

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

## Acta Ecologica Sinica



第32卷 第12期 Vol.32 No.12 2012

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 (SHENTAI XUEBAO)

第32卷 第12期 2012年6月 (半月刊)

## 目 次

河口湿地人为干扰度时空动态及景观响应——以大洋河口为例 .....	孙永光,赵冬至,吴 涛,等 (3645)
鄱阳湖南矶湿地优势植物群落及土壤有机质和营养元素分布特征 .....	张全军,于秀波,钱建鑫,等 (3656)
青岛市湿地生态网络评价与构建 .....	傅 强,宋 军,毛 锋,等 (3670)
大堤型湖滨带生态系统健康状态驱动因子——以太湖为例 .....	叶 春,李春华,王秋光,等 (3681)
绿色屋顶径流氮磷浓度分布及赋存形态 .....	王书敏,何 强,张峻华,等 (3691)
坡度对农田土壤动物群落结构及多样性的影响 .....	何先进,吴鹏飞,崔丽巍,等 (3701)
枣园桃蛀果蛾寄生蜂种类及其与寄主的关系 .....	姚艳霞,赵文霞,常聚普,等 (3714)
基于逻辑斯蒂回归模型的鹭科水鸟栖息地适宜性评价 .....	邹丽丽,陈晓翔,何 莹,等 (3722)
温度、盐度和 pH 对马氏珠母贝稚贝清滤率的联合效应 .....	朱晓闻,王 辉,刘 进,等 (3729)
鸡桑药共生模式库区土壤养分变化及流失风险 .....	赵丽平,杨贵明,赵同科,等 (3737)
黑河中游典型土地利用方式下土壤粒径分布及与有机碳的关系 .....	张俊华,李国栋,南忠仁 (3745)
DEM 棚格分辨率和子流域划分对杏子河流域水文模拟的影响 .....	邱临静,郑粉莉, Yin Runsheng (3754)
粒度变化对城市热岛空间格局分析的影响 .....	郭冠华,陈颖彪,魏建兵,等 (3764)
基于景观连接度的森林景观恢复研究——以巩义市为例 .....	陈 杰,梁国付,丁圣彦 (3773)
城市能源利用碳足迹分析——以厦门市为例 .....	林剑艺,孟凡鑫,崔胜辉,等 (3782)
高寒牧区村域生态足迹——以甘南州合作市为例 .....	王录仓,高 静 (3795)
太湖湖滨带生态系统健康评价 .....	李春华,叶 春,赵晓峰,等 (3806)
秦岭大熊猫栖息地巴山木竹生物量 .....	党坤良,陈俊娴,孙飞翔,等 (3816)
盐胁迫对盐生植物黄花补血草种子萌发和幼苗生长的影响 .....	尤 佳,王文瑞,卢 金,等 (3825)
海南霸王岭山地原始林与伐后林中木质藤本对支持木的选择 .....	刘晋仙,陶建平,何 泽,等 (3834)
闽楠幼树光合特性及生物量分配对光环境的响应 .....	王振兴,朱锦懋,王 健,等 (3841)
基于形态及分子标记的濒危植物夏蜡梅自然居群的遗传变异研究 .....	金则新,顾婧婧,李钧敏 (3849)
不同径级油松径向生长对气候的响应 .....	姜庆彪,赵秀海,高露双,等 (3859)
珍稀濒危植物长蕊木兰种群的年龄结构与空间分布 .....	袁春明,孟广涛,方向京,等 (3866)
巨桉与 5 种木本植物幼树的耗水特性及水分利用效率的比较 .....	胡红玲,张 健,万雪琴,等 (3873)
银木凋落叶腐解过程对小白菜生长和抗性生理的影响 .....	黄激激,胡庭兴,张念念,等 (3883)
基于氘示踪剂和热扩散技术的栓皮栎水分运输速率与效率研究 .....	孙守家,孟 平,张劲松,等 (3892)
石漠化干旱环境中石生藓类水分吸收特征及其结构适应性 .....	张显强,曾建军,谌金吾,等 (3902)
含铜有机肥对土壤酶活性和微生物群落代谢的影响 .....	陈 琳,谷 洁,高 华,等 (3912)
钝叶柃不同性别花的花部形态与传粉特征比较 .....	王 苗,邓洪平,丁 博,等 (3921)
我国春玉米潜在种植分布区的气候适宜性 .....	何奇瑾,周广胜 (3931)
烯效唑干拌种对小麦氮素积累和运转及籽粒蛋白质品质的影响 .....	樊高琼,杨恩年,郑 亭,等 (3940)
<b>专论与综述</b>	
中国产业共生发展模式的国际比较及对策 .....	石 磊,刘果果,郭思平 (3950)
<b>研究简报</b>	
吉林省镇赉县近 10 年景观格局变化 .....	张国坤,卢京花,宋开山,等 (3958)
杨树人工林生态系统通量贡献区分析 .....	金 莹,张志强,方显瑞,等 (3966)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 330 \* zh \* P \* ¥ 70.00 \* 1510 \* 35 \* 2012-06



封面图说: 鸳鸯——在分类上属雁形目, 鸭科。英文名为 Mandarin Duck(即“中国官鸭”)。鸳指雄鸟, 鸯指雌鸟, 故鸳鸯属合成词。常常栖息于山地河谷、溪流、湖泊、水田等处, 雌雄偶居, 以植物性食物为主, 也食昆虫等小动物。繁殖期 4—9 月间, 雌雄配对后迁至营巢区。巢往往置于树洞中, 用干草和绒羽铺垫, 每窝产卵 7—12 枚。江西省婺源鸳鸯湖是亚洲最大的野生鸳鸯越冬栖息地。鸳鸯是一种美丽的禽鸟, 中国传统文化又赋予它很多美好的寓意, 因此, 在许多文学艺术作品中经常用以表达爱情。

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

DOI: 10.5846/stxb201106150801

姚艳霞,赵文霞,常聚普,屈志成,李占文.枣园桃蛀果蛾寄生蜂种类及其与寄主的关系.生态学报,2012,32(12):3714-3721.

Yao Y X, Zhao W X, Chang J P, Qu Z C, Li Z W. Investigation of populations of parasitic wasps parasitizing *Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae) in jujube orchards in China, with respect to the wasp-host relationship. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(12):3714-3721.

## 枣园桃蛀果蛾寄生蜂种类及其与寄主的关系

姚艳霞<sup>1</sup>, 赵文霞<sup>1,\*</sup>, 常聚普<sup>2</sup>, 屈志成<sup>3</sup>, 李占文<sup>4</sup>

(1. 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;  
2. 河南省濮阳市林科所,濮阳 457000;3. 陕西省榆林市佳县红枣站,榆林 719200;  
4. 宁夏灵武市林木检疫站,灵武 750400)

**摘要:**桃蛀果蛾(*Carposina sasakii* Matsumura)是我国十分重要的果实性害虫,其中枣受害最严重,因其幼虫在果实内蛀食危害、高度隐蔽性的生活而较难防治。寻找有效天敌,开展生物防治成为必然。2009年与2010年研究调查了我国大枣部分产区陕西、山西、河南与宁夏枣园桃蛀果蛾寄生性天敌,共发现了3种寄生蜂,即中华齿腿姬蜂(*Pristomerus chinensis* Ashmead)、章氏小甲腹茧蜂(*Chelonus (Microchelonus) zhangi* Zhang)和金小蜂(*Pteromalidae*),3种寄生蜂均从桃蛀果蛾的茧中羽化而出,其中中华齿腿姬蜂和章氏小甲腹茧蜂为优势天敌,但它们表现出十分明显的地域性分布。同时,对中华齿腿姬蜂和章氏小甲腹茧蜂羽化、寄生率以及与寄主之间的关系进行了初步研究,结果表明,中华齿腿姬蜂越冬代成虫出蛰活动始于6月中旬,越冬代寄生率较低,第1代成虫羽化在8月下旬至9月上旬,这代寄生蜂具有较高的寄生率,可达25%;章氏小甲腹茧蜂第1代成虫羽化集中在8月中下旬和9月上旬,由于在2009年与2010年对样地进行不施用杀虫剂的管理,该天敌在2010年自然寄生率显著提高,最高时可达64.52%。因此,科学管理,合理保护与利用当地天敌成为实现该害虫生物防治的关键。

**关键词:**枣园;桃蛀果蛾;寄生蜂;羽化;寄生率;生物防治

## Investigation of populations of parasitic wasps parasitizing *Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae) in jujube orchards in China, with respect to the wasp-host relationship

YAO Yanxia<sup>1</sup>, ZHAO Wenxia<sup>1,\*</sup>, CHANG Jupu<sup>2</sup>, QU Zhicheng<sup>3</sup>, LI Zhanwen<sup>4</sup>

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

2 Puyang Research Institute of Forestry, Puyang, Henan 457000, China

3 Jiaxian Jujube Branch of Government, Yulin, Shaanxi 719200, China

4 Lingwu Plant Quarantine Branch of Government, Lingwu 750400, China

**Abstract:** The peach fruit borer *Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae) (= *Carposina niponensis* (Walsingham)) is a harmful and widespread pest insect that attacks many types of fruit, including apple, peach and jujube, in northern China. Among these hosts, jujube has been most severely affected, with about 90% of Chinese jujube orchards being damaged. The larvae drill into the fruit and eat the pulp and kernel, producing bore dust and frass that make the fruits inedible by humans, and causing the fruit to fall from the trees. The quality and quantity of fruits affected by the borer are markedly reduced, as are the yields of infested orchards, causing large economic losses. The peach fruit borer is predominantly found in Asian countries (China, Japan, Korea) and the far east of Russia. Because of the risk to fruit

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFRIFEEP200808)

收稿日期:2011-06-15; 修订日期:2012-03-16

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

orchards, in 1988 the European and Mediterranean Plant Protection Organization placed *C. sasakii* on the A1 list of pests recommended for control by quarantine. However, the peach fruit borer is difficult to control because it is concealed within the fruit, and general methods of pest treatment fail to achieve sustainable control. It has therefore become necessary to identify and utilize natural enemies of this pest to develop a bio-control strategy. Many researchers have worked on this problem, and have obtained valuable data and results. However, there are many factors that remain to be elucidated; for example, precisely which species are parasitoids of the peach fruit borers that attack the jujube tree, how are they restricted to their host, and what is the host-parasitoid relationship? In this project, we investigated populations of parasitic wasps attacking *C. sasakii* in jujube orchards in Shaanxi, Shanxi and Henan provinces and in Ningxia Hui Autonomous Region in 2009—2010. Three species of parasitic wasp were identified (*Pristomerus chinensis* Ashmead, *Chelonus (Microchelonus) zhangi* Zhang and a species of Pteromalidae) and all were reared from their host cocoons. *P. chinensis* Ashmead and *C. (M.) zhangi* Zhang are both preponderant agents, but their population size varied markedly among the above four regions; *P. chinensis* was found predominantly in Shaanxi and Shanxi provinces, whereas *C. (M.) zhangi* was observed principally in Henan. The relationship between emergence, parasitism rate and host were studied for *P. chinensis* and *C. (M.) zhangi*. The results indicate that *P. chinensis* emerged half a month later than its host. Adult hosts emerged from over-winter cocoons in the middle of June, with a parasitism rate of 8.86%; the summer generation emerged from the last week of August to the first week of September, with a 25% parasitism rate. For *C. (M.) zhangi*, the summer generation emerged from the middle of August to the first week of September. In general, fruit drop occurred in the first (in 2010) to the second (in 2009) week of August in jujube orchards in Puyang city, Henan province; *C. (M.) zhangi* began to emerge one week later, with the peak emergence at 10—12 days. The graph of parasitism rate for *C. (M.) zhangi* revealed three time periods: from 16 to 26 August, from 27 to 31 August and from 1 to 8 September. As a whole, the parasitism rate declined from the first period to the third, which could be related to host behavior. No insecticide was used in the experimental areas during the years 2009—2010; as a consequence, the parasitism rate for *C. (M.) zhangi* increased markedly to 64.52% in 2010. Thus, it can be seen that local natural enemies have been playing an important role in controlling the peach fruit borer naturally, and should be protected and utilized appropriately.

**Key Words:** jujube orchards; *Carposina sasakii*; parasitic wasps; emergence; parasitism rate; biological control

桃蛀果蛾(*Carposina sasakii* Matsumura)(曾用名:*Carposina niponensis*(Walsingham))(鳞翅目 Lepidoptera 蛾科 Carposinidae),又称桃小食心虫,简称“桃小”,是我国北方果树生产中危害最大、发生最普遍的蛀果类害虫,可危害桃、苹果、枣、梨等多种果树,主要以幼虫蛀入果实,在果肉及果核中蛀食,虫粪滞留于果内,被害果实易脱落,造成果实失去食用价值,严重影响果实的品质与产量,危害严重时有虫株率可达90%,导致重大经济损失<sup>[1-3]</sup>。该害虫在国际上主要分布于日本、韩国、朝鲜与俄罗斯远东地区,由于其严重危害性,各国十分重视,欧洲与地中海植物保护组织曾于1988年将桃蛀果蛾列入A1类检疫性害虫,现归为A2类检疫性害虫,南锥体区域植保委员会也对其采取检疫性限制措施<sup>[4]</sup>。

桃蛀果蛾广泛分布于我国各枣、苹果和桃等产区,其中枣树受害最严重,大部分地区近90%的枣园受害,虫果率可达50%—70%<sup>[5]</sup>,为害严重的枣园甚至绝收。在大部分枣产区,桃蛀果蛾1年发生2—3代,以老熟幼虫在树冠下土层中结茧越冬,翌年5月出土羽化,具有世代重叠现象<sup>[6-7]</sup>。该害虫是我国北方地区枣园中发生历史最长、危害最严重的害虫,因此,相关研究报道较多,许多学者致力于解决生产实践问题,对桃蛀果蛾生物学、生态学以及防治方法进行了较为详细地研究,为枣园管理提供了良好的科学依据,意义重大<sup>[2,5-19]</sup>。

目前桃蛀果蛾的防治手段主要有喷洒化学药物、人工摘除和设置性引诱剂诱杀等几个方面。这些防治手段在该害虫的实际防治中相互结合使用,达到了一定的效果。然而,该害虫的危害从未间断过,现有的防治方法难以实现可持续控制,长期以来,生产上仍然以化学方法防治为主,多使用拟除虫菊酯和有机磷杀虫剂喷洒

果实,长期使用化学药物在控制害虫的同时,也杀死了天敌,降低了天敌对害虫的自然控制作用,致使害虫连年发生,而且造成环境污染,导致果实内农药残留量较高,引发食品安全问题<sup>[20-22]</sup>。

因此,寻找有效的天敌资源,探讨生物防治技术,实现桃蛀果蛾可持续控制是解决上述问题的根本所在。早在上个世纪,我国学者已开始对该害虫的天敌进行研究,章宗江于1962年在山东省发现了寄生于桃蛀果蛾的一种茧蜂,并于1984年将其命名为桃小食心虫甲腹茧蜂(*Chelonus chinensis*)<sup>[8-9]</sup>(由于章先生描述该种时没有确定模式标本,被视为裸名,因此张红英将其重新定名为章氏小甲腹茧蜂(*Chelonus (Microchelonus) zhangi*)<sup>[10]</sup>),同时对其形态特征及生物学特性进行了较为详细地描述,并于1990年应用该寄生蜂对其寄主害虫进行了防治试验<sup>[11]</sup>;曹克诚记述了桃蛀果蛾上的两种寄生蜂,即中华齿腿姬蜂(*Pristomerus chinensis*)和甲腹茧蜂(*Chelonus sp.*)<sup>[12]</sup>。此外,我国报道的桃蛀果蛾的天敌还有低缝姬蜂(*Porizonfinae*)<sup>[13]</sup>、小弯尾姬蜂(*Diadegma sp.*)<sup>[14]</sup>、成沟姬蜂(*Formocryptus sp.*)<sup>[15]</sup>、斯氏线虫(*Steinernema carpocapsae*)<sup>[14,16-17]</sup>、泰山1号线虫(*Heterorhabditis sp.*)等<sup>[18]</sup>,而应用于桃蛀果蛾生物防治实践的天敌主要有章氏小甲腹茧蜂<sup>[11]</sup>和斯氏线虫<sup>[14,16-17]</sup>。然而有研究表明桃蛀果蛾在不同寄主之间,其天敌种类存在一定差异<sup>[19]</sup>。那么,危害枣的桃蛀果蛾天敌种类究竟有哪些呢,它们又是如何影响寄主的。本项目研究调查了我国北方部分枣产区桃蛀果蛾的寄生性天敌,并对中华齿腿姬蜂和章氏小甲腹茧蜂羽化、寄生率以及与寄主的寄生关系进行了初步研究,为该害虫的生物防治提供科学数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样地的选择

由于目前枣园病虫害管理主要采取化学防治方法,致使枣园桃蛀果蛾及其天敌虫口密度较小,阻碍了天敌调查工作。针对这种情况,2009年5—7月,分别在陕西(佳县佳芦镇吕家坪、峪口乡南河底村)、山西(临县克虎镇克虎寨镇)、河南(濮阳市王助乡白条河及王固碾村、郑州市新郑河南省枣树生态园)、河北(行唐县口头镇王下口村)、山东(泰安市宁阳县葛石镇)进行了考察,考虑到枣农的利益,选取了几块管理不好甚至无人管理的枣园,设置了诱捕器,监测桃蛀果蛾的虫口基数,选择发生量较大的枣园作为实验基地,最后在陕西佳芦镇吕家坪、峪口乡南河底村,河南濮阳高新区王助乡王固碾、赵庄和内黄县陆村乡千口村设置了样地。2010年继续在河南(王助乡王固碾、赵庄和内黄县陆村乡千口村)、陕西(佳县佳芦镇吕家坪、峪口乡南河底村)及山西(临县克虎镇克虎寨镇)进行调查,并增加了甘肃(景泰县五佛乡水管所)与宁夏灵武市(东塔马场湖与临河二道沟)两块样地(样地情况详见表1)。设置好的样地除不施用杀虫剂以外,进行正常管理,如修剪、施肥、病害防治,以保证能正常挂果,吸引虫源。

表1 样地情况

Table 1 Plot Situation

序号 Number	地名 Place name	枣树品种 Jujube variety	经纬度 Longitude and latitude	海拔/m Height
1	陕西省佳县佳芦镇吕家坪村	木枣	N:38°01'07.08" E:110°28'04.94"	849
2	陕西省佳县峪口乡南河底村	木枣	N:38°00'21.66" E:110°30'32.78"	723
3	山西省临县克虎镇克虎寨镇	木枣	N:38°01'33.83" E:110°30'02.09"	717
4	河南省濮阳市王助乡白条河	扁核酸枣	N:35°42'52.71" E:114°56'02.72"	56
5	河南省濮阳市王助乡王固碾村	扁核酸枣	N:35°44'23.12" E:114°54'57.77"	55
6	河南省濮阳市王助乡赵庄	扁核酸枣	N:35°40'14.78" E:114°54'32.81"	58
7	河南省安阳市内黄县陆村乡千口村	扁核酸枣	N:35°48'13.72" E:114°48'25.54"	54
8	甘肃省景泰县五佛乡水管所	小口枣	N:37°12'28.55" E:104°07'59.30"	1575
9	宁夏灵武市东塔乡新园村马场湖	长枣	N:38°06'32.76" E:106°20'17.95"	1126
10	宁夏灵武市临河镇二道沟村	长枣	N:38°19'07.20" E:106°21'56.03"	1118

### 1.2 寄主害虫采集

由于桃蛀果蛾卵十分微小,不易观察,较难采集;成虫一般来讲由于其具有飞行能力,天敌不易捕捉,因而

自然天敌较少,因此,桃蛀果蛾天敌调查主要针对于其幼虫和蛹两个虫态而进行。由于桃蛀果蛾幼虫取食危害阶段主要在枣果内进行,生活习性比较隐蔽,仅仅在野外采集该害虫幼虫,工作难度较大,且获得虫口数量较少,不利于饲养天敌,因此,利用枣果受该害虫危害后会提前脱落的特点,在受害枣园捡拾落果,以获取大量桃蛀果蛾幼虫,从而获取天敌。

### 1.2.1 果期幼虫采集

桃蛀果蛾初孵幼虫钻入枣果内取食危害,致使枣果提前脱落,因此,当枣果开始落地时,每隔1周在田里捡拾1次落果,每次采集数量约为10 kg,落果有大量的桃蛀果蛾幼虫,然后置于实验室内进行饲养。

### 1.2.2 蛹的采集

桃蛀果蛾蛹的获得主要通过采集冬茧与夏茧。越冬代幼虫老熟后,钻出枣果,下地,在15—20 cm的土层中(大部分)或枯枝落叶下(较少)作扁圆形茧越冬,越冬茧较集中分布于树冠下向阳面的土层中,翌年4月或5月(干旱年份)在枣园树冠下向阳面的土层中挖集桃蛀果蛾越冬幼虫(冬茧);夏茧因时间较短,不易从野外采集得到,故本次未在野外采集到夏茧,仅通过实验室饲养幼虫(从枣果内爬出的老熟幼虫落入方框后,移入Φ1.0 cm×15 cm玻璃试管,并于试管内放入滤纸条,以便其附着吐丝结茧)而获得夏茧。

### 1.3 寄生性天敌室内饲养

#### 1.3.1 蛹期寄生性天敌室内饲养

将获得的茧置于Φ1.0 cm×15 cm玻璃试管进行培养,管内用湿滤纸进行保湿,每个试管放入1头茧,然后用脱脂棉塞紧管口,轻轻放入养虫盒内,保持试管不晃动,养虫盒避光放置在室温下,每天清晨检查1次,记录天敌羽化时间、种类及数量等,并保持试管与室内的湿度,若表面发霉,需用小毛笔清扫。

#### 1.3.2 果期幼虫寄生性天敌室内饲养

将每批次采集到的落果置于22 cm×30 cm长方形筛子内,便于通风,并置于28 cm×35 cm的长方形框内,然后在框上方蒙上纱布,一方面便于收集从筛内爬出来的食心虫幼虫,另一方面可防止天敌羽化飞出筛子。从枣果内爬出的老熟幼虫落入方框后,移入Φ1.0 cm×15 cm玻璃试管,管内用湿滤纸进行保湿,用脱脂棉塞紧管口,置于室温下待天敌羽化。

### 1.4 天敌羽化规律

2009年从8月13日开始采集落果,每隔1周采集1次,每次采集数量约为10 kg,用1.3.2的方法在室内饲养天敌,每天记录天敌羽化时间、雌雄性个体数,观察至枣腐烂发霉,变黑,3 d内无天敌和寄主幼虫活动时结束。2010年从8月9日开始采集落果,采集时间、数量以及观察与记录方法同上。

### 1.5 不同时期天敌寄生率

2010年从8月9日开始采集落果,用1.3.2的方法在室内饲养桃蛀果蛾幼虫及其天敌,按照天敌为单寄生,即1头寄主幼虫只被1头天敌寄生,因此,寄生蜂数量被视为被寄生的食心虫数量,每天统计枣食心虫幼虫数量与被寄生的幼虫数量,直到无天敌成虫活动为止,最后计算不同时期天敌寄生率。

## 2 结果

### 2.1 桃蛀果蛾寄生性天敌种类

本研究中,在河南濮阳市、陕西佳县、山西临县、宁夏灵武市的枣园中均发现了桃蛀果蛾寄生性天敌,共3种,即章氏小甲腹茧蜂(*Chelonus (Microchelonus) zhangi* Zhang)、中华齿腿姬蜂(*Pristomerus chinensis* Ashmead)和金小蜂(Pteromalidae)。

#### 2.1.1 河南濮阳市桃蛀果蛾的寄生性天敌种类及寄主类型

河南濮阳市桃蛀果蛾的寄生性天敌主要有章氏小甲腹茧蜂,该寄生蜂从寄主夏茧中羽化而出,偶见中华齿腿姬蜂从寄主夏茧中羽化而出。

#### 2.1.2 陕西、山西沿黄河地区桃蛀果蛾的天敌种类及寄主类型

陕西佳县佳芦镇吕家坪、峪口乡南河底村、山西临县克虎镇克虎寨镇沿黄地区桃蛀果蛾的天敌主要有中

华齿腿姬蜂,该寄生蜂从桃蛀果蛾的夏茧和冬茧中羽化而出,偶见章氏小甲腹茧蜂从冬茧中羽化出来。

### 2.1.3 宁夏灵武市桃蛀果蛾的天敌种类及寄主类型

宁夏灵武市桃蛀果蛾的天敌仅发现一种金小蜂(Pteromalidae),该小蜂从桃蛀果蛾的夏茧中羽化而出,其分类学地位尚在进一步研究之中。

本次调查中发现在上述3个地区桃蛀果蛾的天敌种类、寄主类型存在差异,在河南省濮阳市以章氏甲腹茧蜂为主,陕西、山西沿黄地区主要是中华齿腿姬蜂,而在宁夏尚未发现这两种寄生蜂,却获得了另一种寄生蜂;同时,发现中华齿腿姬蜂和章氏小甲腹茧蜂从冬茧与夏茧均获得,表明它们既可寄生夏茧,也可以寄生越冬茧。

## 2.2 枣园桃蛀果蛾寄生性天敌与寄主的关系

### 2.2.1 中华齿腿姬蜂与寄主的关系

#### (1) 中华齿腿姬蜂成虫羽化与其寄主钻出冬茧的时序性

2009年5月13—15日在陕西佳县佳芦镇吕家坪、峪口乡南河底村共采集79头桃蛀果蛾越冬茧,5月27日幼虫开始钻出冬茧,2—3 d后在试管底部或棉塞上吐丝作茧化蛹,中华齿腿姬蜂单寄生于寄主幼虫。越冬代成虫羽化时间比其寄主幼虫钻出越冬茧化蛹时间大约晚半个月,出现于6月17日(图1)。从79头桃蛀果蛾中共羽化出7头中华齿腿姬蜂,其中5头是在桃蛀果蛾寄主幼虫钻出越冬茧化蛹后羽化,另外2头直接从扁圆形越冬茧中羽化。

#### (2) 中华齿腿姬蜂寄生率

2009年5月共采集79头桃蛀果蛾越冬茧,从中共羽化出7头姬蜂成虫,寄生率为8.86%;2010年8月23日,由于陕西佳县佳芦镇吕家坪、峪口乡南河底村交通问题,在与之仅有一河之隔的山西临县克虎寨镇采集了落枣,该地区本年度结果率较低,所以园中落果较少,获得桃蛀果蛾幼虫数量相应较少,仅得到26只桃蛀果蛾幼虫,从这26只幼虫中共羽化出6只中华齿腿姬小蜂,寄生率为25%。

### 2.2.2 章氏小甲腹茧蜂与寄主的关系

#### (1) 章氏小甲腹茧蜂羽化规律

2009年,河南省濮阳市枣园于8月13日开始出现落果,持续至9月17日,共捡拾了6批次落果,每批次落果重量约5 kg,在室内,章氏小甲腹茧蜂成虫始见于8月21日,羽化时间主要集中在8月下旬至9月初,并于8月25日达到了羽化高峰,从9月3日开始出现成虫零羽化,这个时期一直持续到9月13日,9月14日又出现1头成虫(图2),此后再无成虫羽化。2010年,河南省濮阳市枣园从8月9日开始出现落果,持续到9月23日,共捡拾了7批次落果,每批次落果重量约5 kg,在室内,章氏小甲腹茧蜂成虫羽化始于8月16日,羽化盛期在8月中下旬,并于8月20日达到了羽化高峰,羽化历时持续到9月13日(图3)。此外,与2009年相比,寄生蜂每天成虫羽化的数量显著提高,最多时一天有60头成虫羽化。

2010年枣园出现落果的时间与2009年相比提前了4d,室内天敌出蛰活动时间也相应提前了5d。2009年与2010年观察结果均表明,茧蜂第1代成虫活动时间主要集中在8月中下旬至9月上旬,从枣园出现落果开始1周左右,茧蜂成虫开始羽化,并于10—12 d后达到羽化高峰。另外,2009年该茧蜂成虫羽化期相对集中,在9月3日以后基本没有成虫羽化,而2010年,该蜂成虫羽化一直持续至9月13日,这可能是由于两年之中物候发生变化而引起的。

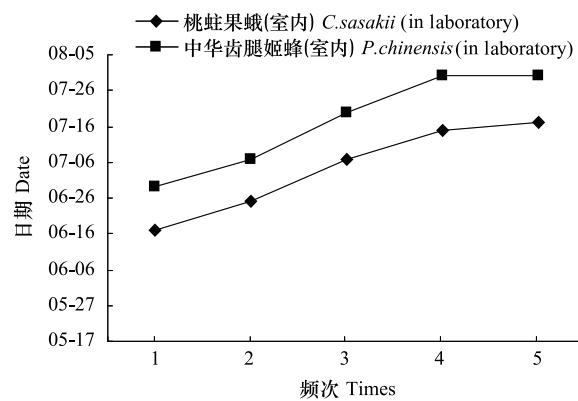


图1 2009年桃蛀果幼虫钻出冬茧与中华齿腿姬蜂羽化时序关系

Fig. 1 Timing relationship between emergence of *P. chinensis* and out of winter cocoon of host *C. sasakii*

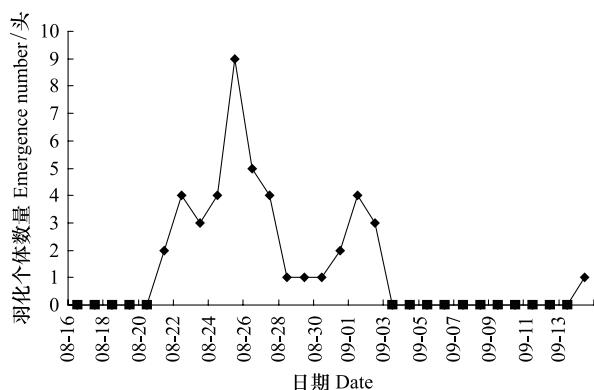


图 2 2009 年章氏小甲腹茧蜂羽化规律

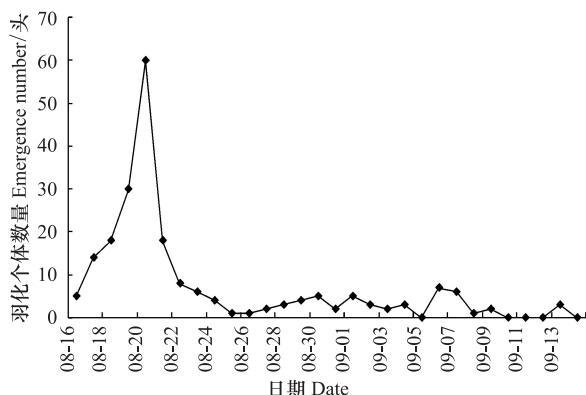
Fig. 2 Emergence of *C. (M.) zhangi* in 2009

图 3 2010 年章氏小甲腹茧蜂羽化规律

Fig. 3 Emergence of *C. (M.) zhangi* in 2010

## (2) 章氏小甲腹茧蜂不同时期的寄生率

2010 年 8 月 9 日河南濮阳实验地枣园开始出现落果, 章氏小甲腹茧蜂成虫于 8 月中旬开始活动。从时间上来说, 该茧蜂寄生寄主害虫可分为 3 个阶段(图 4), 第 1 个阶段在 8 月 16 日至 8 月 26 日, 章氏小甲腹茧蜂成虫于 8 月 16 日开始活动, 当天寄生率仅为 4% 左右, 然而寄生率上升很快, 至 8 月 20 日已出现第 1 个高峰, 但高峰期并没有持续, 从第 2 天即开始下降, 8 月 26 日降至最低; 第 2 个阶段在 8 月 27 日至 8 月 31 日, 高峰期出现在 8 月 29 日, 这个阶段时间较短, 8 月 31 日降至最低; 第 3 个阶段在 9 月 1 日至 9 月 8 日, 这个阶段高峰期持续时间较长, 从 9 月 1 日至 9 月 7 日, 寄生率变幅不大, 从总体上来讲, 3 个阶段寄生率依次下降。章氏小甲腹茧蜂寄生率之所以呈现上述特点, 可能与其寄主活动有关。此外, 根据文献报道, 章氏小甲腹茧蜂对桃蛀果蛾的寄生率较低, 常不到 5%<sup>[8]</sup>, 2009 年的观察结果也表明该天敌寄生率非常低, 但根据 2010 年的研究结果, 该天敌的寄生率有十分显著的提高, 最高时寄生率可达 64.52%, 这可能是因为对调查样地采取了不使用杀虫剂的管理, 从而对天敌种群起到了保护作用。

## 3 讨论

本研究在调查枣园桃蛀果蛾寄生性天敌时, 发现了寄生蜂中华齿腿姬蜂与章氏小甲腹茧蜂, 这与前人的研究结果基本一致, 所不同的是本研究中另外发现了一种金小蜂, 虽然该种金小蜂自然寄生率较低, 关于该小蜂的分类学地位研究尚在进行中, 但这也是我国桃蛀果蛾天敌研究历史长河中一个新的发现, 同时也充分说明我国天敌资源十分丰富。

章氏小甲腹茧蜂成虫将卵产于寄主卵内, 第 1 代茧蜂幼虫孵化时其寄主幼虫尚小, 不久即进入滞育状态, 待寄主幼虫近老熟时, 解除滞育, 迅速发育, 当寄主幼虫老熟作茧时很快老熟化蛹<sup>[8]</sup>, 这种寄生方式在抑性寄生蜂中并不普遍, 相反, 为保证后代能够完成发育, 抑性寄生蜂常常选择个体较大的高龄寄主产卵<sup>[23]</sup>, 章氏小甲腹茧蜂呈现上述特性可能是由于桃蛀果蛾的卵在果实表面及叶部, 相对比较暴露, 有利于天敌产卵, 当食心虫幼虫孵化后即钻入果实时, 造成天敌产卵困难的原因。

不同地理区域, 动物分布具有明显的差异, 天敌的地域分布性同样十分显著<sup>[24-26]</sup>, 这种差异在寄生蜂天敌中主要表现为以下两个方面: 首先, 相距较远的不同地理区域, 同种害虫的寄生蜂种类截然不同, 这是因为

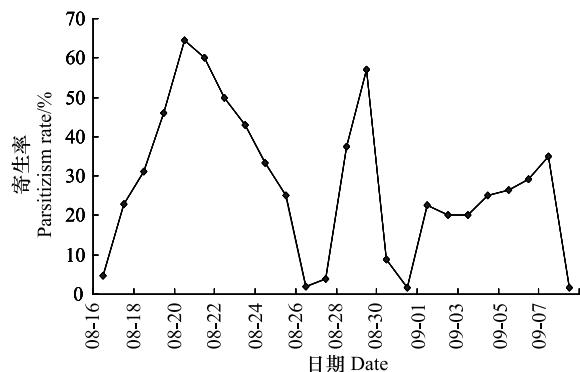


图 4 章氏小甲腹茧蜂不同时期的寄生率

Fig. 4 Parasitism rate of *C. sasakii* attacked by *C. (M.) zhangi* at different periods

每种昆虫的分布具有一定的范围<sup>[27]</sup>;其次,同一种寄生蜂对寄主的寄生率高低不同,即优势种群发生变化,如本研究中,陕西、山西沿黄枣园中桃蛀果蛾的主要天敌为中华齿腿姬蜂,而在河南濮阳主要为章氏小甲腹茧蜂,这可能与寄主、环境和气候密切相关,是物种本身的特性与生态环境相互适应的结果。因此,摸清本地天敌资源,合理进行保护与利用,对实现害虫可持续控制具有十分重要的意义。

#### References:

- [1] Lei X H, Gao L W, Li D X, Shen Z R. Review and prospect for biological and ecological studies on *Carposina sasakii* Matsumura. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2010, 12(4): 39-43.
- [2] Wang J, Dou C B, Liu T Z, Liang S B. Preliminary report on damage and integrated management of the peach fruit borer *Carposina sasakii* Matsumura attacking jujube. *Gansu Science and Technology*, 2008, 24(10): 167-169, 164-164.
- [3] Han Q M, Hua L. RAPD-PCR analysis of genetic variation of *Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera Carposinidae) in different host plants. *Journal of Northwest Science-Technology University of Agriculture and Forest: Natural Science Edition*, 2001, 29(3): 91-84.
- [4] OEPP/EPPO. Data Sheets on Quarantine Organism No. 163, *Carposina nipponensis*. *OEPP/EPPO Bulletin* 18, 1988: 543-547.
- [5] Song X J, Xu C L, Lin E H Dong X L, Liu G L. Occurrence and management of the peach fruit borer *Carposina sasakii* Matsumura attacking jujube. *Fruit Growers Friend*, 2008, (9): 35-35.
- [6] Chen Y J. Pests and diseases attacking jujube and their management. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 1993: 56-141.
- [7] Li L C, Li L Z, Fan Y L, Shi G L. Pests insects attacking jujube in China. Beijing: Agriculture Press, 1992: 114-126.
- [8] Zhang Z J. The peach fruit borer *Chelonus chinensis* Zhang. *Plant Protection*, 1984, 10(1): 41-41.
- [9] Zhang Z J. Natural enemies of pests attacking fruit tree. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 1981: 166-167.
- [10] Zhang H Y. Systematics of the genus *Chelonus* Panzer in China [D]. Hangzhou: College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, 2008: 149-149.
- [11] Zhang Z J. Biological control of pests on fruit tree: *Chelonus chinensis* against the peach fruit borers *Carposina sasakii*. *Deciduous Fruits*, 1990, (4): 23-25, 21-21.
- [12] Cao K C. Two species of parasitic wasps parasitizing the peach fruit borer *Carposina sasakii*. *Plant Protection*, 1982, 8(4): 19-20.
- [13] Hou S J. Observation on living habit of Porizoninae parasitizing the peach fruit borer *Carposina sasakii*. *Deciduous Fruits*, 1987, (2): 30-30.
- [14] Zhang Z J. Biological control of pests on fruit tree: *Steinernema eftiae* against the peach fruit borers *Carposina sasakii*. *Deciduous Fruits*, 1990, (1): 37-40.
- [15] Hua L, Shen B C, Gao F. Studies on occurrence regularity of the the peach fruit borer *Carposina sasakii* on jujube in Northern Shaanxi. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 1991, (5): 26-28.
- [16] Yan P, Liu J, Liu N X, Han R C, Zhang Y Q, Yin C S. Large scale application of the nematode *Steinernema carpocapsae* Agriotes against the peach fruit borer *Carposina nipponensis* Walsingham in apple orchards. *Natural Enemies of Insects*, 2000, 22 (2): 79-82.
- [17] Liu J, Liu N X, Xie R C, Zhang Y Q, Yin C S. Applications of a *Steinernema* nematode against peach fruit-borer in apple orchards. *Acta Phytophylacica Sinica*, 1994, 21(3): 221-224.
- [18] Li S C, Liu J B, He D J. Studies on the utilization of entomopathogenic nematode Taishan 1 for the peach fruit borer control. *Acta Phytophylacica Sinica*, 1990, 17(3): 237-240.
- [19] Xu X L, Hua B Z. Post-diapause development of *Carposina sasakii* Matsumura and its parasitoids. *Journal of Environmental Entomology*, 2009, 31 (4): 327-331.
- [20] Pan W J, Du L F, Wang D G. Consideration on control of economic forests pests and diseases in Shanghai. *Journal of Green Science and Technology*, 2010, (9): 85-86.
- [21] Li H Z, Zhu Y D. Analysis green technologies and traditional methods of fruit pest control technology. *Beijing Agriculture*, 2011, (3): 6-77.
- [22] Guo Y H, Zhang Z Q. Pesticide pollution during fruit pests and diseases controlling and countermeasure. *Hebei Fruits*, 2010, (1): 33-35.
- [23] Wang X Y, Yang Z Q, Liu G J, Liu E S. Relationships between the emergence and oviposition of ectoparasitoid *Spathius agrili* Yang and its host emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(4): 1103-1109.
- [24] Yao Y X, Yang Z Q, Zhao C Y. Investigation on egg parasitoids of *Dendrolimus superans* in Xiaoxing'anling Mountains. *Chinese Journal of Biological Control*, 2005, 21(2): 88-90.
- [25] Liu Y, Zhang X D. Preliminary study on natural enemies against *Dendrolimus superans* in Daxing'anling Mountains. *Natural Enemies of Insects*, 1993, 15(2): 88-90.
- [26] Liu H P, Bauer L S, Gao R T, Zhao T H, Petrice T R, Haack R A. Exploratory survey for the Emerald Ash Borer, *Agrilus Planipennis*

(Coleoptera: Buprestidae), and its natural enemies in China. The Great Lakes Entomologist, 2003, 36(3/4): 191-204.

- [27] Zhang S M, Zhao Y X. The Geographical Distribution of Agricultural and Forest Insect in China. Beijing: China Agriculture Press, 1996.

#### 参考文献:

- [1] 雷喜红,高灵旺,李定旭,沈佐锐.桃小食心虫生物学及生态学研究回顾与展望.中国农业科技导报,2010,12(4):39-43.
- [2] 王建,窦长保,刘天忠,梁顺斌.桃小食心虫在枣树上的为害及综合防治研究初报.甘肃科技,2008,24(10):167-169,164-164.
- [3] 韩青梅,花蕾.6种寄主桃蛀果蛾遗传变异的RAPD分析.西北农林科技大学学报:自然科学版,2001,29(3):91-84.
- [5] 宋宪军,许春玲,林爱红,董晓莉,刘国亮.枣桃小食心虫的发生与防治.果农之友,2008,(9):35-35.
- [6] 陈贻金.枣树病虫及其防治.北京:中国科学技术出版社,1993:56-141.
- [7] 李连昌,李利贞,范永亮,师光禄.中国枣树害虫.北京:农业出版社,1992:114-126.
- [8] 章宗江.桃小食心虫甲腹茧蜂.植物保护,1984,10(1):41.
- [9] 章宗江.果树害虫天敌.济南:山东科学技术出版社,1981:166-167.
- [10] 张红英.中国甲腹茧蜂属分类研究[D].杭州:浙江大学农业与技术学院,2008:149-149.
- [11] 章宗江.果树害虫的生物防治:应用桃小甲腹茧蜂防治桃小食心虫.落叶果树,1990,(4):23-25,21-21.
- [12] 曹克诚.桃蛀果蛾的两种寄生蜂.植物保护,1982,8(4):19-20.
- [13] 候绍金.桃小食心虫低缝姬蜂生活习性的观察.落叶果树,1987,(2):30-30.
- [14] 章宗江.果树害虫的生物防治:应用斯氏线虫防治桃小食心虫.落叶果树,1990,(1):37-40.
- [15] 花蕾,沈宝成,高峰.陕北红枣桃小食心虫发生规律的研究.陕西农业科学,1991,(5):26-28.
- [16] 杨平,刘杰,刘南欣,韩日畴,张忆青,尹纯寿.应用斯氏线虫大面积防治桃小食心虫.昆虫天敌,2000,22(2):79-82.
- [17] 刘杰,刘南欣,谢汝创,张忆青,尹纯寿.大面积应用斯氏线虫防治桃小食心虫的研究.植物保护学报,1994,21(3):221-224.
- [18] 李素春,刘加博,贺德菊.泰山1号线虫防治桃小食心虫的研究.植物保护学报,1990,17(3):237-240.
- [19] 许向利,花保祯.桃蛀果蛾 *Carposina sasakii* 及其寄生蜂滞育后发育研究.环境昆虫学报,2009,31(4):327-331.
- [20] 潘维军,杜龙飞,王德国.上海地区经济林病虫害防治的思考.绿色科技,2010,(9):85-86.
- [21] 李会珍,朱跃冬.果树病虫害防治技术中的绿色技术与传统方法分析.北京农业,2011,(3):6-77.
- [22] 郭延虎,张志强.果树病虫害防治中的农药污染及对策.河北果树,2010,(1):33-35.
- [23] 王小艺,杨忠岐,刘桂军,刘恩山.白蜡吉丁柄腹茧蜂的羽化和产卵与寄主之间的关系.生态学报,2006,26(4):1103-1109.
- [24] 姚艳霞,杨忠岐,赵存玉.小兴安岭落叶松毛虫卵寄生蜂的调查.中国生物防治,2005,21(2):88-90.
- [25] 刘岩,张旭东.大兴安岭林区落叶松毛虫天敌初报.昆虫天敌,1993,15(2):88-90.
- [27] 章士美,赵泳祥.中国农林昆虫地理分布.北京:中国农业出版社,1996.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32 ,No. 12 June ,2012( Semimonthly )

## CONTENTS

Temporal and spatial dynamic changes and landscape pattern response of Hemeroby in Dayang estuary of Liaoning Province, China .....	SUN Yongguang, ZHAO Dongzhi, WU Tao, et al (3645)
Distribution characteristics of plant communities and soil organic matter and main nutrients in the Poyang Lake Nanji Wetland .....	ZHANG Quanjun, YU Xiubo, QIAN Jianxin, et al (3656)
Evaluation and construction of wetland ecological network in Qingdao City .....	FU Qiang, SONG Jun, MAO Feng, et al (3670)
Driving forces analysis for ecosystem health status of littoral zone with dikes: a case study of Lake Taihu .....	YE Chun, LI Chunhua, WANG Qiuguang, et al (3681)
The concentrations distribution and composition of nitrogen and phosphor in stormwater runoff from green roofs .....	WANG Shumin, HE Qiang, ZHANG Junhua, et al (3691)
Effects of slope gradient on the community structures and diversities of soil fauna .....	HE Xianjin, WU Pengfei, CUI Liwei, et al (3701)
Investigation of populations of parasitic wasps parasitizing <i>Carposina sasakii</i> Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae) in jujube orchards in China, with respect to the wasp-host relationship .....	YAO Yanxia, ZHAO Wenxia, CHANG Jupu, et al (3714)
Assessment of ardeidae waterfowl habitat suitability based on a binary logistic regression model .....	ZOU Lili, CHEN Xiaoxiang, HE Ying, et al (3722)
Combined effects of temperature, salinity and pH on the clearance rate of juveniles of <i>Pinctada martensii</i> (Dunker) .....	ZHU Xiaowen, WANG Hui, LIU Jin, et al (3729)
Soil nutrient dynamics and loss risks in a chicken-forage mulberry-medicinal plant intercropping system .....	ZHAO Liping, YANG Guiming, ZHAO Tongke, et al (3737)
Soil particle size distribution and its relationship with soil organic carbons under different land uses in the middle of Heihe river .....	ZHANG Junhua, LI Guodong, NAN Zhongren (3745)
Effects of DEM resolution and watershed subdivision on hydrological simulation in the Xingzi watershed .....	QIU Linjing, ZHENG Fenli, YIN Runsheng (3754)
Impacts of grid sizes on urban heat island pattern analysis .....	GUO Guanhua, CHEN Yingbiao, WEI Jianbing, et al (3764)
Landscape connectivity analysis for the forest landscape restoration; a case study of Gongyi City .....	CHEN Jie, LIANG Guofu, DING Shengyan (3773)
Carbon footprint analysis on urban energy use: a case study of Xiamen, China .....	LIN Jianyi, MENG Fanxin, CUI Shenghui, et al (3782)
The ecological footprint of alpine pastures at the village-level; a case study of Hezuo in Gannan Autonomous Prefecture, China .....	WANG Lucang, GAO Jing (3795)
The ecosystem health assessment of the littoral zone of Lake Taihu .....	LI Chunhua, YE Chun, ZHAO Xiaofeng, et al (3806)
The biomass of <i>Bashania fargesii</i> in giant pandas habitat in Qinling Mountains .....	DANG Kunliang, CHEN Junxian, SUN Feixiang, et al (3816)
Effects of salinity on seed germination and seedling growth in halophyte <i>Limonium aureum</i> (L.) Hill .....	YOU Jia, WANG Wenrui, LU Jin, et al (3825)
Liana-host tree associations in the tropical montane primary forest and post-harvest forest of Bawangling, Hainan Island, China .....	LIU Jinxian, TAO Jianping, HE Zeet al (3834)
The response of photosynthetic characters and biomass allocation of <i>P. bournei</i> young trees to different light regimes .....	WANG Zhenxing, ZHU Jinmao, WANG Jian, et al (3841)
Genetic variation among populations of the endangered <i>Sinocalycanthus chinensis</i> based on morphological traits and ISSR profiles .....	JIN Zexin, GU Jingjing, LI Junmin (3849)
Growth response to climate in Chinese pine as a function of tree diameter .....	JIANG Qingbiao, ZHAO Xiupei, GAO Lushuang, et al (3859)
Age structure and spatial distribution of the rare and endangered plant <i>Alcimandra cathcartii</i> .....	YUAN Chunning, MENG Guangtao, FANG Xiangjing, et al (3866)
The water consumption and water use efficiency of the seedlings of <i>Eucalyptus grandis</i> and other five tree species in Sichuan Province .....	HU Hongling, ZHANG Jian, WAN Xueqin, et al (3873)
Effects of leaf litter of <i>Cinnamomum septentrionale</i> on growth and resistance physiology of <i>Brassica rapa</i> in the decomposition process of litter .....	HUANG Weiwei, HU Tingxing, ZHANG Niannian, et al (3883)
Water transport velocity and efficiency in <i>Quercus variabilis</i> detected with deuterium tracer and thermal dissipation technique .....	SUN Shoujia, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (3892)
The saxicolous moss's features of absorbing water and its structural adaptability in the heterogeneous environment with rock desertification .....	ZHANG Xianqiang, ZENG Jianjun, CHEN Jinwu, et al (3902)
Effects of organic materials containing copper on soil enzyme activity and microbial community .....	CHEN Lin, GU Jie, GAO Hua, et al (3912)
Comparison of floral morphology and pollination characteristics between the sexes in <i>Eurya obtusifolia</i> .....	WANG Qian, DENG Hongping, DING Bo, et al (3921)
Climatic suitability of potential spring maize cultivation distribution in China .....	HE Qijin, ZHOU Guangsheng (3931)
Effects of uniconazole dry seed dressing on nitrogen accumulation and translocation and kernel protein quality in wheat .....	FAN Gaoqiong, YANG Enmian, ZHENG Ting, et al (3940)
<b>Review and Monograph</b>	
International comparison and policy recommendation on the development model of industrial symbiosis in China .....	SHI Lei, LIU Guoguo, GUO Siping (3950)
<b>Scientific Note</b>	
The Change of landscape pattern in Zhenlai Xian, Jilin Province in recent ten years .....	ZHANG Guokun, LU Jinghua, SONG Kaishan, et al (3958)
Footprint analysis of turbulent flux over a poplar plantation in Northern China .....	JIN Ying, ZHANG Zhiqiang, FANG Xianrui, et al (3966)

# 《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

(SHENTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 12 期 (2012 年 6 月)

## ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 12 (June, 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  
主 管 中国科学技术协会  
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

Editor-in-chief FENG Zong-Wei  
Supervised by China Association for Science and Technology  
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 1000717, China

印 刷 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

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,  
Beijing 100083, China

订 购 国 外 发 行  
全国各 地邮局  
中国国际图书贸易总公司  
地址:北京 399 信箱  
邮政编码:100044

Distributed by Science Press  
Add: 16 Donghuangchenggen North  
Street, Beijing 1000717, China  
Tel: (010) 64034563  
E-mail: journal@cspg.net

广 告 经 营 许 可 证  
京海工商广字第 8013 号

Domestic All Local Post Offices in China  
Foreign China International Book Trading  
Corporation  
Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China

ISSN 1000-0933  
12>  
  
9 771000093125

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