维普资讯 http://www.cqvip.com

876-881

第19卷第6期
1999年11月

生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA

Vol. 19, No. 6
Nov., 1999

单季稻田的蜘蛛群落及其与褐飞虱的相关性研究

S435.112.3 S476

刘向东[1]，刘 莹[1]，张孝羲[1]，刘天龙[2]，朱元良[2]，徐振忠[2]
(1. 南京农业大学植保系，南京 210095；2. 江苏南京市江浦县植保站，211800)

摘要：通过对南京地区4种不同类型单季稻田蜘蛛群落的结构及其与褐飞虱的相关性研究，结果表明，该地区蜘蛛群落由10科21种组成，其中草间小黑蛛、食虫瘤胸蛛、拟水狼蛛为优势种。物种丰富度、多样性化防田低于生防田，而均匀性则施药田大于不施药田。不同移栽时间的稻田，丰富度、多样性、均匀性迟栽田低于早栽田。蜘蛛与褐飞虱各发育阶段的相关性分析表明，蜘蛛与褐飞虱长翅成虫相关性好，而与低龄若虫相关性差；蜘蛛与褐飞虱的相关性主要由褐飞虱田间第1次若虫高峰时的蜘蛛量和蛛虱比决定，模拟的回归方程为：$r=-0.1997+0.00756x_1+0.3371x_2(F>F_{0.025})$。

关键词：蜘蛛群落；褐飞虱；相关性分析 单季稻 水稻

Spider community and its coherency with *Nilaparvata lugens* in a single paddy-field

LIU Xiang-Dong[1], LIU Ying[1], ZHANG Xiao-Xi[1], LIU Tian-Long[2], ZHU Yuan-Liang[2], XU Zhen-Zhong[2] (1. *Department of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing* 21009, *China*; 2. *Jiangsu Plant Protection Station of Nanjing City*, 211800, *China*)

Abstract: Studies on the spider community and its relation with *Nilaparvata lugens* (BPH) in four kinds of single rice cropping fields were carried out in Nanjing area, Jiangsu Province. The results showed that the spider community consisted of 10 families and 21 species, in which *Ergonidium graminicolum*, *Ummeliata insecticeps*, *Pirata subpiraticus* were the dominants. The species richness and diversity of the chemical control field were lower than that of the biological control fields, whereas the evenness became high after spraying pesticide. The coherency analysis on the spiders to BPH of different developmental stage revealed that spiders showed a high correlation with the long-winged adult and low correlation with the young nymph. The significance of coherency was determined mainly by the number of spiders and the ratio of spiders to brown back planthoppers when the young nymph developed to peak-hour in the first time, and the regress equation: $r=-0.1997+0.00756x_1-0.3371x_2(F>F_{0.025})$ was simulated.

Key words: spider community; *Nilaparvata lugens*; coherency analysis

文章编号：1000-0933(1999)06-0876-06 **中图分类号**：Q968.1 **文献标识码**：A

褐飞虱是我国水稻上的主要害虫之一。它暴发频繁，90年代就有两次大发生(1991年大发生、1997年特大发生)，给稻产区造成了巨大的损失。常年，褐飞虱在稻田害虫群落中也多处于主要地位。因此，褐飞虱的为害，成为了决定水稻丰欠的主要因素之一。目前，各水稻产区对褐飞虱主要采用化学防治，由此导致了一些不良后果[1]。如何才能有效地防治这一害虫，长期以来就为人们所关注。80年代以来，综合协调与治理的原理与方法，成为了害虫管理的主导思想，也是可持续农业战略决策之一[2]。稻田蜘蛛群落作为褐飞虱

基金项目：国家攀登计划85-31项目资助
致谢：南京农业大学植保系张少鹏参加部分田间工作，同时得到江浦县植保站的大力支持，在此一并致谢。
收稿日期：1997-10-20；**修订日期**：1998-03-30

维普资讯 http://www.cqvip.com

的天敌群落，其对褐飞虱的生物控制作用已受到越来越多学者的重视[2,4]。利用天敌的控制作用，结合适度的化学控制，是综合治理害虫的可行之路。要充分利用天敌的生物控制作用，就必须对天敌群落的结构和功能进行深入的研究。以往的研究涉及稻田蜘蛛群落的组成、结构、物种动态、多样性较多[5~10]，对天敌与飞虱数量消长的相关性也有研究[5,4]，但仍不够全面，并且不同地域蜘蛛群落的组成结构差异很大[1,5]。本实验以南京地区单季稻田为基地，系统地调查研究了不同类型田蜘蛛群落的结构，分析了不同类型田、水稻不同生育期蜘蛛群落与褐飞虱各发育阶段的相关性，为进一步研究蜘蛛群落的生物控制功能打下基础，同时为褐飞虱的防治提供指导。

1　材料与方法

1.1　类型田及调查方法

1997年6～9月份在份南京市江浦县选取4种不同类型的单季稻田各2666m² 左右，油菜茬杂交稻田（简称ZY），5月30日移栽、汕优63品种、不用药；小麦茬杂交稻田（简称ZM），6月17日移栽、汕优63品种、不用药；小麦茬粳稻田（简称JM），6月17日移栽、南农6427品种、不用药；及小麦茬籼稻田（简称XM），6月15日移栽、扬稻6号（93-11）品种、按常规用药。4种类型田在南京地区普遍存在，具有代表性。所选稻田处在环境较为复杂，田埂及水沟四周杂草较多，田块间穿插有多种旱作。4种类型稻田都按常规方法进行田间管理。

田间调查采用盆拍法平行跳跃式取40个样点，每一个样点取两穴，瓷盘规格为30×35×3cm³。每5～7d调查1次，按盘记录稻田群落害虫（主要为飞虱）与天敌（以蜘蛛为主）各物种的个体数量。调查从水稻分蘖期开始，到黄熟期结束。

1.2　数据处理方法

物种丰富度以S计算（S为物种数）。多样性采用Shannon-Weiner指数公式$H'=-\sum(P_i\mathrm{Log}_2P_i)$，$P_i$表示群落中各物种个体数占总个体数的比例，均匀度指数采用$E=H'/\mathrm{Log}_2S$。相关性分析采用一元线性回归相关分析及多元逐步回归分析法。

2　结果与分析

2.1　稻田蜘蛛群落的组成

南京地区单季稻田蜘蛛群落由10科21种组成，其中草间小黑蛛、食虫瘤胸蛛、拟水狼蛛、拟环纹狼蛛的数量多，在各类型田中均有分布，是南京地区单季稻田的优势种。在10个科中以微蛛科、狼蛛科数量为多，其次是跳蛛科、球腹蛛科、肖蛸科、管巢蛛科、圆蛛科。不同类型田蜘蛛群落中主要科个体数占蜘蛛群落总个体数的百分比如表1。

表1　不同类型田的蜘蛛群落各科的数量分配(%)

Table 1　Number percentages of main families' individual numbers of spider community in different rice fields

蜘蛛科名 Families of spider	类型田 Type of rice fields			
	ZY	ZM	JM	XM
微蛛科 Micryphantidae	41.81	38.03	38.38	48.59
狼蛛科 Lycosidae	20.57	30.05	29.89	16.05
肖蛸科 Tetragnathidae	6.34	9.51	7.28	10.20
球腹蛛科 Theridiidae	9.64	9.34	10.02	13.67
跳蛛科 Salticidae	15.62	10.71	10.75	5.86
园蛛科 Araneidae	1.96	2.25	1.66	0.15
管巢蛛科 Clubionidae	3.21	2.53	[illegible]	[illegible]
蟹蛛科 Thomisidae	0.85	0.55	1.21	1.08

由表1可知，单季稻田的蜘蛛群落主要由微蛛、狼蛛、跳蛛、球腹蛛、肖蛸蛛组成，另外有少量的园蛛、管巢蛛、蟹蛛、盜蛛及新妇蛛。在不同类型田中，主要物种的数量分配略有不同，主要科的比例排序在ZY、ZM、JM田中较为一致，为微蛛科＞狼蛛科＞跳蛛科＞球腹蛛科＞肖蛸科，次要科的数量分配有所不同。4种类型田的微蛛科与狼蛛科数量之和占整个蜘蛛群落个体数的60%以上，在ZY、ZM、JM、XG田分别为62.38%、68.08%、68.27%和64.64%，是典型的优势类群。在同期移栽的ZM、JM稻田中相同科的蜘蛛数量分配较为一致，无显著差别（$P<0.05$），而与早移栽的ZY田存在差异。这说明，稻田蜘蛛群落中各物种的个体数分配与稻田群落的形成时间有关。一般来说，早移栽田蜘蛛数量多，群落优势度比迟移栽田略低。

常规用药田XM因受到药剂的影响，使得蜘蛛群落结构发生较大的变化。XM的各类蜘蛛在数量分布

维普资讯 http://www.cqvip.com

上与同期插秧且不用药的ZM、JM田有明显的不同，微蛛科中的草间小黑蛛、食虫瘤胸蛛作为优势种更为突出，微蛛科数量占总蛛量的48.59%，而球腹蛛科上升到第三位，为13.67%。这可能与微蛛、球腹蛛的耐药性有关[8]。从这也可知，稻田蜘蛛的数量主要受蜘蛛种库大小[5]与化学药剂的影响。广谱性药剂施用后，能使蜘蛛群落优势物种更为明显，优势度更为集中。

2.2 稻田蜘蛛群落的特征分析

2.2.1 蜘蛛群落物种丰富度 群落物种丰富度是群落中物种数量的函数，它的大小反映群落富含物种的多少。不同类型田之间物种丰富度以施药田为低，早移栽田为高，并且都有一个明显的低峰(7月30日～8月16日时段)。不过变化趋势较为一致，都显示为双峰型。从这可说明早栽稻田为蜘蛛越冬后的生活与繁殖提供了有利场所，蜘蛛群落能最大限度地建立。7月30日～8月16日时段出现的低谷，表现出蜘蛛的生理死亡期。这一时期蜘蛛处于卵期，对化学药剂不太敏感，如果此时田间害虫量大，适当用药既可防治害虫，又可保护蜘蛛，达到很好的防效。

化防田物种丰富度比不防治田都低，并且始终接近于生理死亡期的量，这说明化学药剂对蜘蛛群落影响很大，杀死了一些对药剂敏感的种，并且经长时间也难以恢复。

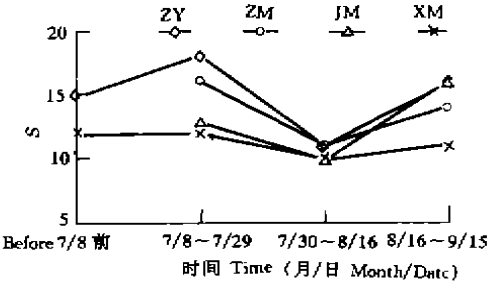

图1 不同类型田蜘蛛群落的物种丰富度

Fig. 1 Species abundance of spider community with different type rice fields in different time

2.2.2 蜘蛛群落多样性与均匀性 群落多样性与均匀性在一定程度上可以反映田间群落的稳定性。群落的稳定性又直接反映出群落功能作用的大小。研究稻田蜘蛛群落的多样性，是为了在生态理论上来评价蜘蛛对害虫的控制作用大小。不同时间不同类型稻田的蜘蛛群落的多样性与均匀性变化见图2。

由图2知，化防田XM多样性低于不用药的生防田；水稻生育前期多样性稍高于后期；早插稻田ZY多样性比其它3个类型田都高；同期插秧的ZM、JM多样性无显著性差别。这说明，稻田蜘蛛群落多样性主要与稻田生态系统的形成时间迟早以及用药情况有关，与水稻品种关系不大。

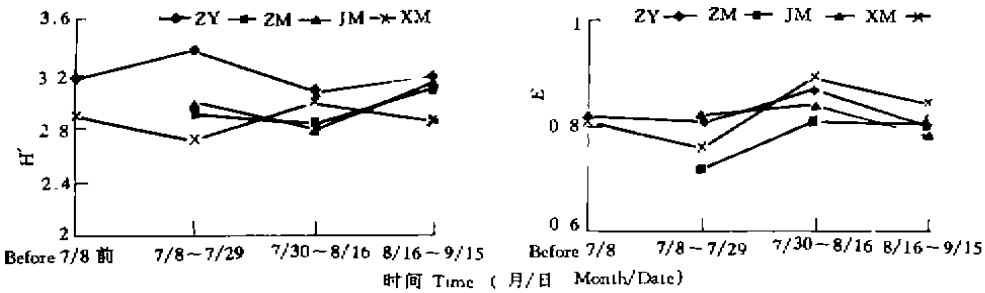

图2 不同时间4种类型田蜘蛛群落的多样性和均匀性

Fig. 2 Deversity and evenness of spider community with four type rice fields in different time

ZY、ZM、JM、XM田均匀性也都在同一个时间段(7月30日～8月16日)达到最大。这说明单季稻田蜘蛛在7月底到8月中旬各物种数量分布最均匀。在XM田，施药后均匀性提高，这是化学药剂调和了蜘蛛群落个体数的极端分布所致。

2.3 蜘蛛群落与褐飞虱的相互关系分析

天敌与害虫的相互关系一直是生态学研究的中心课题之一，同时也是评价天敌对目标害虫控制作用大小的一种方法。在对捕食性天敌的作用分析中，功能反应、数值反应研究较多，蜘蛛与飞虱的相关性也有研究，但对田间自然条件下，蜘蛛与褐飞虱的不同虫态、虫龄的相关性分析尚缺乏系统研究。

维普资讯 http://www.cqvip.com

明确了田间条件下天敌（主要为蜘蛛）与褐飞虱各虫态（龄）的关系，就可以根据田间各虫态、虫龄的虫口密度及蜘蛛量制订出较为合理的防治指标与防治时间，从而为褐飞虱的防治提供指导，使防治达到经济效益与生态效益并举。

2.3.1　不同类型田蜘蛛群落与褐飞虱的相关性　不同类型田中的蜘蛛群落与褐飞虱的相关性不同。同一品种不同移栽期的 ZY、ZM 田相关性大体一致，只是显著性程度有差异。ZY 田因早移栽，褐飞虱迁入时处于圆杆期，田间褐飞虱量与迟栽的 ZM（褐飞虱迁入时，水稻正处于分蘖期）相比要少得多。与 ZM 田同期移栽但品种不同的 JM 田，褐飞虱虫量要比 ZM 田少几十倍，并且褐飞虱在该田的发育进度要比 ZY 田迟 1～2 个龄期，同时 JM 田的蜘蛛数相对也要少，从而相关性表现出不显著。这说明，在田间条件下，蜘蛛群落与褐飞虱的相关性在一定程度上与褐飞虱及蜘蛛的数量有关。在一定范围内，数量关系表现更明显。

施药田 XM，蜘蛛群落与褐飞虱成虫表现出极显著相关，但在整个水稻生育期与褐飞虱的相关性差。结果见表 2。

表 2　不同类型田蜘蛛与褐飞虱不同虫龄（态）的相关系数

Table 2　Correlation coefficients between spiders and BPH

蜘蛛与褐飞虱的不同组合 Combination of spider and BPH	类型田 Type of rice field			
	ZY	ZM	JM	XM
与 BPH 总体 With the total of BPH	0.679*	0.756**	0.260	0.362
与 BPH 短翅成虫 With short-winged adult of BPH	0.253	0.146	0.144	0.565**
与 BPH 长翅成虫 With long-winged adult of BPH	0.585*	0.791**	0.521	0.703**
与 BPH 低龄若虫 With young-nymph of BPH	0.432	0.213	0.096	0.258
与 BPH 高龄若虫 With old-nymph of BPH	0.608*	0.588*	0.348	0.086

** 表示经显著性检验极显著（$P<0.01$），* 表示显著（$P<0.05$），Significiant at $P<0.01$ and at $P<0.05$ respectively

从相关性系数大小还可知，蜘蛛与褐飞虱长翅成虫相关性好，与低龄若虫相关性差，这说明稻田蜘蛛的数量消长与褐飞虱成虫的数量消长相一致，而与低龄若虫不相一致。但是，蜘蛛对褐飞虱成虫和低龄若虫的捕食能力不同，数量上的相关仅可说明存在一种能发挥最大控制作用的潜能。因此在评估田间蜘蛛对褐飞虱的控制作用时，光从数量上的吻合来判断还很粗糙，要客观地评价还必须增添有关天敌功能单位的参数，加以定量化。

另外对蜘蛛这类行动迅速，捕食能力强的天敌，它在猎取食物的选择性强弱上尚有待进一步研究。笔者在田间调查时，观察到正在取食的蜘蛛多捕食着长翅褐飞虱。从行为学与形态学上分析，可能与长翅成虫体形长粗，特别是雌虫活动性差，蜘蛛捕获后容易抱持、吸食有关。因此在不同虫态（或龄期）的数量相关中多少也反应出了蜘蛛在捕食行为或营养需求上的一种适应性。

从表 2 看出，蜘蛛与褐飞虱低龄若虫表现出的相关性较差，但这并不意味着蜘蛛不攻击低龄若虫，可能是低龄若虫数量多，掩盖了蜘蛛群落与褐飞虱这层数量上的关系。当然，二者本来在数量增长上不相一致的情况也不容忽视。因此，在褐飞虱田间发生代低龄若虫数量较高时，用一次对蜘蛛具有保护性的药剂，压低虫量，这样能加强蜘蛛群落对褐飞虱的捕食关系，提高蜘蛛群落的控制效能。这是综合协调褐飞虱种群数量的有效措施之一。

2.3.2　蜘蛛群落与褐飞虱相关的显著性检测　对 1987～1997 年南京地区汕优 63 稻田蜘蛛群落与褐飞虱的相关性分析，得出不同年份的相关性有所不同，11a 中有 4a 表现出极显著相关（$r>r_{0.01}$），3a 显著相关（$r>r_{0.05}$），仅 4a 表现为不相关（$r<r_{0.05}$）。根据相关系数 r 值大小对 r 进行级别的划分，分级标准为（凭作者经验划分）：一级：$r<r_{0.05}$；二级：$r_{0.05-0.1}<r<r_{0.05}+0.05$；三级：$r_{0.05}-0.05<r<r_{0.01}$；四级：$r_{0.01}<r<r_{0.01}$；五级：$r_{0.01}-0.05<r<r_{0.01}+0.1$；六级：$r_{0.01}+0.1<r<r_{0.01}+0.2$；七级：$r_{0.01}+0.2<r<r_{0.01}+0.4$；八级：$r>r_{0.01}+0.4$。然后以 r 级别为因变量，田间褐飞虱第 1 次出现低龄若虫高峰时的褐飞虱数量（x_1）和蜘蛛数量

维普资讯 http://www.cqvip.com

(x_3)以及此时的蛛虱比(x_4)3个值做自变量，进行逐步回归分析(计算过程采用sas统计软件)。结果表明，蜘蛛的量(x_2)和蛛虱比(x_4)与r显著相关($F>F_{0.05}$)，而变量x_1因不相关被剔除。拟合方程为：

$$r=-0.1997-0.00756x_2+0.3371x_3(F>F_{0.023}),$$

根据模拟方程，对11a的历史资料进行验证，验证结果见表3。从表中可知，11a中有10a符合，仅1a例外，符合度达90.91%。这说明拟合方程可信度高。稻田蜘蛛群落与褐飞虱的相关性由田间褐飞虱第1次出现若虫高峰时的蜘蛛量、蛛虱比所决定。运用该方程可以预测某年田间蜘蛛与褐飞虱的相关性大小，从而指导防治。如果预测该年的相关性好，且蜘蛛起始量多，则可适当放宽害虫的防治指标，甚至可减少施药次数，提高经济效益。

表3 1987～1997年杂交稻田蜘蛛群落与褐飞虱的相关显著程度检测

Table 3 Test of coherency level between spider community and BPH with crossbred rice fields in 1991～1997

相关系数 Coherency coefficient	年份 Years										
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
预测r' Predicted r'	3.66(*)	4.44(**)	2.98(*)	1.80	3.83(**)	1.78	1.39	1.35	3.75(**)	7.32(**)	1.68
实测r Practice r	2(*)	8(**)	3(*)	1	4(**)	1	1	1	4(**)	6(**)	3(*)
符合情况 Coincidence	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗

*、**表示相关显著与极显著；✓表示上下项相关显著程度一致，✗表示不一致。significiant at $P<0.01$ and significiant at $P<0.05$ respectively, and sign ✓ shows no differenbetween the value of r' and r, but ✗ shows different.

2.3.3 水稻不同生育期蜘蛛与褐飞虱的相关性分析 水稻不同生育期蜘蛛群落的结构有很大变动，褐飞虱的数量波动也很大。褐飞虱在水稻生育后期数量多，蜘蛛的量也有随水稻生育期的后延而加大的趋势。水稻不同生育期蜘蛛与褐飞虱的相关性大小见表4。

表4 水稻不同生育期蜘蛛群落与褐飞虱的相关系数(1997，南京江浦)

Table 4 Correlation coefficients between spiders and BPH in different developmental stage of rice

类型田 Field types	水稻生育期 Rice developmental stage		
	分蘖期 Tillering stage	孕穗-抽穗期 Boot stage-heading stage	成熟阶段 Ripening period
ZY	—	0.003	0.029
ZM	0.897*	0.747	0.131
GM	0.749*	0.546	0.069
XM	0.100	0.225	0.056

*、**：同表2. The same of table 2.

不同生育期中蜘蛛与褐飞虱相关性不同，水稻生育前期褐飞虱和蜘蛛都处于数量增长阶段，因此二者的相关性好。随着水稻生育期的后延，不施药田中蜘蛛与褐飞虱的相关性逐渐降低，孕穗抽穗期相关性表现不显著，这时水稻营养正是褐飞虱的最适阶段，易造成褐飞虱大量繁殖。在XM田中，因施药控制了褐飞虱的数量，水稻整个生育期褐飞虱种群数量均较低，因而表现出极不显著。

3 结论与讨论

南京江浦单季稻田蜘蛛群落由10科21种组成，优势种为草间小黑蛛、食虫瘤胸蛛、拟水狼蛛。不同类型田蜘蛛群落的丰富度、多样性、均匀性不同。丰富度、多样性早栽田比迟栽田大，生防田比化防田大。ZY、ZM、JM田物种丰富度及群落多样性在7月30日～8月16日时段都处于低峰，而均匀性则在该时段处于高峰。

对不同类型田蜘蛛群落与褐飞虱的相关性及历年资料的分析表明，田间褐飞虱第1次出现若虫高峰时的蜘蛛量和此时的蛛虱比是决定整个水稻生育期蜘蛛与褐飞虱相关程度的主导因子。以蜘蛛量(x_1)和蛛虱比(x_2)为自变量，拟合出预测相关程度的方程为：$r=-0.1997+0.00756x_1+0.3371x_2(F>F_{0.023})$。方程经检验，11a中有10a符合，符合率达90.91%，可以用于预测。

水稻不同生育期两者的相关性不同，在水稻生育前期相关性好，中后期表现差。蜘蛛群落与褐飞虱不同虫龄、虫态的相关性也有所不同，表现为与褐飞虱成虫相关性好，与低龄若虫相关性差。

研究稻田蜘蛛对褐飞虱的控制作用大小，仅从发生数量上的相关性方面来说明还很不够，还必须采用

维普资讯 http://www.cqvip.com

准确有效的方法，对田间蜘蛛取食量进行测定，使定性分析上升到定量化。

参考文献

[1] 王全洪. 保护利用蜘蛛防治水稻害虫的研究. 植物保护学报，1983，10(4)：225～230.

[2] 戈　峰，李典谟. 可持续农业中的害虫管理问题. 昆虫知识，1997，34(1)：39～44.

[3] 罗观富. 稻飞虱的田间消长及与天敌的相关分析. 昆虫知识，1985，22(3)：101～104.

[4] 王洪全. 稻田蜘蛛与飞虱制约关系及其利用. 蛛形学报，1992，1(2)：23～33.

[5] 张古忍，张文庆，古德祥. 稻田主要节肢类捕食性天敌群落的多样性. 中山大学学报论丛，1995，2：27～32.

[6] 石根生，张孝羲. 单季稻区蜘蛛群落的研究——多样性、优势度、排序和聚类. 中国水稻科学，1991，5(3)：114～120.

[7] 尤明生，吴中孚. 福州郊区稻田节肢动物群落的结构和动态. 福建农学院学报，1992，21(1)：56～62.

[8] 吴　亚，金翠霞. 稻田蜘蛛群落结构及其动态的初步研究. 生态学杂志，1986，5(4)：6～11.

[9] 张古忍，古德祥，张文庆. 稻田捕食性节肢动物群落的种库与群落的重建. 中国生物防治，1997，13(2)：65～68.

[10] 万方浩，陈常铭. 综防区和化防区稻田害虫-天敌群落组成及多样性的研究. 生态学报，1986，6(2)：159～170.

[11] 王洪全，颜哼梅，杨海明. 中国稻田蜘蛛生态与利用研究. 中国农业科学，1996，29(5)：68～75.