

以蛛治虫对优化稻田生态系统的作用^{*}

颜亨梅 王洪全 杨海明 胡自强

(湖南师范大学生物学系, 中国长沙, 410081)

摘要 我国稻田蜘蛛已知有23科109属373种, 其中东南、西南、华中、西北和东北稻区分别为228、220、207、126和97种。田间优势种群较其它天敌相对稳定, 蜘蛛与稻飞虱的种群数量季节消长和生态分布相关性强, 彼此制约关系明显。以蛛治虫, 创造有利于蜘蛛发生发展的生态环境, 大幅度减少了化学农药的用量, 保护了其它天敌, 发挥多种天敌对稻虫的自然控制力, 减少了环境污染, 优化了稻田生态系统, 使之呈良性循环。

关键词 蜘蛛, 生物防治, 稻飞虱, 稻田生态系统

分类号 Q 968. 1, S435. 11

Contributions of Biocontrolling Insect Pests by Spiders to Improve the Rice- Based Ecosystems

Yan Hengmei, Wang Hongquan, Yang QHaiming, Hu Ziqiang

(Department of Biology, Hunan Normal University, Changsha, 410081, PRC)

Abstract This paper reports that the species diversity of spiders in rice fields in China is very rich and has a great change in different landscapes of the farming regions, there are about 373 species 109 genera and 23 families of spiders in the rice- based ecosystem. The number of species in rice fields of Southeast, Southwest, Centre, Northwest and Northeast of China is 228, 220, 207, 126 and 97 respectively. The research results indicate that spiders are polyphagous predators and appear much more in individuals number either in the quantity of reproduction or in quantity of feeding on pests in the rice fields. It is found that the number of population changes, habits and metamorphosis of the life history of both planthoppers and dominant spider species are similar. The interdependent relationship between rice brown planthoppers and spiders is of significance ($r= 0.79, \alpha= 0.01$). The number of spiders increase year by year through the conservation of getting various kinds of natural enemies united against the pests is full displayed. It is obvious that spiders play an important role in controlling insect pests in rice fields and improve the rice- based ecosystems.

Key words spiders, biological control, rice planthoppers, rice- based ecosystems

* 国家自然科学基金资助项目

收稿日期: 1997- 10- 24; 修回日期: 1997- 12- 02. 第一作者: 颜亨梅, 男, 47岁, 教授; 第二作者: 王洪全, 男, 65岁,

蜘蛛是各类农业害虫的重要捕食性天敌,是农业生态系统多样性不可缺少的组成部分.为了探明蜘蛛在农业生态系统的物质循环和能量流动过程中所起的作用,作者在前期工作的基础上,近年来,从稻田生态系统整体出发,进一步研究了稻田蜘蛛群落结构与环境的关系;蜘蛛与主要害虫、蜘蛛与其它天敌的相互制约关系.目的在于利用天敌的自然控制力,减少农药用量,稳定和优化稻田生态系统.现将研究结果报告如下.

1 研究方法

1.1 田间调查与测定

1) 物种与种群:以湖南为中心,分别在我国水稻栽培范围内的东、南、西、北、中部设置样地,先后调查了西南地区的广西、云南、贵州;西北地区的陕西(秦岭以北)、新疆;华东地区的上海、江苏、浙江、福建;华中地区的陕西(秦岭以南)、河南和湖北;东北地区的黑龙江、吉林和辽宁共15个省(市)、52个地区、79个县(市)的450多个不同景观样点.选择有代表性田块,划定100~200丛水稻小区若干,采集该区区内所有蛛、虫,用80%酒精杀死固定,带回实验室分类鉴定和统计.

2) 蛛、虫季节消长:在湖南地区,每年选择5~10丘不同类型的系统观察田,各设2个重复.在水稻生育期间,每月调查1次,5点或平行跳跃式取样.分蘖前,取50~100丛;分蘖后期,取25~50丛,逐丛记录,最后均以百丛计算蛛、虫数,推算不同季节每亩蛛、虫发生量.

3) 生态位:将稻株划为5个资源等级,记录各等级内的蛛、虫分布的数量,应用Levins提出的生态位宽度公式和Hurlbert的生态位重叠指数公式^[1]测算.

4) 空间分布型:划定取样框,逐丛观察和记载稻株上的所有蛛、虫数.用Iwao提出的平均拥挤度 M^* 与平均密度 \bar{X} 的回归方程^[2]测算.

5) 群落多样性测定:应用Shannon-Wiener多样性指数(H)、均匀性指数(E)和优势度(C)的公式^[3]测定群落结构状态.

1.2 蜘蛛对田间害虫捕食量的测试

选择大田水稻4~6丛,清除各种益、害虫,平整泥面,上罩39目尼龙纱网,按蜘蛛成蛛体形大小每网投以一定比例的蜘蛛和飞虱,下面以土密封网基,上方线封网口.各设2个重复,每2日检查1次,分别记录蛛、虫数,统计虫口下降率和蜘蛛日捕食量.

2 结果与分析

2.1 稻田蜘蛛资源丰富,有控制害虫的良好基础

全国稻田中所采集到的蜘蛛标本,已鉴定373种,隶属于23科109属,其中东南和西南稻区因气候适宜、地形和景观复杂多样化,蜘蛛种类居全国之首,分别为228种和220种;华中稻区大部分虽为我国历史上的主要产稻基地,但因景观和生境变化不大,种类次之,207种;西北与东北稻区,地处高纬度,水稻种植面积较小,且半年气候恶劣,蜘蛛种类较少,分别为126种和97种(见表1).

表 1 全国各水稻栽培区的稻田蜘蛛已知物种统计表

Table 1 The diversity of spiders of rice field in different faming rigions of China

| 科 名 | 各样区物种的分布状况 | | | | | | | | | | | | 单科平 |
|-------------------------|------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-------|
| | 湖南 | | 东南区 | | 西南区 | | 华中区 | | 西北区 | | 东北区 | | |
| | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | |
| 隐石蛛科 Titanoeocidae | | | 1 | 0.44 | 1 | 0.45 | 1 | 0.48 | 1 | 0.79 | | | 0.67 |
| 蜘蛛科 Uloboridae | 2 | 1.01 | 3 | 1.32 | 2 | 0.91 | 2 | 0.96 | 3 | 2.38 | | | 2.00 |
| 卷叶蛛科 Dictynidae | 3 | 1.52 | 2 | 0.88 | 3 | 1.36 | 3 | 1.45 | 3 | 2.38 | 3 | 3.09 | 2.80 |
| 类球腹蛛科 Nesticidae | 1 | 0.50 | 1 | 0.44 | | | 1 | 0.48 | | | | | 0.50 |
| 球蛛科 Theridiidae | 19 | 9.60 | 15 | 6.58 | 18 | 8.18 | 11 | 5.31 | 8 | 6.35 | 8 | 8.35 | 13.20 |
| 皿蛛科 Linyphiidae | 17 | 8.55 | 14 | 6.14 | 13 | 5.91 | 18 | 8.69 | 11 | 10.70 | 12 | 12.30 | 14.20 |
| 幽灵蛛科 Pholcidae | | | | | 4 | 1.82 | 3 | 1.45 | | | 3 | 3.09 | 1.67 |
| 园蛛科 Araneidae | 42 | 20.10 | 48 | 21.10 | 43 | 19.50 | 36 | 17.40 | 26 | 20.60 | 12 | 12.40 | 34.50 |
| 肖蛸科 Terraragnathidae | 19 | 5.60 | 20 | 8.77 | 18 | 8.18 | 18 | 8.70 | 9 | 7.14 | 15 | 15.50 | 16.50 |
| 狡蛛科 Dolomedidae | 3 | 1.52 | 5 | 2.19 | 5 | 2.27 | 2 | 0.96 | 2 | 1.59 | | | 2.83 |
| 栅蛛科 Hahnidae | 3 | 1.52 | 4 | 1.75 | 2 | 0.91 | 1 | 0.48 | | | | | 1.67 |
| 漏斗蛛科 Agelenidae | 5 | 2.53 | 11 | 4.83 | 6 | 2.73 | 3 | 1.45 | 2 | 1.59 | 3 | 3.09 | 5.00 |
| 狼蛛科 Lycosidae | 15 | 7.58 | 18 | 7.89 | 17 | 7.73 | 23 | 11.10 | 12 | 9.52 | 20 | 20.50 | 17.50 |
| 管巢蛛科 Clubionidae | 14 | 7.07 | 12 | 5.26 | 16 | 7.27 | 13 | 6.28 | 16 | 6.03 | 8 | 8.25 | 13.20 |
| 平腹蛛科 Gnaphosidae | 2 | 1.01 | 3 | 1.32 | 2 | 0.91 | 2 | 0.96 | 7 | 5.56 | | | 2.67 |
| 盗蛛科 Pisauridae | 2 | 1.01 | 2 | 0.88 | 4 | 1.82 | 1 | 0.48 | 2 | 1.59 | | | 1.83 |
| 猫蛛科 Oxyopidae | 5 | 5.23 | 4 | 1.75 | 4 | 1.82 | 4 | 1.93 | 1 | 0.79 | 2 | 2.06 | 3.33 |
| 蟹蛛科 Thomisida | 8 | 4.04 | 10 | 4.39 | 13 | 5.91 | 9 | 4.35 | 11 | 8.73 | 5 | 5.15 | 9.33 |
| 逍遥蛛科 Philodromidae | 4 | 2.02 | 4 | 1.75 | 3 | 1.26 | 11 | 5.31 | 5 | 4.00 | 4 | 4.12 | 5.17 |
| 巨蟹蛛科 Heteropodidae | 1 | 0.51 | 1 | 0.44 | 1 | 0.45 | 1 | 0.48 | | | | | 0.67 |
| 拟扁蛛科 Seoenopidae | 1 | 0.51 | 1 | 0.44 | 2 | 0.91 | 2 | 0.96 | | | | | 1.00 |
| 栎足蛛科 Ctenidae | 1 | 0.51 | 1 | 0.44 | | | 1 | 0.48 | | | | | 0.50 |
| 跳蛛科 Salticidae | 31 | 15.70 | 48 | 21.10 | 43 | 19.60 | 34 | 16.40 | 7 | 5.56 | 2 | 2.06 | 27.50 |
| 合 计 | 198 | | 228 | | 220 | | 207 | | 126 | | 97 | | |

由表 1 可知,从物种数量和分布范围来看,我国稻田蜘蛛的优势类群依次是园蛛、跳蛛、狼蛛、肖蛸、球蛛、管巢蛛、蟹蛛、逍遥蛛和漏斗蛛科等。

此外,就蜘蛛个体数量而言,绝大多数取样区都以狼蛛、皿蛛和球蛛科最多,其次为跳蛛、肖蛸、管巢蛛和蟹蛛科等。就某一稻田而论,常因用药水平不同而异:用药水平高的,混合种群的发生量,每亩 500~1000 头之间。用药少或不用药的稻田,早稻中、后期,每亩 6~10 万头;晚稻中期,达 8~20 万头。就蜘蛛在稻田内生态分布来看,结网者,因网形不同,又可分为水平圆网、垂直圆网、皿网、三角网、漏斗网和不规则网等若干类型。结网与不结网蜘蛛从水稻叶面到禾蔸基部均有分布:一般说来,地(水)面上有狼蛛、盗蛛和狡蛛等游猎,稻茎部有球蛛、微蛛(*Erigoninae*),稻杆上有锯螯蛛(*Dyschrionnatha*)、亮腹蛛(*Singa*)、跳蛛和狼蛛等活动;叶面上既有管巢蛛定居,又有跳蛛、猫蛛和蟹蛛等游猎,稻蛛顶端之间还有园蛛、肖蛸等蜘蛛布大、中型圆网狩猎,它们各自捕食所占生境内的害虫,为各种害虫布下了“天罗地网”,使许多害虫都难摆脱蜘蛛的控制而暴发成灾。

2.2 蜘蛛优势种对主要害虫的控制效果

2.2.1 田间优势种群相对稳定

稻田蜘蛛优势类群,全国有 8 科 16 种,但在长江流域主要稻区,与飞虱关系最密切的只有 3 科 6 种,即微蛛亚科的草间小黑蛛(*Erionidium graminicola*)或食虫沟瘤蛛(*Ummelita insecticeps*);球蛛科的八斑鞘腹蛛(*Coleosoma octomaculatum*)狼蛛科的拟环纹豹蛛(*Pardosa pseudoannulata*)、拟水狼蛛(*Pirata subpiraticus*)、类水狼蛛(*Pirata piratoides*)。它们性情凶猛,专捕活虫,食量大,而且繁殖力强。中、小型蜘蛛,在长江流域,每年发生 2~7 代,每头雌蛛一生产卵 4~8 次,多达 15 次;每雌一生产卵 400 粒至 600 粒^[4],其孵化率在 95% 以上。加之蜘蛛寿命长,抗逆性强,由此蜘蛛虫口基数大,在田间形成了相对稳定的种群。如草间小黑蛛与食虫沟瘤蛛,早稻前、中期占优势;3 种狼蛛则为早稻后期,晚稻前、中期的优势种;晚稻后期则以八斑鞘腹蛛为主,形成早晚稻期间消长曲线的 3 个主要高峰^[5]。

2.2.2 蜘蛛与飞虱的相关性

季节消长:根据历年蜘蛛与飞虱发生量消长曲线分析,插秧后 15~20 天开始数量回升,6 月中旬至 7 月中旬盛发,微蛛占总蛛量的 62%~82%;早稻后期与晚稻前、中期,狼蛛上升,占总蛛量 15.5%~71.3%,微蛛下降;晚稻后期,八斑鞘腹蛛上升,占 40%~80.4%。褐飞虱与白背飞虱在早稻中、后期与晚稻中、后期盛发,与蜘蛛消长一致^[6]。经相关系数 r 测算, $r=0.53\sim 0.97$ ($\alpha=0.05$),均呈正相关)。

空间分布型:以 Iwao 的 $M^* = \alpha + \beta \bar{X}$ 直线回归方程测算,结果表明:拟水狼蛛的为 $M^* = 0.3113 + 1.8567X$, ($r=0.96, P=0.01$);拟环纹豹蛛的为 $M^* = 0.2289 + 5.2515X$, ($r=0.92, P=0.01$);狼蛛混合种群的为 $M^* = 0.168 + 1.3171X$, ($r=0.9329, P=0.01$); β 值分别为 1.857、5.252、1.317,均大于 1,均属聚集分布,与飞虱空间分布型一致。

生态位:利用 Levins 公式测试了优势种蜘蛛田间生态位宽度值,结果表明,以狼蛛类最高(0.92),微蛛和球蛛次之,(分别为 0.87 和 0.81);应用 Hurlbert 公式测试蛛、虫生态位重叠值,结果以食虫沟瘤蛛,八斑鞘腹蛛与飞虱的生态位重叠值(分别为 0.89 和 0.86)最高;拟环纹豹蛛和拟水狼蛛与飞虱的生态位重叠值(0.70 和 0.74)次之,说明上述优势种蜘蛛对飞虱种群数量的控制力较大,与田间观察情形基本吻合。

2.2.3 蜘蛛对飞虱的控制作用

室内试验结果表明, 在草间小黑蛛和食虫沟瘤蛛与飞虱之比, 最高不超过 1: 6.3; 拟水狼蛛与飞虱成虫之比不超过 1: 10.8, 与飞虱若虫之比不超过 1: 11.2, 若蛛与若虫之比不超过 1: 10.5 的情况下, 蜘蛛基本上能控制飞虱种群的发展, 可为田间用药防治指标的制定提供参考.

田间笼罩试验结果表明, 草间小黑蛛与飞虱在 1: 10 的条件下, 前 2 天日捕食 2 头; 平均虫口下降率为 37.2%; 第 5、6 天, 日捕食 0.7 头, 虫口下降率为 78.5%; 较大的拟环纹豹蛛与类水狼蛛, 在蛛虫比为 1: 20 的条件下, 前 2 天日捕食分别为 6.46、5.97 头, 第 6 天虫口下降率为 88.9% 与 90.9%^[7] (见表 2).

表 2 6 种优势种蜘蛛对飞虱种群的控制效果

Table 2 Predatory efficece of six dominant spiders to rice planthoppers

| 蛛 名 | 蛛虫比 | 重复次数 | 平均日捕食/ 头 | | | 平均下降蛛虫比 | | | 平均虫口下降率/% | | |
|-------|-------|------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| | | | 第 1、2 天 | 第 3、4 天 | 第 5、6 天 | 第 2 天 | 第 4 天 | 第 6 天 | 第 2 天 | 第 4 天 | 第 6 天 |
| 草间小黑蛛 | 1: 20 | 5 | 2 | 1.50 | 0.70 | 1: 6.42 | 1: 2.25 | 1: 2.25 | 37.2 | 62.3 | 78.5 |
| 八斑鞘腹蛛 | 1: 20 | 5 | 1.86 | 1.50 | 0.66 | 1: 6.29 | 1: 4.75 | 1: 2.39 | 37.1 | 66.0 | 77.9 |
| 拟环纹豹蛛 | 1: 20 | 6 | 6.46 | 1.98 | 0.90 | 1: 8.99 | 1: 4.19 | 1: 2.29 | 59.6 | 79.3 | 88.9 |
| 拟水狼蛛 | 1: 20 | 4 | 5.97 | 1.94 | 1.19 | 1: 8.06 | 1: 4.10 | 1: 1.59 | 59.7 | 79.1 | 90.9 |
| 棕管巢蛛 | 1: 20 | 4 | 4.50 | 2.09 | 1.75 | 1: 11.25 | 1: 5.60 | 1: 2.22 | 45 | 70.9 | 88.2 |
| 圆尾肖蛸 | 1: 15 | 4 | 2.88 | 1.88 | 1.25 | 1: 9.25 | 1: 5.50 | 1: 2.75 | 27.5 | 63.7 | 80.0 |
| 空白对照 | 0: 80 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0: 79.30 | 0: 78 | 0: 77 | 0.625 | 2.5 | 3.76 |

室内外实验结果均表明, 上述优势种蜘蛛对飞虱种群数量有较大的控制能力.

2.3 在优化稻田生态系统中的作用

2.3.1 天敌数量上升, 害虫密度下降

通过保蛛治虫, 每亩早稻田 10 次累计的调查蛛量, 1 年区为 1174 头, 2 年区 1284 头, 3 年区 1689 头, 而飞虱总量则分别为 744.5 头、588 头、435 头. 晚稻期间 11 次调查累计, 蜘蛛分别为 1655 头、1693 头、2478 头, 飞虱为 14001、6245、2698 头. 80% 的稻田未达到防治指标. 保蛛区捕食性天敌占调查总数的 55.7%, 其中蜘蛛占 33.7%, 飞虱则占 44.3%; 化学防治田施药 3 次, 捕食性天敌仅占 23%, 其中蜘蛛占 17%, 而飞虱占 77%.

保护蜘蛛亦保护了其它天敌, 据调查, 实施保蛛治虫措施后, 田间天敌日益增多, 如湘阴县, 开展保蛛治虫前, 天敌为 61 种, 保蛛治虫后则增加到 101 种. 按 Mautford 群落相似性指数 (I) 测算, $I = 0.043$, ($P > 0.01$), 保蛛综防田与化防田的生物群落相似性指数差异极显著. 而且, 天敌种群数量上升很快, 如寄生性天敌, 开展保蛛治虫前一般不超过 10% 的寄生率, 保蛛治虫 6 年后调查, 寄生褐稻虱的缨小蜂 (*Anagrus sp.*), 卵寄生率达 50.3%, 寄生黑尾叶蝉的褐腰赤眼蜂 (*Paracentrobia andoi*) 的卵寄生率达 73.1%, 纵卷叶螟幼虫的寄生率达 20.3% ~ 46.4%^[8], 充分发挥了多种天敌对害虫的控制作用, 使稻田生态系统向良性方向发展.

2.3.2 减少农药用量, 稳定生物群落结构

开展以蛛治虫措施后, 需药治面积, 早稻田不到 3%; 晚稻田较为复杂, 用药面积在 20% 左右, 最高的个别稻区亦不超过 50%, 比一般化学防治田可少用药 2~4 次, 大大降低了农药用量。从而使稻田生态系统中的益、害虫群落结构趋于优化状态 and 稳定状态。应用 Shannon-Wiener 多样性指数(H)、均匀性指数(E)和优势度(C)的公式测定了不同用药水平的稻田捕食性天敌群落结构, 结果见表 3。

表 3 不同用药水平的稻田捕食性天敌群落多样性指数(H)、均匀性指数(E)和优势度(C)结构指数比较

Table 3 Community Parameters analysis of spiders in different types of rice field

| 稻田类型 | H | | E | | C | | S | |
|---------|-------|---|-------|---|-------|---|----|---|
| | 值 | 序 | 值 | 序 | 值 | 序 | 值 | 序 |
| 以“蛛治虫”田 | 6.256 | 1 | 0.964 | 1 | 0.528 | 3 | 49 | 1 |
| 施药一次 | 3.609 | 2 | 0.903 | 2 | 0.258 | 2 | 18 | 2 |
| 施药三次 | 2.211 | 3 | 0.713 | 3 | 0.591 | 1 | 12 | 3 |

由表 3 可知, 不同用药水平的稻田捕食性天敌群落结构指数差异明显: 就多样性指数(H)值来看, 开展保蛛治虫的稻田 H 值最高(6.256), 施药三次的稻田 H 值最低(2.211), 前者约为后者的 3 倍多。

一般说来, 当一个群落包含了更多的生物种类, 而且每个种的个体数比较均匀地分布时, 它们之间就易于形成一个较复杂的相互关系, 进而构成了反馈系统。如此, 群落对于环境的变化和干扰或群落内某些种群波动, 因有一个较强大的反馈系统, 而使群落得到较大的缓冲。从能量学的观点来看, 多样性高的群落, 食物链和食物网更趋复杂, 群落中的各成员既可接受多个输入, 又可对其他成员有多个输出, 即群落内部的能流途径更多, 即使其中一个途径受阻, 另外的途径还可补偿。通过“以蛛治虫”后, 稻田中形成的多种捕食者和多种猎物构成的系统, 能使捕食者数量保持比较稳定, 而猎物种群也不致遭受过度捕食而趋于灭亡。所以许多学者认为, 群落多样性越高, 群落结构越复杂, 群落也越稳定, 并且把群落多样性作为其稳定性的一个重要尺度。由此可见, 开展“以蛛治虫”是促使稻田生态系统优化和稳定的一个重要措施。

3 小结与讨论

1) 稻田蜘蛛种类多, 繁殖力强, 发生数量大, 捕食能力强, 优势种突出, 且田间种群相对稳定。与稻田主要害虫的季节消长、生态分布及变态类型一致, 制约关系明显, 有控制害虫种群的良好基础。

2) 保蛛治虫, 措施简便, 易于推广, 而且保护了蜘蛛也就保护了其他天敌, 有利于发挥多种天敌联合控虫作用, 减少农药用量, 降低生产成本, 防止环境污染, 因而生态、经济、社会效益明显, 进一步推广“以蛛治虫”的生防技术有良好的前景。

3) 面向 21 世纪, 建设有我国特色的无公害农业, 必须使生物防治与生态环境保护密切结合, 加强生物高新技术在生防工作的应用研究; 从生防角度看, 一方面要考虑农业系统中植被

结构的合理性, 植被的多样性, 增加生态系统中的空间异质, 有利于天敌种群繁衍, 提高天敌多样性的水平, 充分发挥天敌的自然控制作用, 作为有害生物持续治理的基础; 另一方面, 研制并规范化蜘蛛等天敌对害虫的控制指标体系, 以及和生物农药的配套技术, 作为有害生物持续治理、优化农业生态系统的保障。

致谢 湖南师范大学生物系尹长民教授对本文提出宝贵意见, 特致谢意。

参 考 文 献

- 1 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法, 科学技术文献出版社重庆分社, 1990, 84 ~ 148
- 2 颜亨梅, 王洪全等. 中国稻田蜘蛛多样性研究, 见: 钱迎倩主编. 生物多样性研究进展. 北京: 中国科学技术出版社, 1995, 440 ~ 445
- 3 颜亨梅, 王洪全等. 东北地区农田蜘蛛群落的研究, 见: 中国动物学成立 60 周年纪念论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 197 ~ 208
- 4 王洪全, 周家友. 草间小黑蛛的生物学研究, 动物学报, 1980, 6(1): 54 ~ 66
- 5 王洪全, 周家友. 保护利用蜘蛛防治水稻害虫研究, 植物保护学报, 1985, 10(4): 225 ~ 230
- 6 王洪全, 颜亨梅, 李发荣. 晚稻田蛛虫相考察, 湖南师范大学学报, 1989, 12(1): 73 ~ 80
- 7 湖南师范学院生物系等. 稻田蜘蛛对主要稻虫控制效应, 昆虫天敌, 1980, 2(1): 24 ~ 32
- 8 湖南师范学院生物系等. 稻田蜘蛛大面积利用 试验, 动物学杂志, 1978, (4): 6 ~ 9