田埂留草控制稻飞虱效果及对捕食性天敌多样性影响*

万年峰** 季香云 蒋杰贤*** 黄开华

(上海市农业科学院生态环境保护研究所 上海 201403)

摘 要 为探讨稻田田埂保留杂草控制稻飞虱的效果及对捕食性天敌多样性的影响,以稻田田埂周年性保留杂草为处理,以稻田田埂不保留杂草为对照,对处理区和对照区稻田稻飞虱成若虫、捕食性天敌种类和数量进行系统调查和分析。结果表明,在调查期内(6—10 月),田埂留草稻田百丛稻株稻飞虱数量为(891.11 ± 133.12)头,较非留草稻田减少 35.31%;田埂留草稻田捕食性天敌隶属 5 目 23 科 35 种,而田埂非留草稻田隶属 5 目 21 科 33 种;田埂非留草稻田捕食性天敌优势种为食虫沟瘤蛛 *Ummeliata insecticeps* Boes. *et* Str.、拟水狼蛛 *Pirata subpiraticus* Boes. *et* Str. 和黑肩绿盲蝽 *Cyrtorrhinus livdipennis* Reuter,而田埂留草后优势种为食虫沟瘤蛛 *U. insecticeps*、草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* (Sundevall)、拟水狼蛛和拟环纹狼蛛 *Lycosa pseudoamulata* (Bose. *et* Str.);田埂留草稻田捕食性天敌的个体数量、丰富度、多样性指数分别为(128.89 ± 13.52)、(33.67 ± 0.50)、(4.53 ± 0.04)头/百丛,较田埂非留草稻田分别增加 31.96%、25.73%、5.59%,而优势度指数和均匀性指数没有显著变化。研究结果为发展稻田景观多样化控害提供依据。

关键词 稻田,稻飞虱,捕食性天敌,多样性,杂草

Effect of retaining grass on rice field ridges on rice planthoppers and the diversity of natural enemies of rice pests in rice fields

WAN Nian-Feng** JI Xiang-Yun JIANG Jie-Xian*** HUANG Kai-Hua

(Ecological Environment Protection Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China)

Abstract To determine the effect of retaining grass on rice ridges on rice planthoppers and the diversity of their predatory natural enemies in rice fields, we compared rice fields with grass to those without grasses. The results indicate that the June to October abundance of rice planthoppers per 100 rice plants in rice fields with grass was 891.11 ± 133.12, 35.31% less than in fields without grass. There were 35 species of predatory natural enemies belonging to 23 families and 5 orders in rice fields with grass compared to 33 species of predatory natural enemies belonging to 21 families and 5 orders in rice fields without grass. The dominant species of predatory natural enemies in fields without grass were *Ummeliata insecticeps* Boes. *et* Str., *Pirata subpiraticus* Boes. *et* Str. and *Cyrtorrhinus livdipennis* Reuter, whereas in fields with grass the dominant species were *U. insecticeps*, *Erigonidium graminicolum* (Sundevall), *P. Subpiraticus* and *Lycosa pseudoamulata* (Bose. *et* Str.). The number per 100 rice plants, richness and diversity index of predatory natural enemies in fields with grass were 128.89 ± 13.52, 33.67 ± 0.50 and 4.53 ± 0.04 respectively, which were respectively 31.96%, 25.73% and 5.59% that found in fields without grass. We conclude that maintaining grass on rice field ridges is a potential way to maintain populations of beneficial insects and control rice pests in China.

Key words rice field, rice planthopper, predatory natural enemy, diversity, grasses

---

* 资助项目:上海市科委重大科技攻关项目(08DZ1900401)、国家科技部科技支撑计划(2010BAK69B18)、上海市科委科技攻关专项(10DZ1960100)。

** E-mail:nfwan@hotmail.com

*** 通讯作者,E-mail:jiangjiexian@163.com

收稿日期:2012-01-13,接受日期:2012-03-12

调控和管理非作物生境,能够充分发挥和利用天敌的自然控制作用,进而实施农林害虫可持续治理(Andrew and Rosenheim, 1996;尤民生等, 2004;郑云开和尤民生, 2009)。相对于作物生境,农田非作物生境研究起步较晚(Dambach, 1948),但随着害虫生态调控、生态农业、低碳农业等的提出,这方面的研究在理论和实践上取得了重要进展(Risch *et al.*, 1983;Altieri, 1999;欧阳芳和戈峰, 2011)。田埂杂草是一种重要类型的非稻田生境,保护利用田埂杂草上的天敌资源对于控制稻田害虫具有重要作用(庄西卿, 1989;俞晓平等, 1996;刘雨芳, 2000)。然而,目前稻田田埂杂草控害研究主要集中在田埂杂草上节肢动物群落结构组成及其多样性(李志胜等, 2003;刘雨芳等, 2003;周子杨等, 2011),而田埂保留杂草控制稻田稻飞虱的报道鲜见(罗肖南等, 1986),也未见田埂保留杂草对稻田捕食性天敌结构特征影响的研究报道。为此,本研究以稻田生态系统为研究对象,分析了田埂保留杂草控制稻田稻飞虱的效果及对稻田捕食性天敌多样性的影响,以期为稻田景观多样化控害提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　研究区域概况

试验在江苏省无锡市胡埭镇龙岩村(31.54°N,120.12°E)进行。稻田地处长江三角洲冲积平原前沿,海拔 3.67 m,属于北亚热带南缘东亚季风盛行地区。水稻品种"武运粳 11 号"(武进农科所提供)。稻田田埂杂草主要包括千金子(*Euphorbia lathyris* L.)、稗草(*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.)、水苋菜(*Ammannia baccifera* L.)、游草(*Leersia hexandra* Swartz)等。试验设稻田田埂保留杂草处理区和对照区。稻田田埂保留杂草处理区:周年不防除稻田田埂杂草,任其在田埂茂密生长,田埂杂草带宽约 0.5 m;对照区:常年人工防除稻田田埂杂草,使其处于裸露光滑状态。水稻 6 月中旬移栽,处理和对照各重复 5 次,每块田面积约 0.5 hm^2。每块稻田农事操作相同,农药用量、种类及施药时间一致,杀虫剂主要有阿维菌素、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺、茚虫威、噻嗪酮、吡蚜酮。

1.2　调查方法

参照黄德超等(2005)和钟平生等(2008)的调查方法,每块稻田采用平行跳跃式取样,每次选取 10 点,每点调查稻丛 5 丛。采用目测结合盆拍的方法,系统调查稻飞虱(灰飞虱 *Laodelphgax striatellus* (Fallén)、白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth)和褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål)的成虫和若虫)以及主要捕食性天敌的种类和数量。水稻移栽 10 d 后开始调查,每 15 d 左右调查 1 次,调查时间为 6 月底至 10 月中旬。

1.3　分析方法

采用群落丰富度 S、Shannon-Wiener 多样性指数 $H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i$、Pielou 均匀度指数 $E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i}{\ln S}$ 和 Berger-Parker 优势度指数 $D = N_{max}/N_T$ 进行群落分析,式中 S 为物种数,P_i 为第 i 个物种个体数占总个体数的比例,H_{max} 为 H'的最大理论值,N_{max} 为总群落中某个物种的最大个体数量,N_T 为总群落的个体数量。

1.4　数据处理

本试验数据用 Micosoft Excel 和 SPSS16.0 软件进行统计分析和 Duncan's 新复极差测验法。

2　结果与分析

2.1　稻田田埂保留杂草对稻飞虱的控制效果

2.1.1　对稻田稻飞虱数量的影响　由图 1 可知,田埂留草稻田稻飞虱数量显著小于非留草稻田(F = 24.13, P = 0.001)。经统计分析,田埂留草稻田百丛稻株稻飞虱数量为(891.11 ± 133.12)头,较非留草稻田减少了 35.31%,表明田埂留草能够较好地控制稻田稻飞虱数量。

2.1.2　对稻田稻飞虱数量动态变化的影响　由图 2 可知,田埂留草后稻田稻飞虱数量始终小于非留草稻田,可见田埂保留杂草有利于持续控制稻飞虱数量。调查期间,在水稻生长前期(6 月 28 日)田埂留草稻田稻飞虱数量略低于非留草稻田,但随着水稻生育期的推移,田埂留草措施控制稻田稻飞虱的效果越来越明显。

田埂无论留草与否,稻田稻飞虱数量均出现 3 个时间上同步的高峰值。第 1 次因白背飞虱迁入高峰和灰飞虱发生高峰,7 月 12 日田埂留草稻田百丛稻株稻飞虱数量为 602 头,较非留草稻田减

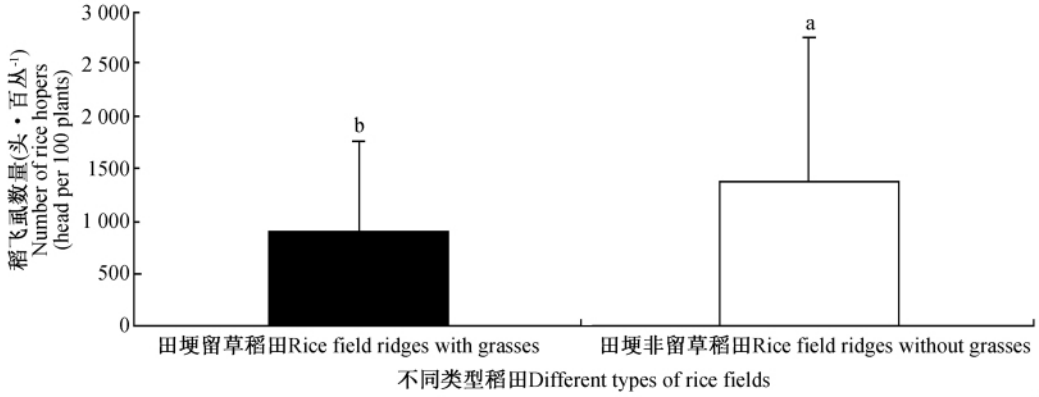

图 1　不同类型稻田稻飞虱数量比较

Fig. 1　Comparison of the number of rice hopper community in different rice fields

图中数据为 9 次调查平均值，不同字母表示差异显著（$P<0.05$）。

Data are means of 9-time investigations; histograms with different letters indicate significantly different at 0.05 level.

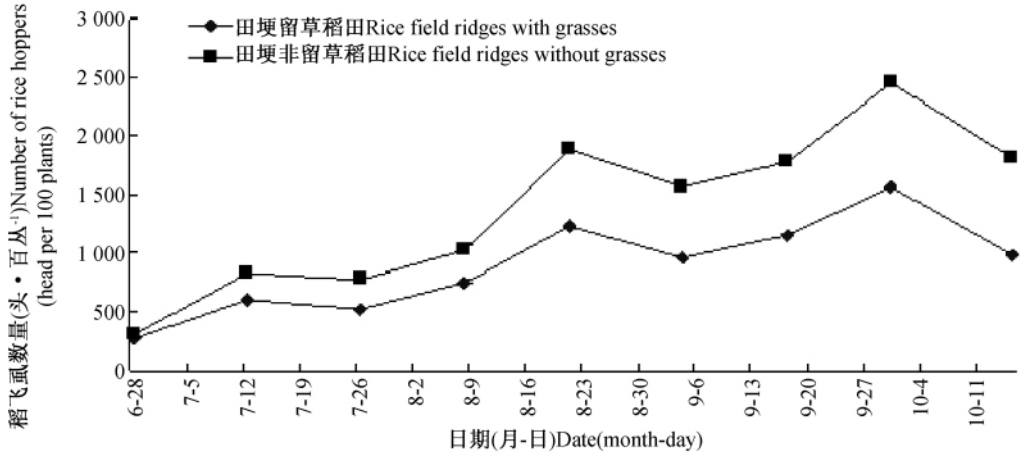

图 2　不同类型稻田稻飞虱数量动态

Fig. 2　Dynamics of number of rice hopper community in different rice fields

少了 27.46%；第 2 次因褐飞虱出现高峰，8 月 21 日田埂留草稻田百丛稻株稻飞虱数量达 1 228 头，较非留草稻田减少了 34.78%；第 3 次因褐飞虱和灰飞虱出现高峰，9 月 30 日田埂留草稻田百丛稻株稻飞虱数量达 1 564 头，较非留草稻田减少了 36.11%。

2.2　稻田田埂保留杂草对捕食性天敌多样性的影响

2.2.1　对稻田捕食性天敌群落结构特征的影响

由表 1 可知，较田埂非留草稻田，田埂留草稻田捕食性天敌的个体数量、丰富度及多样性指数都显著上升，而均匀性和优势度指数没有显著变化；较田埂非留草稻田，田埂留草稻田捕食性天敌的个体数量、丰富度、多样性指数分别增加了 31.96%、25.73%、5.59%。经统计分析，田埂留草稻田捕食性天敌隶属 5 目 23 科 35 种，而田埂非留草稻田隶属 5 目 21 科 33 种，田埂非留草稻田捕食性天敌的优势种为食虫沟瘤蛛 *Ummeliata insecticeps* Boes. *et* Str.、拟水狼蛛 *Pirata subpiraticus* Boes. *et* Str. 和黑肩绿盲蝽 *Cyrtorrhinus lividpennis* Reuter，而田埂留草后优势种群为食虫沟瘤蛛、草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum*（Sundevall）、拟水狼蛛和拟环纹狼蛛 *Lycosa pseudoamulata*（Bose. *et* Str.）。

表 1　不同类型稻田捕食性天敌群落结构特征值比较

Table 1　Comparison on structure characteristics index for predatory natural enemy community in different rice fields

稻田类型 Rice field type	个体数量 Individual number (head)	丰富度 Richness	多样性指数 Diversity index	均匀性指数 Evenness index	优势度指数 Dominance index
田埂留草稻田 Rice field ridges with grasses	128.89 ± 13.52a	33.67 ± 0.50a	4.53 ± 0.04a	0.89 ± 0.03a	0.12 ± 0.01a
田埂非留草稻田 Rice field ridges without grasses	97.67 ± 11.11b	26.78 ± 1.19b	4.29 ± 0.06b	0.90 ± 0.04a	0.13 ± 0.03a

注:表中数据为平均值 ± 标准误;同列不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Data are means ± SE, and followed by different letters in the same column indicate significantly different at 0.05 level.

2.2.2　对稻田捕食性天敌群落结构特征值动态变化的影响　由图 3 可知,6 月底至 10 月中旬,田埂留草稻田捕食性天敌丰富度、个体数和多样性指数一直大于田埂非留草稻田。田埂留草后,稻田蜘蛛数量一直比较庞大,尤其在水稻生长中后期蜘蛛优势种群数量急剧增大,致使水稻生长中后期田埂留草稻田捕食性天敌均匀性指数下降而优势度指数上升。针对捕食性天敌丰富度和个体数,田埂非留草稻田分别在 31 ~ 35、66 ~ 192 之间波动,而田埂非留草稻田分别在 20 ~ 33、51 ~ 154 之间波动;针对捕食性天敌多样性、均匀性和优势度指数,田埂非留草稻田分别在 4.0814 ~ 4.6113、0.8763 ~ 0.9667、0.0980 ~ 0.1705 之间波动,而田埂留草稻田分别在 4.3064 ~ 4.7494、0.8537 ~ 0.9415、0.1052 ~ 0.1384 之间波动。

3　讨论

非作物生境是天敌的栖息地和扩散廊道,对作物生境中天敌群落的建立与发展具有明显的促进和调节作用,进而可以提高天敌对作物生境害虫的控制能力(刘雨芳, 2000;尤民生等, 2004;郑云开和尤民生, 2009)。张文庆等(1998)和张娟等(2011a, 2011b)研究表明:充分利用非稻田生境,能够较好地控制稻田稻飞虱危害。本研究表明,稻田田埂保留杂草对水稻重要害虫稻飞虱也具有较强的控制能力,且这种控害能力在水稻中后期增强,但对稻飞虱类群发生动态的同步性没有明显影响。

非作物生境为天敌提供了避难所或栖境,同时也为天敌提供了花粉、花蜜、蜜露等替代食物资源,这为捕食者的生殖、繁衍、扩增提供了良好的条件。然而,作物生境中捕食者群落组成结构往往取决于非作物生境中捕食者的迁移扩散能力(Rand *et al.*, 2005;Schmidt *et al.*, 2008)。Altieri 和 Todd (1981)研究表明:捕食者能够从非作物生境豌豆和杂草上迁入靶标作物大豆田。本研究也表明,捕食者能够从非稻田生境杂草迁入稻田,田埂留草后稻田捕食者数量和种类都得到了显著提高。

有学者认为非作物生境的斑块性质及空间格局会影响作物生境天敌的组成、结构、多样性、动态(Thies and Tscharntke 1999; Clough *et al.*, 2005)。本研究表明,稻田田埂留草后捕食性天敌类群的丰富度和个体数都显著上升,但其优势种群发生了变化,田埂留草后稻田草间小黑蛛和拟环纹狼蛛已成为优势性天敌,这可能是杂草生境上这两种庞大的天敌迁移扩散至稻田的缘故。田埂留草后稻田捕食性天敌多样性指数显著上升,而均匀性和优势度指数没有显著变化,这可能与田埂留草稻田中捕食性天敌的优势种数量始终较大有关。本研究进行了田埂留草对稻田稻飞虱和捕食性天敌多样性的影响,对稻田其他害虫类群、寄生性天敌及中性类群的影响还有待进一步研究。

参考文献(References)

Altieri MA, 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agricult. Ecosyst. Environ.*, 74 (1/3): 19—31.

Altieri MA, Todd JW, 1981. Some influences of vegetational diversity on insect communities of Georgia soybean fields. *Prot. Ecol.*, 3(4):333—338.

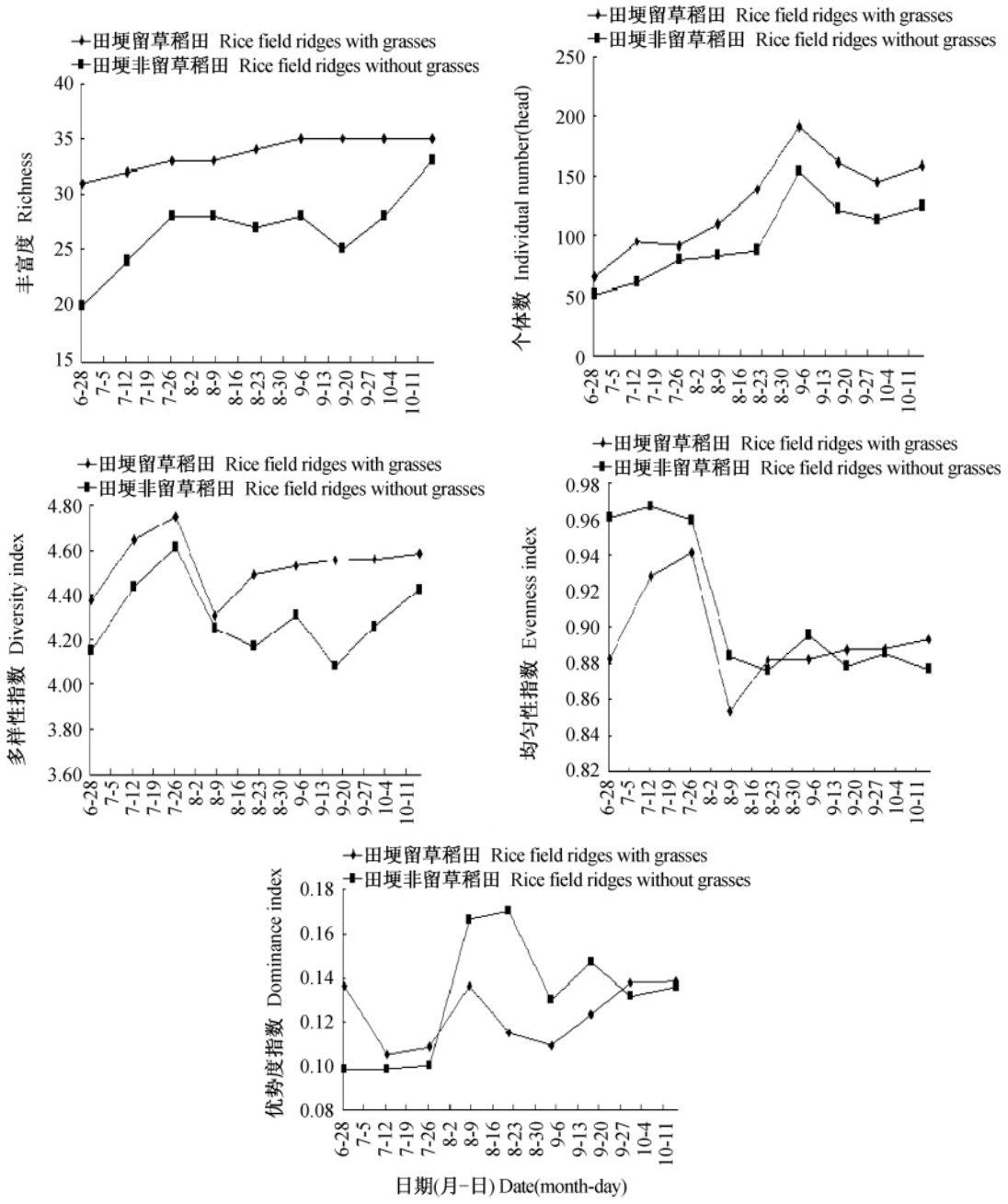

图 3　不同类型稻田捕食性天敌结构特征值动态变化

Fig. 3　Dynamics of predatory natural enemy structure characteristics index in different rice fields

Andrew C, Rosenheim JA, 1996. Impact of a natural enemy overwintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. *Ecol. Entomol.*, 21(2):155—164.

Clough Y, Kruess A, Kleijn D, Tscharntke T, 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. *J. Biogeogr.*, 32(11): 2007—2014.

Dambach CA, 1948. Ecology of Crop Field Border. Columbus: Ohio State University Press. 1—140.

Rand TA, Tylianakis JM, Tseharntke T, 2005. Spillover edge effects: the dispersal of agriculturally subsidized insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecol. Lett.*, 9(5):603—614.

Risch SJ, Andow D, Altieri MA, 1983. Agroecosystem diversity and pest management. *Environ. Entomol.*, 12(3):625—629.

Schmidt MH, Carsten TC, Wolfgang NW, Tschamtke T, 2008. Contrasting responses of arable spiders to the

landscape matrix at different spatial scales. *J. Biogeogr.*, 35(1):157—166.

Thies C, Tscharntke T, 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science*, 285(5429):893—895.

黄德超，曾玲，梁广文，陈忠南，2005. 不同耕种稻田害虫及天敌的种群动态. 应用生态学报，16(11):2122—2125.

李志胜，黄顶成，徐敦明，刘雨芳，侯有明，尤民生，2003. 稻田周围杂草地生境节肢动物群落的物种丰富度、优势度及多样性. 福建农林大学学报(自然科学版)，32(4):425—429.

刘雨芳，2000. 稻田生态系统节肢动物群落结构研究. 博士学位论文. 广州:中山大学.

刘雨芳，汪琼，张古忍，古德祥，陈东，2003. 稻田生态系统中杂草地捕食性节肢动物群落研究. 湘潭师范学院学报(自然科学版)，25(3):72—76.

罗肖南，卓文禧，陈兆华，1986. 田边杂草中捕食性生物与稻田飞虱及其捕食性天敌的相关分析. 福建农学院学报，15(3):220—227.

欧阳芳，戈 峰，2011. 农田景观格局变化对昆虫的生态学效应. 应用昆虫学报，48(5):1177—1183.

尤民生，侯有明，刘雨芳，杨广，李志胜，蔡鸿娇，2004. 农田非作物生境调控与害虫综合治理. 昆虫学报，47(2):260—268.

俞晓平，胡萃，Heong KL，1996. 非作物生境对农业害虫及其天敌的影响. 中国生物防治，12(3):130—133.

张娟，梁广文，曾玲，2011a. 不同稻菜邻作模式对稻纵卷叶螟、稻飞虱及其捕食性天敌的影响. 生态学杂志，30(2):281—289.

张娟，梁广文，曾玲，2011b. 不同稻田生态系统中稻纵卷叶螟、稻飞虱及其天敌密度的差异. 植物保护学报，38(1):1—8.

张文庆，张古忍，古德祥，1998. 稻田生境调节和捕食性天敌对稻飞虱的控制作用. 生态学报，18(3):283—288.

郑云开，尤民生，2009. 农业景观生物多样性与害虫生态控制. 生态学报，29(3):1508—1018.

钟平生，梁广文，曾玲，2008. 有机稻田白背飞虱种群动态及其天敌作用. 植物保护学报，35(4):351—355.

周子杨，黄先才，孟玲，谢桐洲，李保平，2011. 有机稻田埂植物上节肢动物多样性. 生态学杂志，30(7):1347—1353.

庄西卿，1989. 稻田田埂昆虫群落与田埂杂草关系的研究. 生态学报，9(1):35—40.