掉落在植物、地上或枯落物上的蜜露不能完全被蚂蚁取食,蜜露大量积累导致霉菌滋生,降低了食物质量^[19]。蜜露超出蚂蚁及其它昆虫类群需求而积累导致煤污病的发生,也不利于紫胶生产,实际调查也发现样地 I 的煤污病比样地 II 和 III 严重。本文仅揭示不同紫胶虫种群数量下地表蚂蚁群落特点,而选取适度的紫胶虫放养比例,实现蚂蚁与紫胶虫互利关系最大化,探寻优质高产紫胶生产模式值得深入。

致谢:西南林业大学徐正会教授帮助核实蚂蚁标本,特此致谢。

References:

- [1] Del-Claro K, Oliveira P S. Honeydew flicking by treehoppers provides cues to potential tending ants. *Animal Behavior*, 1996, 51: 1071-1075.
- [2] Wang S M, Chen Y Q. Interactions and ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing Homopteran. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2011, 48(1): 183-190.
- [3] Styrsky J D, Eubanks M D. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 2007, 274: 151-164.
- [4] Hölldobler B, Wilson E O. The ants. Harvard University Press, 1990.
- [5] Gómez C, Casellas D, Oliveras J, Bas J M. Structure of ground-foraging ant assemblages in relation to land-use change in the northwestern Mediterranean region. *Biodiversity and Conservation*, 2003, 12: 2135-2146.
- [6] Xu Z H. A study on the biodiversity of Formicidae ants of Xishuangbanna Nature Reserve. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2002: 15-106.
- [7] Samson D A, Rickart E A, Gonzales P C. Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica*, 1997, 29(3): 349-363.
- [8] Li Q, Chen Y Q, Wang S M, Zheng Y, Zhu Y H, Wang S Y. Diversity of ants in subtropical evergreen broadleaved forest in Pu'er City, Yunnan. *Biodiversity Science*, 2009, 17(3): 233-239.
- [9] Andersen A N, Fisher A, Hoffmann B D, Read J L, Richards R. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. *Austral Ecology*, 2004, 29(1): 87-92.
- [10] Vasconcelos H L, Leite M F, Vilhena J, Lima A P, Magnusson W E. Ant diversity in an Amazonian savanna: Relationship with vegetation structure, disturbance by fire, and dominant ants. *Austral Ecology*, 2008, 33: 221-231.
- [11] Andersen A N. Ants as indicators of ecosystem restoration following mining: a functional group approach. *Conservation Outside Nature Reserves*, 1997: 319-325.
- [12] Ou B R, Hong G J. Description of a new species of *Kerria* (Homoptera: Lacciferidae) in Yunnan Province. *Entomotaxonomia*, 1990, 7(1): 15-18.
- [13] Chen Y Q, Yao W J. Lac resources and the Utilization in the world. *World Forestry Research*, 2007, 20(1): 61-65.

- [14] Chen X M, Chen Y Q, Zhang H, Shi L. Lac insect cultivation and lac processing. Beijing: China Forestry Publishing House, 2008.
- [15] Chen Y L, Chen Y Q, Li Q, Zhang Y, Zhou X Y. Preliminary study on the spider community in *Kerria* spp. ecosystem. Journal of Fujian College of Forestry, 2008, 28(2): 179-183.
- [16] Chen Y L, Chen Y Q, Li Q, Shu Z J, Yang X. Bug diversity in habitats with *Kerria yunnanensis* cultivation. Chinese Journal of Ecology, 2009, 28(7): 1351-1355.
- [17] Li Q, Chen Y Q, Chen Y L, Chen Z. Diversity of grasshopper community in lac plantation-farmland ecosystem. Chinese Journal of Ecology, 2009, 20(3): 729-735.
- [18] Li Q, Chen Y Q, Chen Y L, Yan W W, Wang S M. Diversity of beetle assemblages in lac-plantation-farmland ecosystem. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(7): 3872-3881.
- [19] Chen Y Q, Wang S Y. Behavioral mechanism of mutual-aid interactions between ant and *Kerria lacca*. Chinese Journal of Ecology, 2006, 25(6): 663-666.
- [20] Wang S M, Chen Y Q, Li Q, Lu Z X, Liu C J, Guo Z X. The influence of ant-visiting *Kerria yunnanensis* on populations of *Holcocera pulvere* in lac plantation. Chinese Bulletin of Entomology, 2010a, 47(4): 730-735.
- [21] Wang S M, Chen Y Q, Lu Z X, Liu C J, Zhang W, Guo Z X. Monopolization of honeydew sources by *Crematogaster macaoensis* and its effects on lac production. 2011, Chinese Journal of Applied Ecology, 22(1): 229-234.
- [22] Li N D, Zeng L, Liang G W, Lu Y Y. Dynamics of imported fire ant *Solenopsis invicta* in Wuchuan, Guangdong. Chinese Bulletin of Entomology, 2008, 45(1): 54-57.
- [23] Li Q, Chen Y Q, Xu Z H. Research methods on ant community. Chinese Journal of Ecology, 2009d, 28(9): 1862-1870.
- [24] Cech J N, Citro A M, Jones B A, Post J R. The effect of ant size and trap diameter on *Myrmeleon crudelis* prey capture success [DB/OL]. [2010-10-12]. http://www.dartmouth.edu/~biofsp/pdf07/34_SIFP1_Cech%20et%20al_ant%20lion.pdf. 2007.
- [25] Colwell R K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0. User's Guide and application. 2009.
- [26] Chen Y Q, Li Q, Wang S M, Zhou X Y. A comparison of pitfall traps with different liquids for studying ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News, 2010a, 14: 13-19.
- [27] Romero H, Jaffe K. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in savannas. Biotropica, 1989, 21(4): 348-352.
- [28] Osborn F, Goitia W, Cabrera M, Jaffé K. Ants, plants, and butterflies as diversity indicators: comparisons between strata in six neotropical forest sites. Studies of Neotropical Fauna and Environment, 1999, 34: 59-64.
- [29] Watt A D, Stork N E, Bolton B. The diversity and abundance of ants in relation to forest disturbance and plantation establishment in southern Cameroon. Journal of Applied Ecology, 2002, 39(1): 18-30.
- [30] Andersen A N. Ants as indicators of ecosystem restoration following mining: a functional group approach. Conservation outside nature reserves, 1997: 319-325.
- [31] Bestelmeyer B T, Agosti D, Alonso L E, Schultz T R. Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. 2000.
- [32] Team R. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna Austria ISBN, 2008, 3(10).
- [33] Roberts D W. iadsv: ordination and multivariate analysis for ecology. R package version 1.3.1. 2007.
- [34] Andersen A N, Ludwig J A, Lowe L M, Rentz D C. Grasshopper biodiversity and bioindicators in Australian tropical savannas: responses to disturbance in Kakadu National Park. Austral Ecology, 2001, 26(3): 213-222.
- [35] Nakamura A, Catterall C P, House A, Kitching R L, Burwell C J. The use of ants and other soil and litter arthropods as bio-indicators of the impacts of rainforest clearing and subsequent land use. Journal of Insect Conservation, 2007, 11(2): 177-186.
- [36] Paine R T. A note on trophic complexity and community stability. The American Naturalist, 1969, 103(929): 91-93.
- [37] Gove A D, Majer J D, Dunn R R. A keystone ant species promotes seed dispersal in a "diffuse" mutualism. Oecologia, 2007, 153: 687-697.
- [38] Ness J H, Morin D F, Giladi I. Uncommon specialization in a mutualism between a temperate herbaceous plant guild and an ant: are *Aphaenogaster* ants keystone mutualists?. Oikos, 2009, 118: 1793-1804.
- [39] Chen Y Q, Li Q, Chen Y L, Wang S M, Yang Y C. Lac-production, arthropod biodiversity and abundance, and pesticide use in Yunnan Province, China. Tropical Ecology, 2010b, 51(2): 255-263.
- [40] Chen Y Q, Li Q, Chen Y L, Lu Z X, Zhou X Y. Ant diversity and bio-indicators in land management of lac insect agroecosystem in Southwestern China. Biodiversity and Conservation, 2011, 19(1).
- [41] Buckley R C. Interactions involving plants, Homoptera, and ants. Annual Review of Ecology and Systematics, 1987: 111-135.
- [42] Rico-Gray V. Use of plant-derived food resources by ants in the dry tropical lowlands of coastal Veracruz, Mexico. Biotropica, 1993, 25(3): 301-315.

- [43] Fischer M K, Hoffmann K H, Völkl W. Competition for mutualists in an ant-homopteran interaction mediated by hierarchies of ant attendance. *Oikos*, 2001, 92(3): 531-541.
- [44] Pontin A J. Preliminary note on the eating of aphids by ants of the genus *Lasius*. *Entomologist's Monthly Magazine*, 1958, 94:9-11.
- [45] Wang S M, Chen Y Q, Lu Z X, Liu C J, Guo Z X. Coexistence mechanism of ant community in lac plantation under habitat heterogeneity. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010b, 21(10): 2684-2690.

参考文献:

- [2] 王思铭, 陈又清. 蚂蚁与排泄蜜露的同翅目昆虫的相互作用及其生态学效应. *应用昆虫学报*, 2011, 48(1): 183-190.
- [6] 徐正会. 西双版纳自然保护区蚁科昆虫生物多样性研究. 云南科技出版社, 2002.
- [8] 李巧, 陈又清, 王思铭, 郑勇, 朱云辉, 王绍云. 普洱市亚热带季风常绿阔叶林区蚂蚁多样性. *生物多样性*, 2009d, 17(3): 233-239.
- [12] 欧炳荣, 洪广基. 云南紫胶蚧新种记述(同翅目:胶蚧科). *昆虫分类学报*, 1990, 7(1): 15-18.
- [13] 陈又清, 姚万军. 世界紫胶资源现状与利用. *世界林业研究*, 2007, 20(1): 61-65.
- [14] 陈晓鸣, 陈又清, 张弘, 石雷. 紫胶虫培育与紫胶加工. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [15] 陈彦林, 陈又清, 李巧, 章彦, 周新银. 紫胶虫生境蜘蛛群落的初步研究. *福建林学院学报*, 2008, 28(2): 179-183.
- [16] 陈彦林, 陈又清, 李巧, 舒哲俊, 杨栖. 云南紫胶虫栖境蜻类昆虫多样性. *生态学杂志*, 2009, 28(7): 1351-1355.
- [17] 李巧, 陈又清, 陈彦林, 陈祯. 紫胶林-农田复合生态系统蝗虫群落多样性. *应用生态学报*, 2009b, 20(3): 729-735.
- [18] 李巧, 陈又清, 陈彦林, 严伟伟, 王思铭. 紫胶林-农田复合生态系统甲虫群落多样性. *生态学报*, 2009c, 29(7): 3872-3881.
- [19] 陈又清, 王绍云. 蚂蚁和紫胶蚧互利关系中的行为机制. *生态学杂志*, 2006, 25(6): 663-666.
- [20] 王思铭, 陈又清, 李巧, 卢志兴, 刘春菊, 郭祖学. 蚂蚁光顾云南紫胶虫对其天敌紫胶黑虫种群的影响. *昆虫知识*, 2010a, 47(4): 730-735.
- [21] 王思铭, 陈又清, 卢志兴, 刘春菊, 张威, 郭祖学. 粗纹举腹蚁垄断蜜露对紫胶生产的影响. *应用生态学报*, 2011, 22(1): 229-234.
- [22] 李宁东, 曾玲, 梁广文, 陆永跃. 广东吴川红火蚁消长规律. *昆虫知识*, 2008, 45(1): 54-57.
- [23] 李巧, 陈又清, 徐正会. 蚂蚁群落研究方法. *生态学杂志*, 2009d, 28(9): 1862-1870.
- [45] 王思铭, 陈又清, 卢志兴, 刘春菊, 郭祖学. 紫胶园异质性栖境下的蚂蚁共存机制. *应用生态学报*, 2010, 21(10): 2684-2690.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 19 October, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Assessment of monitoring methods for population abundance of Amur tiger in Northeast China	5943
..... ZHANG Changzhi, ZHANG Minghai, JIANG Guangshun (5943)	
Changes of residents nitrogen consumption and its environmental loading from food in Xiamen	5953
..... YU Yang, CUI Shenghui, ZHAO Shengnan, et al (5953)	
Analysis of the meiobenthic community in the Pearl River Estuary in summer	5962
..... YUAN Qiaojun, MIAO Suying, LI Hengxiang, et al (5962)	
Community characteristics of phytoplankton in the coastal area of Leizhou Peninsula and their relationships with primary environmental factors in the summer of 2010	5972
..... GONG Yuyan, ZHANG Caixue, SUN Xingli, et al (5972)	
Morphological differences in statolith and beak between two spawning stocks for <i>Illex argentinus</i>	5986
..... FANG Zhou, CHEN Xinjun, LU Huajie, et al (5986)	
Relationships between coastal meadow distribution and soil characteristics in the Yellow River Delta	5998
..... TAN Xiangfeng, DU Ning, GE Xiuli, et al (5998)	
Variation analysis about net primary productivity of the wetland in Panjin region	6006
..... WANG Liwen, WEI Yaxing (6006)	
Mobilization of potassium from Soils by <i>rhizobium phaseoli</i>	6016
..... ZHANG Liang, HUANG Jianguo, HAN Yuzhu, et al (6016)	
Autotoxicity of aqueous extracts from plant, soil of peanut and identification of autotoxic substances in rhizospheric soil	6023
..... HUANG Yuqian, HAN Lisi, YANG Jinfeng, et al (6023)	
Effects of shading on the photosynthetic characteristics and anatomical structure of <i>Trollius chinensis</i> Bunge	6033
..... LV Jinhui, WANG Xuan, FENG Yanmeng, et al (6033)	
Short-term effects of fire disturbance on greenhouse gases emission from sedge and shrubs forested wetland in Lesser Xing'an Mountains, Northeast China	6044
..... GU Han, MU Changcheng, ZHANG Bowen, et al (6044)	
Plant species diversity and community classification in the southern Gurbantunggut Desert	6056
..... ZHANG Rong, LIU Tong (6056)	
Effects of mixing leaf litter from <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i> and <i>Larix principis-rupprechtii</i> with that of other trees on soil properties in the Loess Plateau	6067
..... LI Qian, LIU Zengwen, MI Caihong (6067)	
Effects of long-term intensive management on soil ammonia oxidizing archaea community under <i>Phyllostachys praecox</i> stands	6076
..... QIN Hua, LIU Borong, XU Qiufang, et al (6076)	
Hydrogen peroxide participates symbiosis between AM fungi and tobacco plants	6085
..... LIU Hongqing, CHE Yongmei, ZHAO Fanggui, et al (6085)	
Relationships between dominant arbor species distribution and environmental factors of shelter forests in the Beijing mountain area	6092
..... SHAO Fangli, YU Xinxiao, ZHENG Jiangkun, et al (6092)	
Analysis of rhizosphere microbial community structure of weak and strong allelopathic rice varieties under dry paddy field	6100
..... XIONG Jun, LIN Huifeng, LI Zhenfang, et al (6100)	
Root distribution in the different forest types and their relationship to soil properties	6110
..... HUANG Lin, WANG Feng, ZHOU Lijiang, et al (6110)	
Effect of silicon application on antioxidant system, biomass and yield of soybean under ozone pollution	6120
..... ZHAN Lijie, GUO Liye, NING Tangyuan, et al (6120)	
Effect of landfill leachate irrigation on soil physiochemical properties and the growth of two herbaceous flowers	6128
..... WANG Shuqin, LAI Juan, ZHAO Xiulan (6128)	
Nitrous oxide emissions affected by tillage measures in winter wheat under a rice-wheat rotation system	6138
..... ZHENG Jianchu, ZHANG Yuefang, CHEN Liugen, et al (6138)	
Effects of different fertilizers on soil enzyme activities and CO ₂ emission in dry-land of maize	6147
..... ZHANG Junli, GAO Mingbo, WEN Xiaoxia, et al (6147)	
The response of agro-ecosystem productivity to climatic fluctuations in the farming-pastoral ecotone of northern China: a case study in Zhunger County	6155
..... SUN Tesheng, LI Bo, ZHANG Xinshi (6155)	
The relationship between energy consumption and carbon emission with economic growth in Liaoning Province	6168
..... KANG Wenxing, YAO Lihui, HE Jienan, et al (6168)	
Spatial distribution characteristics of potential fire behavior in Fenglin Nature Reserve based on FARSITE Model	6176
..... WU Zhiwei, HE Hongshi, LIANG Yu, et al (6176)	
Chill conservation of natural enemies in maize field with different post-crop habitats	6187
..... TIAN Yaojia, LIANG Guangwen, ZENG Ling, et al (6187)	
Effect of population of <i>Kerria yunnanensis</i> on diversity of ground-dwelling ant	6195
..... LU Zhixing, CHEN Youqing, LI Qiao, et al (6195)	
Response of <i>Parnassius apollo</i> population and vertical distribution to climate warming	6203
..... YU Fei, WANG Han, WANG Shaokun, et al (6203)	
Review and Monograph	
Integrated assessment of marine aquaculture ecosystem health: framework and method	6210
..... PU Xinming, FU Mingzhu, WANG Zongling, et al (6210)	
Seagrass meadow ecosystem and its restoration: a review	6223
..... PAN Jinhua, JIANG Xin, SAI Shan, et al (6223)	
Nutri-toxicological effects of cyanobacteria on fish	6233
..... DONG Guifang, XIE Shouqi, ZHU Xiaoming, et al (6233)	
Effect of environmental stress on non-structural carbohydrates reserves and transfer in seagrasses	6242
..... JIANG Zhijian, HUANG Xiaoping, ZHANG Jingping (6242)	
Advances in ecological immunology	6251
..... XU Deli, WANG Dehua (6251)	
Scientific Note	
The causes of spatial variability of surface soil organic matter in different forests in depressions between karst hills	6259
..... SONG Min, PENG Wanxia, ZOU Dongsheng, et al (6259)	
Characteristics of seed rain of <i>Haloxylon ammodendron</i> in southeastern edge of Junggar Basin	6270
..... LÜ Chaoyan, ZHANG Ximing, LIU Guojun, et al (6270)	

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,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,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 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 32 卷 第 19 期 (2012 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 19 (October, 2012)

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:1000717	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