

## 烟稻邻作对白背飞虱及天敌功能团的影响

吴琼梅<sup>1,2</sup>, 林胜<sup>1</sup>, 尤民生<sup>1</sup>, 郑云开<sup>1</sup>, 姚凤奎<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>福建农林大学应用生态研究所, 福州 350002;

<sup>2</sup>邵武市农业局植保站, 福建邵武 354000;)

**摘要:** 研究表明, 邻作烤烟对白背飞虱具有一定的调控作用, 在水稻抽穗期和灌浆期可将白背飞虱虫口数量控制在防治指标以下。邻作稻田天敌功能团对白背飞虱数量调控起了重要的作用, 特别是在水稻抽穗期和灌浆期。用 Shannon-Wiener 多样性指数(H')、Pielou 均匀性指数(E)和 Simpson 优势集中性指数( $\lambda$ )对单作稻田和邻作稻田的蜘蛛功能团结构特征进行比较, 与单作田相比, 邻作田蜘蛛功能团优势集中性低, 结构的多样性较高, 功能团中各物种相对多度分布更均匀; 邻作烤烟对稻田寄生性天敌功能团的结构特征影响甚微。

**关键词:** 水稻; 白背飞虱; 蜘蛛功能团; 寄生性天敌功能团

中图分类号: Q968

文献标志码: A

论文编号: 2010-2894

### Effects of Rice-Tobacco Intercropping on WBPH and the Guild of Natural Enemies in Rice Fields

Wu Qiongmei<sup>1,2</sup>, Lin Sheng<sup>1</sup>, You Minsheng<sup>1</sup>, Zheng Yunkai<sup>1</sup>, Yao Fengluan<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Institute of Applied Ecology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002;

<sup>2</sup>Shaowu agricultural bureau, Shaowu Fujian 354000;)

**Abstract:** The results generally demonstrated the dynamic of WBPH population in rice-tobacco intercropping treatments were lower than in rice monoculture systems, and the WBPH population was lower than control action threshold during heading and grain filling in rice in rice-tobacco intercropping systems. During the whole growing period of rice, Simpson index of spider guild was lower in rice-tobacco intercropping systems than in rice monoculture systems, while Shannon-Wiener index and Pielou index were higher. There was almost the same Simpson index, Shannon-Wiener index and Pielou index of parasitoid guild between the two systems. These findings suggested that tobacco habitats could potentially increase the efficiency of natural enemy and controlled WBPH population during heading and grain filling in rice.

**Key words:** rice; WBPH; spider guild; parasitoid guild

### 0 引言

白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath) 是影响早稻生产的主要害虫之一, 大多数产稻国家均出现因白背飞虱为害和传播病毒而引起水稻大面积倒伏和减产现象。在现代农田生态系统中, 单一作物的大面积种植, 降低了农田的物种和生境多样性, 人类生产活动的不断干扰, 如耕作制度、栽培措施、防治害虫等生产实践, 使农田生态系统内部的自我调节功能逐步降低或破坏<sup>[1]</sup>,

结果导致农田生态系统的不稳定和害虫的大爆发<sup>[2-5]</sup>。特别是过量使用化学农药削弱了自然控制, 造成生态系统的稳定性下降、平衡失调以及有害生物防治“3R”问题的加剧, 同时也污染了生态环境、影响农产品品质和威胁人类健康<sup>[6-7]</sup>。

随着农田生物多样性与害虫发生关系研究的深入, 探讨利用农田生物多样性来抑制害虫种群的发展以达到生态控制害虫的研究日益受到重视<sup>[8]</sup>。史树森

**基金项目:** 国家“973”计划课题四“农业生物多样性控制害虫的效应、原理和方法”(2006CB100204); “973”计划课题任务六“水稻-害虫-天敌食物网关系及害虫系统管理策略”(2006CB1020066)。

**第一作者简介:** 吴琼梅, 女, 1979年出生, 硕士, 助理农艺师。研究方向: 昆虫生态与害虫防治。通信地址: 354000 福建省邵武市五一九路332号邵武市农业局科教站, Tel: 0599-6331017, E-mail: qiongmeiwu@126.com。

**通讯作者:** 尤民生, 男, 1954年出生, 教授, 博士生导师。研究方向: 昆虫生态与害虫综合治理。E-mail: msyou@fjau.edu.cn。

**收稿日期:** 2010-10-11, **修回日期:** 2010-12-19。

等认为在农田生态系统中,可以通过调整作物构成和布局来调控农业昆虫种群结构和数量<sup>[9]</sup>。烤烟是中国南方重要的经济作物,具有广泛的种植面积。笔者通过研究稻田邻作烤烟对水稻白背飞虱及天敌功能团的影响,进一步了解非稻田生境影响稻田害虫及其天敌的生态学机制,确定非稻田生境对害虫调控作用最重要的成分和属性,以期为南方烟区水稻害虫的生态调控提供理论支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

于2007年3—7月在福建省武夷山市星村镇黄村国家立项农业综合开发项目区(117°53'19.38"E, 27°39'8.12"N)内的福建农林大学应用生态研究所武夷山农田生物多样性与水稻害虫控制试验基地进行,试验田水肥条件基本一致,肥力中等,整个试验田周围均种植早稻。试验采用完全随机设计,设置2个处理,单作稻田处理和毗邻烟田的邻作稻田处理,3个重复,合计6个小区,小区为长方形,长65 m,宽6 m,每小区面积为390 m<sup>2</sup>,邻作小区两边均为烟田(烟田:稻田:烟田比例1:1:1),单作稻田和邻作稻田间隔20 m。

两区水稻品种均为‘T优7889’(从金山种子公司购得),烤烟品种为‘云烟85’(由武夷山烟草分公司提供)。水稻的移栽时间均为5月1日,行株距为18×20 cm,收割日期为7月28日,烤烟的移栽时间为3月20日,采收结束日期为7月8日,水稻和烤烟均按常规方法栽培管理。在试验过程中,所有小区均未施任何化学农药。

### 1.2 试验方法

1.2.1 稻田蜘蛛功能团、寄生性天敌功能团和白背飞虱调查 采用吸虫器法,此研究所采用的节肢动物吸虫器是由山东博发动力机械有限公司生产的博发牌3WF-18型背负式喷雾喷粉机改装而成的,改装方法参考<sup>[10]</sup>。采用5点取样法,每点吸4×5=20丛水稻,约1 m<sup>2</sup>。样品用75%的酒精浸泡,带回室内清理计数,从5月14日起,每10天系统调查1次,雨天顺延,7月8日结束采样,共调查6次。

1.2.2 标本鉴定 为了便于试验研究,同时提高试验准确率,白背飞虱数量调查均为3龄以上若虫和成虫。考虑到吸虫器采样易采集到蜘蛛的幼体且数量较大,鉴定到属、种的难度较大,仅将若蛛视为一种(类)。

### 1.3 统计分析方法

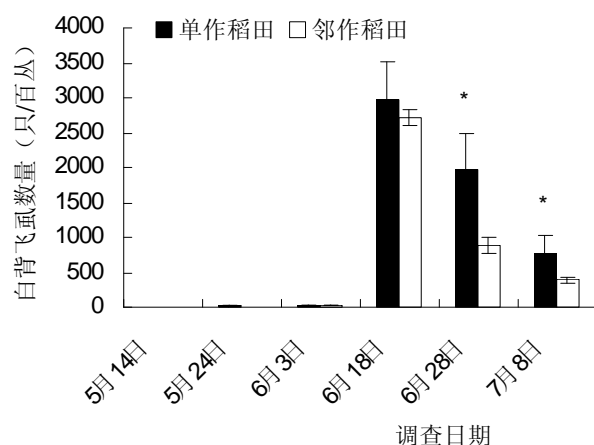
1.3.1 功能团结构特征指数和动态指标 本文采用Shannon-Wiener的多样性指数(H'), Pielou的均匀性指数(E), Simpson的优势集中性指数( $\lambda$ ),来比较分析不同类型稻田天敌功能团的结构特征与动态。

1.3.2 数据处理 用DPS数据处理系统软件计算多样性指数(H')、均匀性指数(E)和优势集中性指数( $\lambda$ ),用SPSS(Statistical Product and Service Solutions)15.0数据处理系统软件<sup>[11]</sup>进行独立样本t检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 白背飞虱种群数量

白背飞虱种群数量的调查结果表明(图1),单作稻田和邻作稻田白背飞虱的虫口数量分布均呈现单峰形式,在6月18日(水稻孕穗期)虫口数量激增,达到高峰期。6个不同时期,邻作稻田白背飞虱的数量均低于单作田,且在6月28日(水稻抽穗期)与7月8日(水稻灌浆期)两个调查时期,显著低于水稻单作田( $P < 0.05$ , t测验)。由此可知,邻作烤烟对调控稻田白背飞虱的为害具有一定的效果,在峰后期可将白背飞虱虫口数量控制在防治指标1200只/百丛以下<sup>[12]</sup>;邻作稻田的白背飞虱虫口数量显著降低出现在高峰期之后,因此,邻作烤烟对白背飞虱的调控作用存在一定的滞后性。

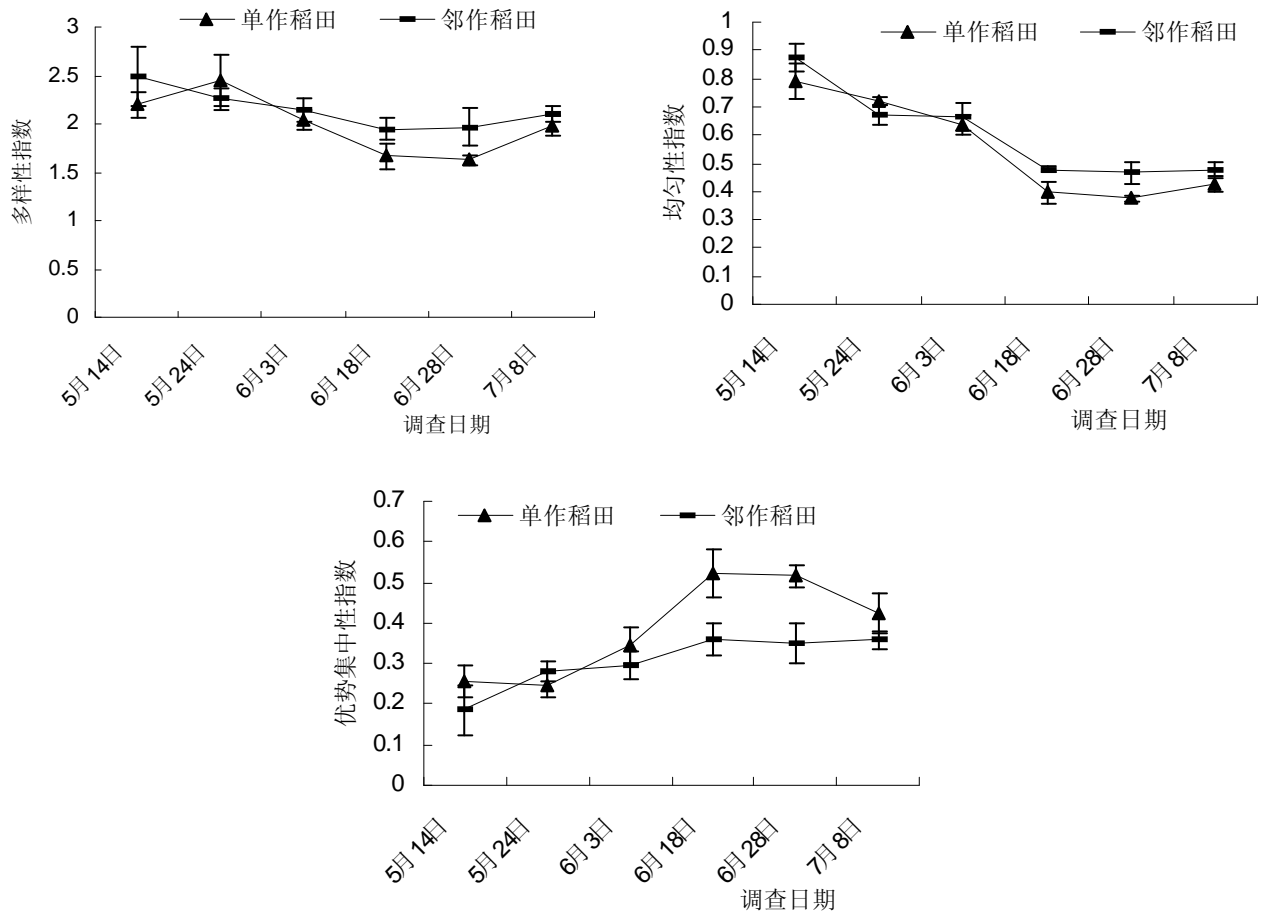


图中数据为均值±标准误,同一日期内标有\*号的数据间差异显著( $P < 0.05$ , t测验)

图1 不同稻田白背飞虱种群动态

### 2.2 天敌功能团结构特征指数和动态指标

2.2.1 蜘蛛功能团多样性指数、均匀性指数和优势集中性指数的时序动态 图2描述了蜘蛛功能团多样性指数、均匀性指数和优势集中性指数的变化动态。在水稻移栽初期,单作田和邻作田蜘蛛功能团的多样性指数和均匀性指数均较高,随着水稻的生长,两处理蜘蛛功能团的多样性和均匀性指数均下降,到水稻生长后期,又稍有回升。优势集中性指数的变化趋势与多样性指数和均匀性指数相反。由图2可知,从整体上看,邻作田蜘蛛功能团的多样性指数和均匀性指数均稍高于单作田( $P > 0.05$ , t测验),而优势集中性指数稍低于



图中数据为均值±标准误,同一日期内未标\*号的数据间差异不显著( $P>0.05$ ,  $t$ 测验)

图2 不同稻田蜘蛛功能团多样性指数、均匀性指数和优势集中性指数动态

单作田( $P>0.05$ ,  $t$ 测验)。

2.2.2 寄生性天敌功能团多样性指数、均匀性指数和优势集中性指数的时序动态 图3描述了寄生性天敌功能团多样性指数、均匀性指数和优势集中性指数的变化动态。单作田和邻作田寄生性天敌功能团的多样性指数呈现“N”型变化趋势,整个调查时期,两处理的多样性指数稍有差异,但差异均不显著( $P>0.05$ ,  $t$ 测验);单作田和邻作田寄生性天敌功能团的均匀性指数呈“V”型变化趋势,6次不同调查时期,两处理的均匀性指数稍有差异,但差异均不显著( $P>0.05$ ,  $t$ 测验);单作田和邻作田寄生性天敌功能团的优势集中性指数与其多样性指数呈相反的变化趋势,两处理的优势集中性

指数差异均不显著( $P>0.05$ ,  $t$ 测验)。由此可知,邻作烤烟对稻田寄生性天敌功能团多样性指数、均匀性指数和优势集中性指数稍有影响,但差异不显著。

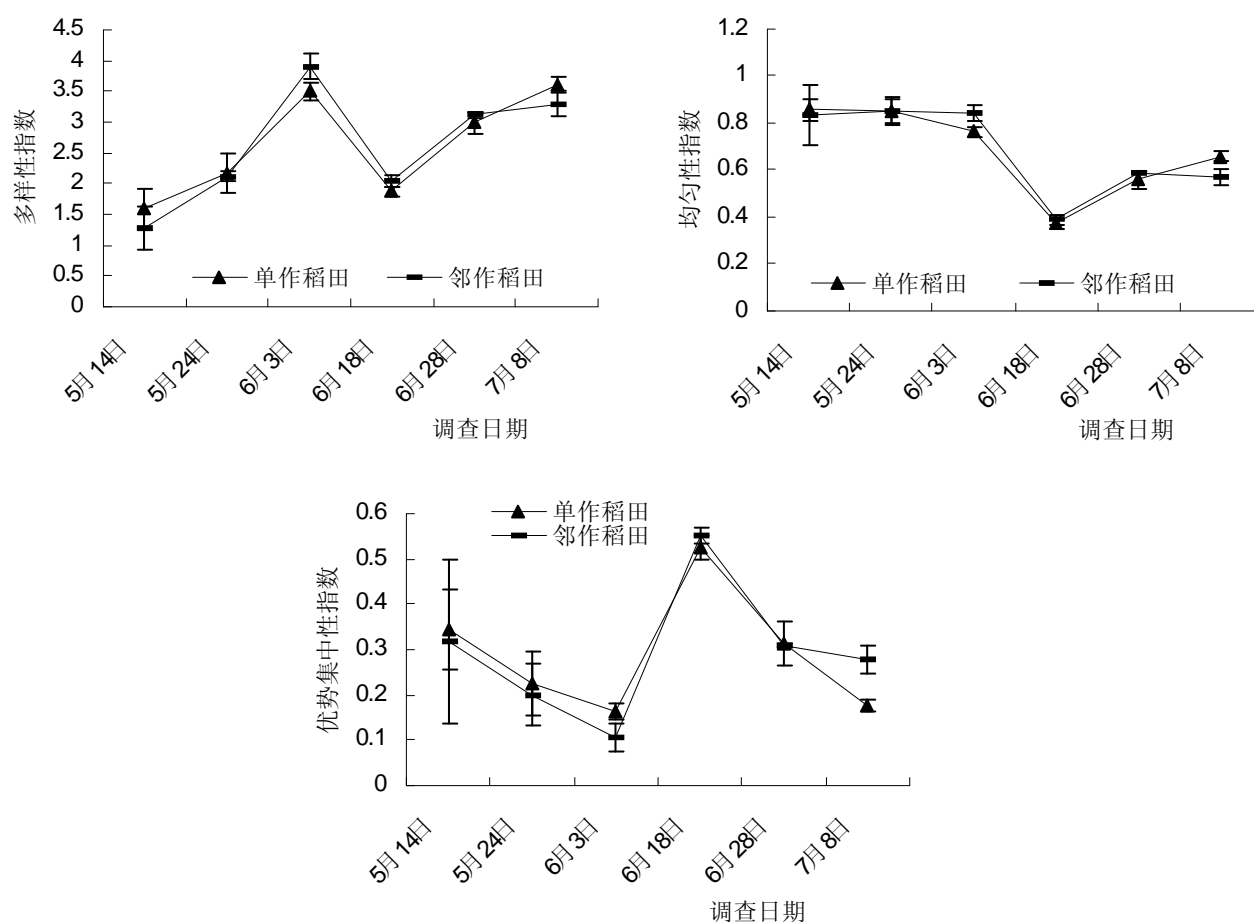
### 2.3 益害比

2.3.1 蜘蛛与白背飞虱之间的益害比 由表1可知,从5月14日(水稻分蘖前期)到6月3日(水稻分蘖后期),单作田和邻作田蜘蛛与白背飞虱之间的益害比逐渐升高,到6月18日(水稻孕穗期)迅速下降,之后又缓慢回升。5月24日(水稻分蘖期)之后,邻作稻田蜘蛛与白背飞虱之间的益害比均比单作田高,并在6月28日(水稻抽穗期)显著高于单作田( $P<0.05$ ,  $t$ 测验)。可见,邻作稻田蜘蛛功能团对白背飞虱数量的调控起了重要的

表1 不同稻田蜘蛛与白背飞虱之间的益害比

处理	调查日期					
	5月14日	5月24日	6月3日	6月18日	6月28日	7月8日
单作稻田	1.33±1.08	6.97±2.29	12.48±3.39	0.25±0.03	0.76±0.10b	2.55±0.58
邻作稻田	0.47±0.35	10.18±2.91	12.62±3.78	0.27±0.03	1.21±0.17a	3.50±0.57

注:表中数据为均值±标准误,同列数据标有不同字母表示差异显著( $P<0.05$ ,  $t$ 测验)。



图中数据为均值±标准误,同一日期内未标\*号的数据间差异不显著( $P>0.05$ ,  $t$ 测验)  
 图3 不同稻田寄生性天敌功能团多样性指数、均匀性指数和优势集中性指数动态

作用,特别是在水稻抽穗期。

2.3.2 寄生性天敌与白背飞虱之间的益害比 由表2可知,从整体上看,单作田寄生性天敌与白背飞虱之间的益害比呈波浪式下降的趋势,在水稻生长后期又有所回升;邻作田的益害比则呈“V”型变化趋势。邻作田

益害比的回升时期比单作田早,回升的速度也比单作田快,并在7月8日(水稻灌浆期)显著高于单作稻田 ( $P<0.05$ ,  $t$ 测验)。由此可知,邻作稻田寄生性天敌功能团对白背飞虱的调控起了重要的作用,特别是在水稻灌浆期。

表2 不同稻田寄生性天敌与白背飞虱之间的益害比

处理	调查日期					
	5月14日	5月24日	6月3日	6月18日	6月28日	7月8日
单作稻田	9.33 ± 0.33	3.09 ± 2.46	3.49 ± 0.66	0.30 ± 0.06	0.27 ± 0.02	0.76 ± 0.19b
邻作稻田	5.33 ± 2.33	4.70 ± 3.16	2.48 ± 0.40	0.25 ± 0.04	0.37 ± 0.06	1.90 ± 0.14a

注:表中数据为均值±标准误,同列数据标有不同字母表示差异显著( $P<0.05$ ,  $t$ 测验)。

### 3 结论与讨论

应用生物多样性的思想和方法,指导害虫的生态控制,尤民生等(2004)总结已有资料认为,增加植物多样性并不是增加多样性本身,而要考虑增加植物的功能多样性。在设计农田植被管理策略时必须考虑:作物的时空安排,田间及其周围环境非栽培作物的植被

组成及数量,土壤类型,周围的环境条件和管理方式及强度等<sup>[13]</sup>。作物邻作就是物种多样性原理在农业生产中的应用,它不仅可以增强农业生态系统的稳定性,减少有害生物的入侵,而且可以缓和作物间的争地矛盾,提高农业生产的综合效益<sup>[14]</sup>。

试验研究结果表明,邻作烤烟对白背飞虱具有一



定的调控作用,在水稻抽穗期和灌浆期可将稻田白背飞虱虫口数量控制在防治指标以下<sup>[12]</sup>。这与刘志龙等(1999)研究结果相似,他们研究发现稻田邻近茶园、大豆土坎、杂草小灌木斜坡和石缝田坎能有效减少用药次数,对稻飞虱起到很好的控制作用<sup>[15]</sup>。邻作烤烟对白背飞虱的调控作用存在一定的滞后性,白背飞虱数量显著性降低出现在峰后期(水稻抽穗期和灌浆期),这可能与白背飞虱大量迁入,虫口数量激增和天敌的跟随性有关<sup>[16]</sup>。

用 Shannon-Wiener 多样性指数(H')、Pielou 均匀性指数(E)和 Simpson 优势集中性指数( $\lambda$ )对单作稻田和邻作稻田的蜘蛛功能团结构特征进行比较,与单作田相比,邻作田蜘蛛功能团优势集中性低,结构的多样性较高,功能团中各物种相对多度分布更均匀。这与蔡鸿娇和尤民生(2007)研究结果相似,他们研究认为根据“天敌假说”,多作系统可以在空间和时间上保证捕食者获得食物资源,因此,提高捕食者多样性<sup>[17]</sup>。对单作稻田和邻作稻田的寄生性天敌功能团结构特征进行比较,邻作烤烟对稻田寄生性天敌功能团的结构特征影响甚微,具体原因有待进一步研究。天敌功能团重建过程中,一般多样性和均匀性指数越高,优势集中性指数是越小,说明此时功能团的多样性高,功能团中各物种相对多度分布较为均匀,优势种群不突出。此文采用指数对比法对天敌功能团多样性进行优劣衡量,在将来的研究中如能通过对多样性阈值的研究,用阈值确定指数范围衡量天敌功能团的功效性将更加合理。

益害比可知,邻作烤烟大大增加了稻田天敌功能团的相对数量,特别是在水稻抽穗期和灌浆期,此结果与先前研究结果相似<sup>[18-19]</sup>。究其原因,主要由于邻作系统中烤烟的种植时期为3月中旬,5月底到6月上旬烤烟从旺长期到成熟采收期,烟田生境随着烟叶的成熟采收产生巨大变化,而5月底到6月上旬是早稻开始进入旺长期,稻田生境田间覆盖度高,遮阴好,适度大,拥有更丰富的食物资源,有利于给天敌提供优良的生存环境,天敌更偏好从烟田向稻田生境迁移<sup>[20-21]</sup>。

综合以上各方面的分析,初步认为此研究所采用的邻作模式能有效提高稻田天敌功能团的相对数量和改善蜘蛛功能团的多样性,对稻田白背飞虱数量调控起了重要的作用。

## 参考文献

- [1] 沈君辉,刘光杰,袁明.中国稻田节肢动物群落研究新进展[J].中国农学通报,2002,18(4):90-93,97.
- [2] Altieri M A, Letourneau D K. Vegetation management and biological control in agroecosystems[J]. Crop Protection,1982,1: 405-430.
- [3] 丁岩钦.论害虫种群的生态控制[J].生态学报,1993,13(2):99-106.
- [4] 欧阳革成,杨悦屏,刘德广,等.荔枝-旋扭山绿豆复合种植系统对荔枝害虫的生态调控作用[J].应用生态学报,2006,17(1):151-154.
- [5] 师光禄,王有年,苗振旺,等.间种牧草枣林捕食性节肢动物群落结构的动态[J].应用生态学报,2006,17(11):2088-2092.
- [6] 张宗炳.农药对农田生态系统的影响(1)[J].生态学杂志,1988,7(3): 25-29.
- [7] 甄若宏,王强盛,周建涛,等.稻鸭共作复合系统的生态环境效应研究[J].安徽农业科学,2008,36(21):9008-9011,9021.
- [8] 毛润乾,古德祥,张古忍,等.非稻田生境褐飞虱卵寄生蜂功能团动态[J].生态学报,2001,21(6):942-947.
- [9] 史树森,孟凡平,沈迪山,等.农田生态系中作物构成与节肢动物功能团多样性关系的初步研究[J].吉林农业大学学报,2004,26(4): 419-421.
- [10] 刘雨芳,张古忍,古德祥.利用改装的吸虫器研究稻田节肢动物功能团[J].植物保护,1999a,25(6):39-40.
- [11] 王苏斌,郑海涛,邵谦谦等编著.SPSS统计分析[M].北京:机械工业出版社,2003:77-85,158-160.
- [12] 刘光杰,陈爱辉,沈君辉.白背飞虱为害对水稻产量的影响及防治指标的研究进展[J].昆虫知识,2003,40(1):1-5.
- [13] 尤民生,刘雨芳,侯有明.农田生物多样性与害虫综合治理[J].生态学报,2004,24(1):117-122.
- [14] 施立科.利用物种多样性防控甘蔗绵蚜的研究[J].甘蔗糖业,2008(3):18-20,41.
- [15] 刘志龙,王连生,杜一新,等.捕食性天敌在单季稻田与非稻田生境间的迁移规律及其保护利用.浙江农业学报,1999,11(6):344-348.
- [16] 李云瑞主编.农业昆虫学[M].北京:中国农业出版,2002:35-69.
- [17] 蔡鸿娇,尤民生.大蒜-小白菜间作套种对菜田节肢动物功能团的影响[J].华东昆虫学报,2007,16(1):1-7.
- [18] Munyuli M B T, Luther G C, Kyamanywa S. Effects of cowpea cropping systems and insecticides on arthropod predators in Uganda and Democratic Republic of the Congo[J]. Crop Protection, 2007(26):114-126.
- [19] Altieri M A. Biodiversity and pest management in agroecosystems [M]. New York:Haworth Press,1994:1-255.
- [20] 刘雨芳,张古忍,古德祥.花生田蜘蛛群落的研究[J].蛛形学报,1999b,8(2):85-88.
- [21] Agnew C W, Smith J W. Ecology of spiders (Araneae) in a peanut agroecosystem[J]. Environmental Entomology,1989,18(1):30-42.