

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	龚玉艳, 张才学, 孙省利, 等 (5972)
阿根廷滑柔鱼两个群体间耳石和角质颞的形态差异	方 舟, 陈新军, 陆化杰, 等 (5986)
黄河三角洲滨海草甸与土壤因子的关系	谭向峰, 杜 宁, 葛秀丽, 等 (5998)
盘锦湿地净初级生产力时空分布特征	王莉雯, 卫亚星 (6006)
菜豆根瘤菌对土壤钾的活化作用	张 亮, 黄建国, 韩玉竹, 等 (6016)
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	黄玉茜, 韩立思, 杨劲峰, 等 (6023)
遮荫对金莲花光合特性和叶片解剖特征的影响	吕晋慧, 王 玄, 冯雁梦, 等 (6033)
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	顾 韩, 牟长城, 张博文, 等 (6044)
古尔班通古特沙漠南部植物多样性及群落分类	张 荣, 刘 彤 (6056)
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	李 茜, 刘增文, 米彩红 (6067)
长期集约种植对雷竹林土壤氨氧化古菌群落的影响	秦 华, 刘卜榕, 徐秋芳, 等 (6076)
H ₂ O ₂ 参与 AM 真菌与烟草共生过程	刘洪庆, 车永梅, 赵方贵, 等 (6085)
北京山区防护林优势树种分布与环境的的关系	邵方丽, 余新晓, 郑江坤, 等 (6092)
旱直播条件下强弱化感潜力水稻根际微生物的群落结构	熊 君, 林辉锋, 李振方, 等 (6100)
不同森林类型根系分布与土壤性质的关系	黄 林, 王 峰, 周立江, 等 (6110)
臭氧胁迫下硅对大豆抗氧化系统、生物量及产量的影响	战丽杰, 郭立月, 宁堂原, 等 (6120)
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	王树芹, 赖 娟, 赵秀兰 (6128)
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	郑建初, 张岳芳, 陈留根, 等 (6138)
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	张俊丽, 高明博, 温晚霞, 等 (6147)
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	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)



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/stxb201108301267

田耀加, 梁广文, 曾玲, 曹流. 不同后作生境对玉米地天敌的冬季保育作用. 生态学报, 2012, 32(19): 6187-6194.

Tian Y J, Liang G W, Zeng L, Cao L. Chill conservation of natural enemies in maize field with different post-crop habitats. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(19): 6187-6194.

不同后作生境对玉米地天敌的冬季保育作用

田耀加^{1,2}, 梁广文¹, 曾玲^{1,*}, 曹流¹

(1. 华南农业大学昆虫生态室, 广州 510642; 2. 广州市农业科学研究院, 广州 510308)

摘要:不同的作物生境可为田间自然天敌提供不同的栖息场所及猎物或寄主,从而影响天敌自身种群的维持及繁衍。在秋收后的玉米地布局不同的作物生境(玉米秸秆生境、叶菜类生境、甘薯生境及杂草带生境),采用目测法和扫网法调查研究其天敌群落组成及时序动态,通过聚类分析探讨了不同作物生境对玉米地自然天敌冬季保育作用的差异性。结果表明,玉米秸秆生境天敌数量最大,共收集天敌 555 头,约为叶菜类(甘蓝、菜心、油菜)生境的 2 倍,为杂草带和甘薯生境的 4.5 倍;天敌种类以蜘蛛类群为主,其中甘蓝、甘薯和杂草带生境蜘蛛个体数量占天敌总量的 80% 以上,而玉米秸秆生境天敌优势种为稻红瓢虫,其种群发生量达 30 头/100 株以上。天敌物种数、多样性指数大小为玉米秸秆生境>叶菜类生境≥杂草带生境>甘薯生境,天敌群落优势度集中性指数与之相反。系统聚类可将 6 种不同作物生境聚为 3 类,玉米秸秆生境为一类,叶菜类生境为一类,杂草带和甘薯生境为一类。研究发现,玉米秸秆生境对玉米地天敌的冬季保育作用最佳。

关键词:玉米地;后作生境;天敌;群落结构;冬季保育

Chill conservation of natural enemies in maize field with different post-crop habitats

TIAN Yaojia^{1,2}, LIANG Guangwen¹, ZENG Ling^{1,*}, CAO Liu¹

1 Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

2 Guangzhou Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, 510308

Abstract: Different plant habitats provide different shelters and prey or host for natural enemies, thereby influencing the maintenance and propagation of the population of enemies. Therefore, which kind of crops to plant in the field is vital to the conservation of natural enemies. Presently, there have been lots of studies concerning the effect of crop diversity on community structure and population dynamics of arthropods, but the chill conservation effect of post-crop habitats on the natural enemies has rarely been reported. Sweet corn, a neonatal variety, has been planted on a large scale in south China. To make full use of biological control on the insect pests of sweet corn, it's necessary to study the conservation effect of natural enemies in different post-crop habitats.

In this paper, investigation was conducted to study the community structure and the time dynamics of natural enemy in maize field with different plant habitats (corn-stalk, leafy vegetable, sweet potato or weed) after autumn corn harvest by means of netting method and visual observation. The different chill conversation effects on natural enemies among different habitats were also discussed with cluster analysis. Results showed that the corn-stalk was listed as the habitat with the largest number of natural enemies, i. e. as many as 555, which was about twice of the leafy vegetable habitats (*Brassica oleracea*, *Brassica campestris* or *Lactuca sativa*), and 4.5 times of weed habitat or sweet potato habitat. Spiders, which took

基金项目:国家科技支撑计划(2008BADA5B01, 2008BADA5B04)

收稿日期:2011-08-30; 修订日期:2011-12-13

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zengling@scau.edu.cn

up eighty percent of the total natural enemies in *B. oleracea*, sweet potato or weed habitat, were the main group of natural enemies. Nevertheless, the dominant species of natural enemies in corn stalks habitat was *Micraspis discolor* (Fabricius), with more than 30 individuals per hundred plants. The magnitude of number of natural enemy species or diversity index was as “corn stalks habitat>leafy vegetables habitats $\geq$ weed habitat> sweet potato habitat”, while dominant concentration index of natural enemy community was to the contrary.

Results also indicated that all the six plant habitats could be classified into 3 groups, i. e. the corn stalk habitat group, the leafy vegetable habitat group and the weed and sweet potato habitat group. Both the total number and the species of natural enemies were the most plentiful in the corn stalk habitat. In the leafy vegetable habitat, dynamics of the characteristic of community structure of natural enemies was steady, with a great number of enemy individuals but less species. On the contrary, neither enemy individuals nor species number was abundant in the weed and sweet potato habitat.

In conclusion, the corn stalk habitat had the best chill conservation effect on natural enemies in maize field. In south China, the leafy vegetables are often planted after autumn corn harvest. Researches suggested that during the period of vegetable production at winter, the corn stalk should be reserved between crop rows in order to protect the natural enemies to the most.

Key Words: maize field; post-crop habitat; natural enemies; community structure; chill conservation

生态调控是现代农业害虫综合治理的主要措施之一,其中天敌的生物防治是控制害虫的核心手段。随着食品安全意识的日益突出,生物防治在农产品的安全生产过程具有重要的意义,并越来越引起植保工作者的关注和国家的支持。2009年3月,以区域农业生态系统为研究对象的国家科技支撑计划项目“区域农业生态系统害虫生物防治关键技术与示范”于广州召开启动,并在我国华南、华北和华东地区分别建立典型农业生态系统害虫生物防治模式示范基地。

天敌的保护利用是害虫生物防治的重要途径,自然环境中可用于生物防治的天敌包括捕食性天敌(蜘蛛、瓢虫、草蛉、捕食性螨类等)^[1-3]、寄生蜂^[4]、线虫^[5]、病原真菌^[6]、微孢子虫^[7]等。人为的创造适于天敌生存、繁衍的良好生态环境,有利于充分发挥天敌在自然界控制有害生物的作用^[8]。天敌保护的措施有:增加作物多样性,保证天敌安全越冬,补充寄主使天敌及时寄生繁衍^[9]。如植物多样性增大可为天敌提供更多的庇护场所和其他资源,使天敌种类和数量更加丰富^[10-11],包括作物的间套作或非作物生境的种植等^[12-17]。张文庆等^[18-19]认为,短期农作物生境中,周期性的种植和收割使节肢动物群落亦周期性地呈现群落重建、群落发展和群落瓦解3个阶段。非作物生境内的节肢动物群落为作物生境内节肢动物群落的种库,其中天敌亚群落的重建与其种库、群落本身和作物生态系统之间的相互作用关系是群落水平上保护利用天敌的理论基础之一,可指导自然天敌的保护和持续利用,促进短期农作物生境中的害虫生物防治。而自然条件天敌受多种因素的影响,其中前后造作物是其作用因子之一^[20]。因此,作物或非作物的选择和种植布局对天敌尤其是越冬天敌的保育具有关键的作用。

玉米在我国南北方均有广泛的种植,一般秋玉米收获后转入其他作物的冬季种植,那么选择何种作物较有利于玉米地天敌的生存和繁衍是玉米地本底天敌保护利用的主要工作之一。本文通过在秋收后的玉米地上布局不同作物,系统调查了不同作物生境及周边杂草带的天敌数量及群落结构,以便了解不同作物生境对玉米地天敌的保育情况,为冬种作物和下季玉米种植害虫的生物防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 作物及非作物生境

绿叶蔬菜生境:甘蓝(*Brassica oleracea* var. *capitata* (L.))生境,菜心(*Brassica campestris* L.)生境,油麦菜(*Lactuca sativa* L.)生境;甘薯(*Ipomoea batatas*)生境,增城本地种;玉米(*Zea mays*)秸秆生境,粤甜9号;玉米地周边杂草带生境,为蟛蜞菊(*Wedelia chinensis* (Osborne) Merr.)条带。

1.2 试验地概括

试验地位于华南农业大学增城宁西教学基地,3 块,以水泥田埂相连,面积共约 0.67 hm²,为秋玉米收获后的作物田;北临蟋蟀菊杂草带(杂草带生境),面积约 2 m×120 m,东临一水稻田。实验地作物布局为:其中 1 块实验地保留玉米秸秆作为玉米秸秆生境,大小约为 0.22 hm²,伴生有少量杂草,主要有稗草(*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.)、马唐(*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop)、牛筋草(*Eleusine indica* (L.))、马齿苋(*Portulaca oleracea* L.)等;另 2 块实验地分别种植甘蓝、菜心、油麦菜和甘薯,面积分别约为 0.11 hm²。

1.3 试验方法

试验调查了秋玉米收获后田间不同后作作物生境及周边杂草带生境天敌种类及个体数量,各作物生境处理分别为甘蓝生境(Tr1)、菜心生境(Tr2)、油麦菜生境(Tr3)、甘薯生境(Tr4)、杂草带生境(Tr5)和玉米秸秆生境(Tr6),于 2010 年 12 月至 2011 年 2 月进行 8 次取样调查。调查方法为目测法和扫网法。目测法采用 5 点取样,每点调查 1 m² 内植株及地表天敌数量及种类;扫网法每作物生境及杂草带分别取样 10 点,每点来回扫网 10 次,将所得天敌置于 75% 酒精中带回实验室鉴定统计。

1.4 数据分析及统计

1.4.1 群落结构特征估算

各作物生境天敌群落结构特征采用以下参数进行描述^[21-23]:

1) 物种丰富度 即一个群落所含的物种数,用 S 表示。

2) 种群优势度 即某物种在群落中所占优势的程度,以 Berger-Parker 生态优势度指数 D 表示。

$$D = n_i / N$$

式中, n_i 为抽样中第 i 个物种个体的数量, N 为群落中所有物种的总个体数。

3) 多样性指数 用于衡量群落的稳定性,采用 Shannon-Wiener 多样性指数分析方法,用 H' 表示。

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i \quad (i=1, 2, 3, \dots, s)$$

式中, $p_i = n_i / N$ 。

4) 优势集中性指数 采用 Simpson 优势集中性指数分析,用 C 表示。

1.4.2 聚类分析

将同一调查时间不同作物生境的天敌群落结构特征进行系统聚类分析,用以评价不同作物生境对田间天敌保育作用的差异性。以天敌个体数 N 、物种数 S 、多样性指数 H' 和优势集中性指数 C 为指标,先将数据进行标准化转换,以使样本数据具有相对稳定性。采用欧氏距离、离差平方和法计算各生境间的距离,即可选定阈值对各生境进行聚类。

1.4.3 数据统计

数据采用 Excel 平台整理,利用 DPS 软件进行系统聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同作物生境天敌发生动态

图 1 为不同作物生境天敌个体数量及其发生动态。由图 1 可以看出,玉米秸秆生境田间天敌数量最多,共调查收集得天敌数量在 555 头;其次为叶菜类(甘蓝、菜心和油麦菜)生境,天敌数量为 238—315 头;甘薯和杂草带生境最少,两者天敌数量均少于 160 头。从天敌发生动态看,玉米秸秆生境天敌呈量呈逐渐上升趋势,其他作物生境在整个调查期天敌发生量较为平稳,2 月 18

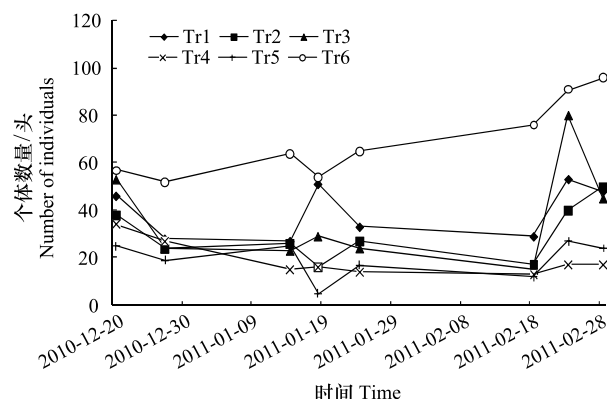


图 1 不同作物生境天敌个体数量发生动态

Fig. 1 Dynamic of natural enemies in different plant habitats

日以后,随着气温的上升,其中叶菜类生境天敌发生量具有上升的趋势。

2.2 不同作物生境天敌结构组成及优势种

秋收后玉米地及周边杂草带天敌类群以蜘蛛目天敌最多,其次为鞘翅目和膜翅目,半翅目、双翅目和革翅目数量较少。其中蜘蛛目包括狼蛛科 (Lycosidae) 的拟环纹狼蛛 (*Lycosa pseudoannulata* (Boesenberg et Strand))、星豹蛛 (*Pardosa astrigera* L. Koch), 微蛛科 (Micryphantidae) 的草间小黑蛛 (*Erigonidium graminicolum* (Sundevall)), 园蛛科 (Araneidae) 的叶斑谊蛛 (*Yaginumia sia* (Strand)), 猫蛛科 (Oxyopidae) 的斜纹猫蛛 (*Oxyopes sertatus* L. Koch) 及蟹蛛科 (Thomisidae) 的角红蟹蛛 (*Thomisus labefatus* Karsch) 等;鞘翅目天敌主要为瓢甲科 (Coccinellidae) 的稻红瓢虫 (*Micraspis discolor* (Fabricius))、龟纹瓢虫 (*Propylaea japonica* (Thunberg))、六斑月瓢虫 (*Monochilus sexmaculata* (Fabricius)), 隐翅甲科 (Staphylinidae) 的青翅蚁形隐翅虫 (*Paederus fuscipes* Curtis);膜翅目以蚜茧蜂科 (Aphidiidae) 为主;半翅目天敌有盲蝽科 (Miridae) 和猎蝽科 (Reduviidae) 天敌;而双翅目和革翅目天敌主要为食蚜蝇科 (Syrphidae) 和蠅虻科 (Labiduridae) 类群。

天敌群落结构组成在不同作物生境之间存在一定的差异性,如图 2 所示,甘蓝、甘薯和杂草带生境田间天敌以蜘蛛目为主,所占比例达 80% 以上;菜心和油麦菜生境蜘蛛目天敌个体数量分别占总量 55% 和 57%,其次为膜翅目天敌,分别占 30% 和 33%;而玉米秸秆生境天敌组成以鞘翅目居多,其次为蜘蛛目,两者在天敌总量中所占比例分别为 47% 和 39%。

不同作物生境滋生了不同的天敌优势种,同一生境不同时间段天敌优势种也有所变化,见表 1。2011 年 1 月 18 日之前叶菜类生境和甘薯生境均以拟环纹狼蛛为优势种,优势度为 0.20—0.55,1 月 18 日之后甘蓝生境以草间小黑蛛为优势种,甘薯生境由于低温甘薯长势较弱,覆盖率较低,仍以游猎型的拟环纹狼蛛或星豹蛛为主要的优势种;2 月 18 日以后随着温度回升,有利于膜翅目天敌活动,油麦菜和菜心生境以蚜茧蜂 *Aphidius* sp. 为优势种。调查发现,玉米秸秆生境有较大量的瓢虫类(稻红瓢虫、龟纹瓢虫和六斑月瓢虫)天敌栖息在玉米秸秆茎秆节间越冬,天敌优势种为稻红瓢虫,不同时间段优势度为 0.15—0.53 不等,平均虫量可达 30 头/100 株以上。杂草带生境天敌种类与其他作物生境有所不同,主要有一些小型的蜘蛛、少量的寄生蜂和瓢虫活动,优势种包括有斜纹猫蛛、叶斑谊蛛、草间小黑蛛及角红蟹蛛。

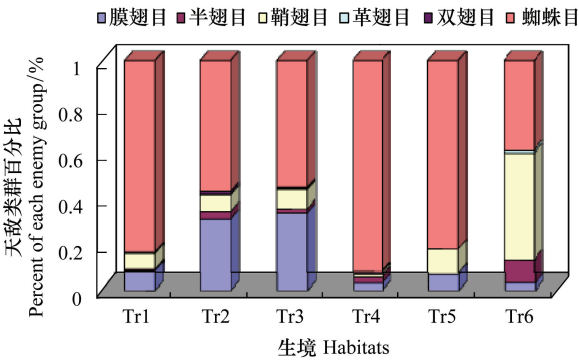


图 2 不同作物生境天敌群落结构组成
Fig. 2 Structural composition of natural enemy community of different plant habitats

表 1 不同作物生境天敌优势种及其优势度

日期 Date	Tr1		Tr2		Tr3	
	优势种	优势度	优势种	优势度	优势种	优势度
	Dominant species	Dominance	Dominant species	Dominance	Dominant species	Dominance
2010-12-20	拟环纹狼蛛	0.2391	星豹蛛	0.2895	拟环纹狼蛛	0.2264
2010-12-27	拟环纹狼蛛	0.3214	拟环纹狼蛛	0.2083	拟环纹狼蛛	0.4167
2011-01-14	拟环纹狼蛛	0.3333	拟环纹狼蛛	0.2308	拟环纹狼蛛	0.3478
2011-01-18	草间小黑蛛	0.2745	拟环纹狼蛛	0.2500	拟环纹狼蛛	0.2414
	拟环纹狼蛛	0.2549	草间小黑蛛	0.2500		
2011-01-24	草间小黑蛛	0.3939	草间小黑蛛	0.4444	草间小黑蛛	0.3333
2011-02-18	草间小黑蛛	0.3103	草间小黑蛛	0.3529	星豹蛛	0.3333
2011-02-24	草间小黑蛛	0.1698	蚜茧蜂	0.4500	蚜茧蜂	0.5875
2011-02-28	草间小黑蛛	0.3750	蚜茧蜂	0.5800	蚜茧蜂	0.4000

续表

日期 Date	Tr4		Tr5		Tr6	
	优势种 Dominant species	优势度 Dominance	优势种 Dominant species	优势度 Dominance	优势种 Dominant species	优势度 Dominance
2010-12-20	拟环纹狼蛛	0.2647	斜纹猫蛛	0.2000	稻红瓢虫	0.1579
2010-12-27	拟环纹狼蛛	0.5556	叶斑园蛛	0.2105	稻红瓢虫	0.2115
2011-01-14	拟环纹狼蛛	0.4000	叶斑园蛛	0.2000	稻红瓢虫	0.1875
2011-01-18	拟环纹狼蛛	0.5000	—	—	稻红瓢虫	0.1852
2011-01-24	草间小黑蛛	0.3571	草间小黑蛛	0.3529	稻红瓢虫	0.4308
	星豹蛛	0.3571				
2011-02-18	拟环纹狼蛛	0.4615	叶斑园蛛	0.4167	稻红瓢虫	0.3553
2011-02-24	星豹蛛	0.4118	叶斑园蛛	0.4444	稻红瓢虫	0.2527
2011-02-28	星豹蛛	0.5294	斜纹猫蛛	0.1667	稻红瓢虫	0.5313
			角红蟹蛛	0.1667		

2.3 不同作物生境天敌结构特征时序动态

天敌群落结构特征及其时序动态如图3—图5所示。天敌物种数以玉米秸秆生境最多,明显高于其他作物生境,2011年1月14日天敌物种数达26种,平均达20种;叶菜类生境中甘蓝和油麦菜生境天敌物种数较为接近,且时序动态变化相似,菜心生境天敌物种数呈先下降再回升的趋势;杂草带生境天敌物种数在时间动态上以2011年1月18日最低,天敌种类仅为4种,平均为10种;甘薯生境天敌物种数最少,整个调查期平均物种数为5种(图3)。

各生境天敌群落多样性指数变化趋势与物种数类似,见图4。以玉米秸秆生境天敌群落多样性指数最高,在时间动态上平均多样性指数为2.4以上;其次为叶菜类和杂草带生境,其中杂草带生境天敌群落多样性指数于2011年1月18日处于各生境中最低,为1.33,2011年2月28日处于各生境中最高,为2.34;甘薯生境平均多样性指数最低,约为1.30。

天敌群落优势集中性指数如图5所示,各生境时间动态上均具有较大的波动,但变化趋势整体上与多样性指数相反。以玉米秸秆生境群落优势集中性指数最低,甘薯生境最高。

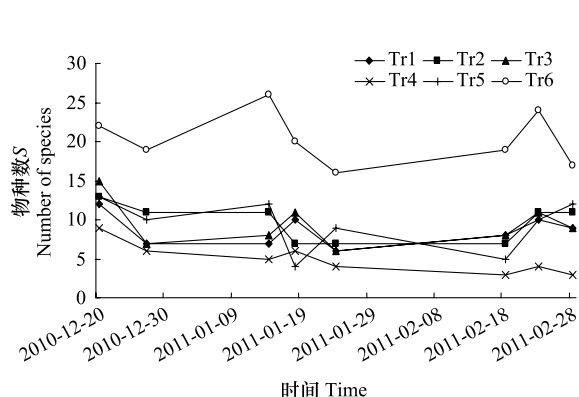


图3 不同作物生境天敌物种数

Fig.3 Number of natural enemy species in different plant habitats

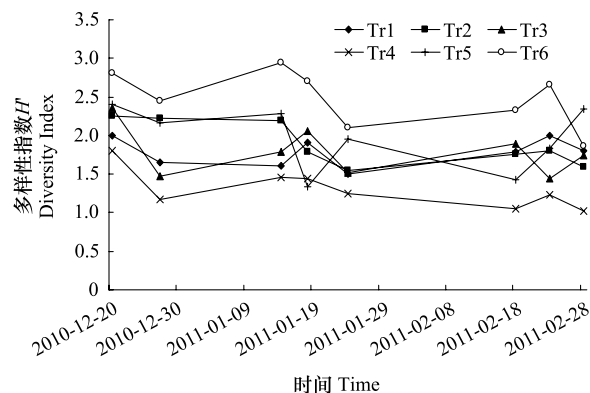


图4 不同作物生境天敌群落多样性指数

Fig.4 Diversity index of natural enemy community in different plant habitats

2.4 不同作物生境天敌群落的聚类分析

以天敌群落结构特征为指标,将不同作物生境进行系统聚类,结果得图6。在聚类分析中,选择不同的置信水平可得到不同的聚类结果,结合田间调查结果,整体上可将6个不同作物生境聚为3类。玉米秸秆生境为一类,该生境天敌数量、天敌种类都比较丰富,如图中所示,除2011年1月24日(图6)以外,其他7次调查

结果玉米秸秆生境均可单独归为一类;叶菜类甘蓝生境、菜心生境和油麦菜生境归为一类,此类生境天敌数量较多,物种丰富度较弱,群落结构特征在时间动态上较为稳定,如2010年12月20日、2011年1月18日、1月24日、2月18日、2月28日3种叶菜类生境可聚为一类,且每次调查均至少有两种叶菜类生境聚在一起;第三类为杂草带生境和甘薯生境,该类天敌数量和物种丰富度都相对小,其中杂草带生境天敌群落结构特征在时间动态上波动较大,使其有可能与玉米秸秆聚为一类,也可与叶菜类生境聚为一类,或与甘薯生境聚为一类(图6)。

3 结论与讨论

不同作物生境由于作物生境具有不同的天敌种类、数量及其群落多样性^[24-26]。通过人工调控,合理布局作物种类,构建较为理想的作物生境,可在一定程度增强对本底自然天敌的保护利用^[27]。本研究结果表明,对于秋收后的玉米地,种植不同的作物种类,天敌发生量及其群落结构明显不同。

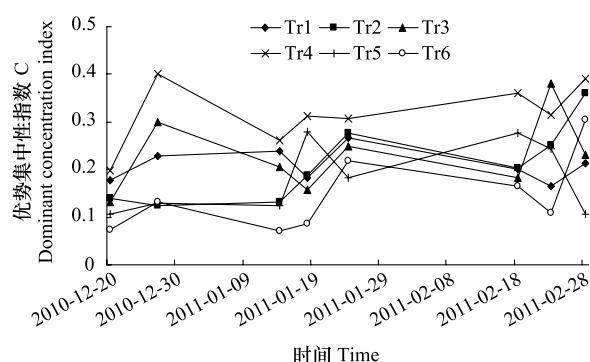


图5 不同作物生境天敌群落优势集中性

Fig. 5 Dominant concentration of natural enemy community in different plant habitats

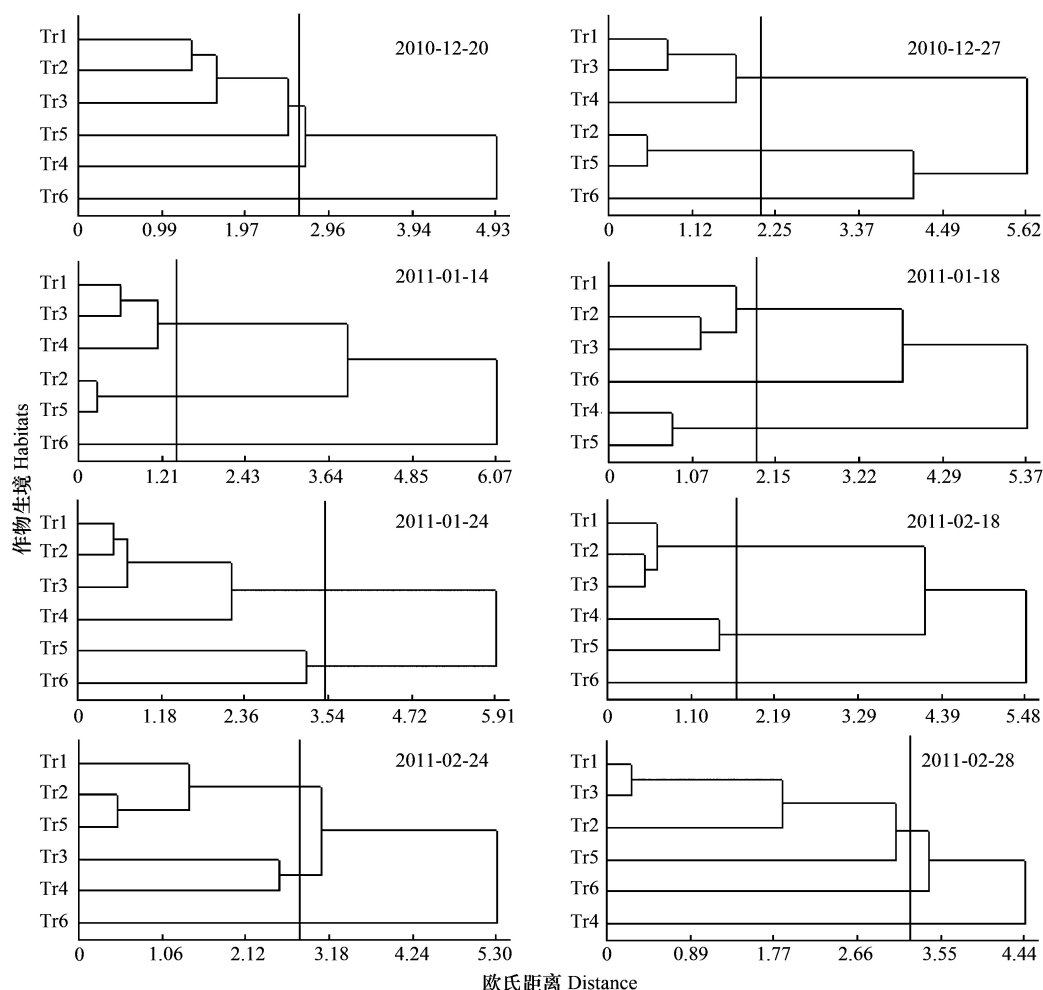


图6 不同作物生境系统聚类分析

Fig. 6 Hierarchical cluster analysis of different plant habitats

天敌个体数量和物种数以保留玉米秸秆生境最多,其次为叶菜类生境,杂草带生境和甘薯生境最少。玉米秸秆生境在天敌群落结构组成上以鞘翅目天敌最多,调查发现,玉米秸秆上聚集了大量的瓢虫越冬,稻红瓢虫为优势种;其他作物生境和杂草带生境以蜘蛛目天敌最多,其中叶菜类的菜心生境和油麦菜生境后期(2月18日以后)随着温度升高,蚜茧蜂上升为优势种,而杂草带生境虽以蜘蛛目天敌为优势类群,但优势种变化较大,蜘蛛目天敌亚群落多样性较强。各作物生境中天敌群落的多样性指数以玉米秸秆生境最高,甘薯生境最低,优势集中性指数与之相反。系统聚类分析结果可将6种作物生境划为3类,玉米秸秆生境单独为一类,甘蓝生境、菜心生境和油麦菜生境归为一类,杂草带生境和甘薯生境为一类。综上所述,保留玉米秸秆生境对玉米地天敌的冬季保育效果最佳,叶菜类的菜心和油麦菜生境次之。

在目前的农作模式上,土地的有效利用往往以短期的经济效益衡量,从而进行当季作物的大面积单作,由此会对本底自然天敌群落造成很大程度上的破坏。综合考虑经济效益和生态效益,对于秋收后的玉米地,可在种植叶菜类蔬菜的同时,多行间隔保留玉米秸秆,增强天敌群落的多样性和稳定性,为当季作物和下季玉米种植过程中害虫治理发挥更好的生物防治作用。

References:

- [1] Liu W X, Wang F H, Zhang F, Meng Z J, Wang F L. Evaluation on role of predators in *Helicoverpa armigera* control. Chinese Journal of Biological Control, 2000, 16(3): 97-101.
- [2] Feng H B, Xu J, Zhang Q W, Wang F, Song R. Functional predation response of three main species to cotton bollworm in Xinjiang cotton planting area. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(6): 1026-1028.
- [3] Qin Y J, Wu W J, Liang G W. Natural predators of *Thrips palmi* (Karny) and their role in natural control. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2004, 20(4): 250-264.
- [4] Purcell M F. Contribution of biological control to integrated pest management of tephritid fruit flies in the tropics and subtropics. Integrated Pest Management Reviews, 1998, 3(2): 63-83.
- [5] Zhao K J, Zhang L K, Song J, Zhang L H, Wang X Y, Wang Y. On the application of steinemematid nematodes against eight lepidopterous and coleopterous insect pests. Journal of Plant Protection, 1996, 23(1): 20-24.
- [6] Amora S S A, Bevilacqua C M L, Feijó F M C, Silva M A, Pereira R H M A, Silva S C, Alves N D, Freire F A M, Oliveira D M. Evaluation of the fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes), a potential biological control agent of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera, Psychodidae). Biological Control, 2009, 50(3): 329-335.
- [7] Zhang L, Yan Y H. New strategies and technical systems for sustainable management of locust and grasshopper mainly based on biocontrol. Journal of China Agricultural University, 2008, 13(3): 1-6.
- [8] Ye Z C, Wang R. Progress in the biological control of agricultural insect pests in China. Entomological Knowledge, 1992, 29(3): 179-182.
- [9] Chen B X, Liang G W. Ecological management technology of pest insect population on organic agricultural production. Guangdong Agricultural Sciences, 2006, (12): 49-51.
- [10] Root R B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (Brassica: Oleraceae). Ecological Monographs, 1973, 43(1): 95-124.
- [11] Hooks C R R, Johnson M W. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. Crop Protection, 2003, 22(2): 223-238.
- [12] Chen M, Li G Q, Luo J C. The structure and dynamics of natural enemy community and controlling effect against *Aphis gossypii* in cotton-alfalfa intercrop fields. Journal of Plant Protection, 2007, 34(6): 632-636.
- [13] Jones G A, Gillett J L. Intercropping with sunflowers to attract beneficial insects in organic agriculture. Florida Entomologist, 2005, 88(1): 91-96.
- [14] Lin R, Liang H, Zhang R, Tian C, Ma Y. Impact of alfalfa/cotton intercropping and management on some aphid predators in China. Journal of Applied Entomology, 2003, 127(1): 33-36.
- [15] Khan Z R, Ampom-Nyarko K, Chiliswa P, Hassanali A, Kimani S, Lwande W, Overholt W A, Pickett J A, Smart L E, Woodcock C M. Intercropping increases parasitism of pests. Nature, 1997, 388(6643): 631-632.
- [16] Pluess T, Opatovsky I, Gzish-Regev E, Lubin Y, Schmidt-Entling M H. Non-crop habitats in the landscape enhance spider diversity in wheat fields of a desert agroecosystem. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2010, 137(1/2): 68-74.

- [17] Ma K Z, Hao S G, Zhao H Y, Kang L. Strip cropping wheat and alfalfa to improve the biological control of the wheat aphid *Macrosiphum avenae* by the mite *Allothrombium ovatum*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2007, 119(1/2): 49-52.
- [18] Zhang W Q, Gu D X, Zhang G R. The reestablishment of the arthropod community in short-term crop fields: I. Concept and characteristics of the community reestablishment. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(6): 1107-1112.
- [19] Zhang W Q, Zhang G R, Gu D X. The reestablishment of the arthropod community in short-term crop fields: III. Community reestablishment and conservation and utilization of natural enemies. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(11): 1927-1931.
- [20] Lou Y G, Cheng J A, Pang B P, Du M H. Discussion approaches to augment the effectiveness of natural enemies in rice ecosystem. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 1999, 11(6): 333-338.
- [21] Liu Y F, Gu D X, Zhang G R. Studies on the diversity of spiders community in paddy ecosystems in Guangdong. *Acta Arachnologica Sinica*, 2003, 12(1): 27-31.
- [22] Song B Z, Wang M C, Kong Y, Yao Y C, Wu H Y, Hu J H, Qi L P, Bi N N. The structure characteristics of arthropod community in plots of pear orchard intercropped with different aromatic plants. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(4): 769-779.
- [23] Liu C Z, Wang G, Yan L. Effects of imidacloprid on arthropod community structure and its dynamics in alfalfa field. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(10): 2379-2383.
- [24] Qureshi S A, Midmore D J, Syeda S S, Reid D J. A comparison of alternative plant mixes for conservation bio-control by native beneficial arthropods in vegetable cropping systems in Queensland Australia. *Bulletin of Entomological Research*, 2010, 100(1): 67-73.
- [25] Guo J Y, Wang F H, Hu Y H, Yan Y. Effects of crop arrangement patterns on arthropod community structure in transgenic bollworm-resistant cotton fields. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(9): 2061-2068.
- [26] Zhou D R, Song Y Y, He K L, Wang Z Y, Zheng L, Zhang G Y. Study on the preference habitat of *trichogramma ostrinae*: I. Natural population distribution and dynamics of the parasitoid in different habitats. *Chinese Journal of Biological Control*, 1997, 13(1): 1-5.
- [27] Landis D A, Wratten S D, Gurr G M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 2000, 45(1): 175-201.

参考文献:

- [1] 刘万学, 万方浩, 张帆, 孟昭军, 王福莲. 棉铃虫捕食性天敌控制作用评价. *中国生物防治*, 2000, 16(3): 97-101.
- [2] 封红兵, 徐静, 张青文, 汪飞, 宋荣. 新疆棉区主要捕食性天敌对棉铃虫捕食功能反应的研究. *应用生态学报*, 2003, 14(6): 1026-1028.
- [3] 秦玉洁, 吴伟坚, 梁广文. 节瓜蓟马的主要捕食性天敌及自然控制作用. *植物保护科学*, 2004, 20(4): 250-264.
- [5] 赵奎军, 张丽坤, 宋捷, 张履鸿, 李国勋, 王晓云, 王义. 应用斯氏线虫防治 8 种鳞翅目、鞘翅目昆虫的研究. *植物保护学报*, 1996, 23(1): 20-24.
- [7] 张龙, 严毓骅. 以生物防治为主的蝗灾可持续治理新对策及其配套技术体系. *中国农业大学学报*, 2008, 13(3): 1-6.
- [8] 叶正楚, 王韧. 中国农业害虫生物防治概况与进展. *昆虫知识*, 1992, 29(3): 179-182.
- [9] 陈炳旭, 梁广文. 有机农业生产中的害虫种群生态控制技术. *广东农业科学*, 2006, (12): 49-51.
- [12] 陈明, 李国强, 罗进仓. 棉苜间作棉田天敌群落结构与动态及其对棉蚜的控制效应. *植物保护学报*, 2007, 34(6): 632-636.
- [18] 张文庆, 古德祥, 张古忍. 论短期农作物生境中节肢动物群落的重建 I: 群落重建的概念及特性. *生态学报*, 2000, 20(6): 1107-1112.
- [19] 张文庆, 张古忍, 古德祥. 论短期农作物生境中节肢动物群落的重建 III: 群落重建与天敌保护利用. *生态学报*, 2001, 21(11): 1927-1931.
- [20] 娄永根, 程家安, 庞保平, 杜孟浩. 增强稻田天敌作用的途径探讨. *浙江农业学报*, 1999, 11(6): 333-338.
- [21] 刘雨芳, 古德祥, 张古忍. 广东省稻田生态系统中蜘蛛群落多样性研究. *蛛形学报*, 2003, 12(1): 27-31.
- [22] 宋备舟, 王美超, 孔云, 姚允聪, 吴红英, 胡竞辉, 亓丽萍, 毕宁宁. 梨园芳香植物间作区节肢动物群落的结构特征. *中国农业科学*, 2010, 43(4): 769-779.
- [23] 刘长仲, 王刚, 严林. 蚜虱净对苜蓿田节肢动物群落结构及动态的影响. *应用生态学报*, 2007, 18(10): 2379-2383.
- [25] 郭建英, 万方浩, 胡雅辉, 严盈. 不同作物布局方式对转基因抗虫棉田节肢动物群落结构的影响. *应用生态学报*, 2007, 18(9): 2061-2068.
- [26] 周大荣, 宋彦英, 何康来, 王振营, 郑礼, 张广义. 玉米螟赤眼蜂适宜生境的研究和利用: I. 玉米螟赤眼蜂在不同生境中的分布与种群消长. *中国生物防治*, 1997, 13(1): 1-5.

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

CONTENTS

Assessment of monitoring methods for population abundance of Amur tiger in Northeast China	
..... ZHANG Changzhi, ZHANG Minghai, JIANG Guangshun (5943)	
Changes of residents nitrogen consumption and its environmental loading from food in Xiamen	
..... YU Yang, CUI Shenghui, ZHAO Shengnan, et al (5953)	
Analysis of the meiobenthic community in the Pearl River Estuary in summer	
..... 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	
..... GONG Yuyan, ZHANG Caixue, SUN Xingli, et al (5972)	
Morphological differences in statolith and beak between two spawning stocks for <i>Illex argentinus</i>	
..... FANG Zhou, CHEN Xinjun, LU Huajie, et al (5986)	
Relationships between coastal meadow distribution and soil characteristics in the Yellow River Delta	
..... TAN Xiangfeng, DU Ning, GE Xiuli, et al (5998)	
Variation analysis about net primary productivity of the wetland in Panjin region	
..... WANG Liwen, WEI Yaxing (6006)	
Mobilization of potassium from Soils by <i>rhizobium phaseoli</i>	
..... 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	
..... 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	
..... 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	
..... GU Han, MU Changcheng, ZHANG Bowen, et al (6044)	
Plant species diversity and community classification in the southern Gurbantunggut Desert	
..... 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	
..... 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	
..... QIN Hua, LIU Borong, XU Qiufang, et al (6076)	
Hydrogen peroxide participates symbiosis between AM fungi and tobacco plants	
..... 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	
..... 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	
..... XIONG Jun, LIN Huifeng, LI Zhenfang, et al (6100)	
Root distribution in the different forest types and their relationship to soil properties	
..... HUANG Lin, WANG Feng, ZHOU Lijiang, et al (6110)	
Effect of silicon application on antioxidant system, biomass and yield of soybean under ozone pollution	
..... 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	
..... WANG Shuqin, LAI Juan, ZHAO Xiulan (6128)	
Nitrous oxide emissions affected by tillage measures in winter wheat under a rice-wheat rotation system	
..... 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	
..... 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	
..... SUN Tesheng, LI Bo, ZHANG Xinshi (6155)	
The relationship between energy consumption and carbon emission with economic growth in Liaoning Province	
..... KANG Wenxing, YAO Lihui, HE Jienan, et al (6168)	
Spatial distribution characteristics of potential fire behavior in Fenglin Nature Reserve based on FARSITE Model	
..... WU Zhiwei, HE Hongshi, LIANG Yu, et al (6176)	
Chill conservation of natural enemies in maize field with different post-crop habitats	
..... TIAN Yaojia, LIANG Guangwen, ZENG Ling, et al (6187)	
Effect of population of <i>Kerria yunnanensis</i> on diversity of ground-dwelling ant	
..... LU Zhixing, CHEN Youqing, LI Qiao, et al (6195)	
Response of <i>Parnassius apollo</i> population and vertical distribution to climate warming	
..... YU Fei, WANG Han, WANG Shaokun, et al (6203)	
Review and Monograph	
Integrated assessment of marine aquaculture ecosystem health: framework and method	
..... PU Xinming, FU Mingzhu, WANG Zongling, et al (6210)	
Seagrass meadow ecosystem and its restoration: a review	
..... PAN Jinhua, JIANG Xin, SAI Shan, et al (6223)	
Nutri-toxicological effects of cyanobacteria on fish	
..... DONG Guifang, XIE Shouqi, ZHU Xiaoming, et al (6233)	
Effect of environmental stress on non-structural carbohydrates reserves and transfer in seagrasses	
..... JIANG Zhijian, HUANG Xiaoping, ZHANG Jingping (6242)	
Advances in ecological immunology	
..... 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	
..... SONG Min, PENG Wanxia, ZOU Dongsheng, et al (6259)	
Characteristics of seed rain of <i>Haloxylon ammodendron</i> in southeastern edge of Junggar Basin	
..... 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