

大豆、玉米与水稻配置对稻田寄生蜂的影响^{*}

戈林泉^{**} 胡中卫 吴进才^{***}

(扬州大学园艺与植物保护学院 扬州 225009)

摘要 本文研究了稻田生境和非稻田生境间寄生性天敌的迁移扩散规律及其对水稻主要害虫的控制作用。结果表明,寄生蜂从大豆生境扩散到稻田生境的数量显著高于其从玉米生境扩散到稻田生境,而田埂种植玉米的寄生蜂扩散数量与不种植玉米相比无显著性差异。田埂配置大豆的有机稻田内二化螟 *Chilo suppressalis*、三化螟 *Tryporyza incertulas*、稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis cnienee* 和褐飞虱 *Nilaparvata lugens* 的卵寄生率分别为 17.8%, 20.3%, 10.2% 和 12.4%, 与未配置大豆的对照相比分别增加了 4.3%, 7.5%, 2.1% 和 3.4%; 它们的幼虫寄生率分别为 14.7%, 31.7%, 21.3%, 7.3%, 与对照相比分别增加了 5.3%, 9.8%, 5.7% 和 2.8%。而田埂配置玉米的有机稻田的二化螟,三化螟,稻纵卷叶螟和褐飞虱的卵寄生率分别为 10.3%, 14.4%, 8.6% 和 9.3%; 与未配置玉米的对照相比分别降低了 3.2%, 增加 1.6%, 0.5% 和 0.3%; 它们的幼虫寄生率分别为 10.3%, 19.4%, 17.5% 和 2.6%, 与对照相比分别增加了 0.9%, 降低了 2.5%, 增加了 1.9% 和降低了 1.9%。研究结果可为通过建立合理的水稻邻作模式进行害虫生物防治提供重要科学依据。

关键词 生物多样性, 有机水稻, 寄生性天敌, 害虫

Effect of soybeans, corn and rice configurations on the biological control of pest insects

GE Lin-Quan^{**} HU Zhong-Wei WU Jin-Cai^{***}

(School of Horticulture and Plant Protection Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract The movement of natural enemies into organic rice fields beside a ridge on which soybean and maize were planted was compared to that into a control rice field with no soybean or maize crops nearby. We found that significantly more natural enemies moved into rice fields from soybean than from maize habitat. Parasitism rates of the eggs of *Chilo suppressalis*, *Tryporyza incertulas*, *Cnaphalocrocis medinalis cnienee*, and *Nilaparvata lugens* in the organic rice field adjacent to soybeans were 17.8%, 20.3%, 10.2% and 12.4%, respectively, which were 4.3%, 7.5%, 2.1% and 3.4% higher than those observed in the control. Parasitism rates on eggs of the four pests in the organic rice field adjacent to maize were 10.3%, 4.4%, 8.6% and 9.3%, respectively, which were 3.2%, 1.6%, 0.5% and 0.3% lower than in the control. The rates of occurrence of larvae or nymphs of the four pests in rice adjacent to maize were 10.3%, 19.4%, 17.5% and 2.6%, respectively, which were differences of +0.9%, -2.5%, +1.9% and -1.9% respectively, compared with the control. These results provide important information for the biological control of crop pests.

Key words biodiversity, organic paddy, parasitic enemies, pests

保护环境、关注食品安全和可持续发展是当今世界人们普遍讨论与关注的主题(刘志龙等,1999;俞晓平等,1999)。有机水稻作为解决这些问题的良好途径之一,并逐渐受到世界各国的重视。有机水稻的害虫管理是禁止使用任何化学农药,所以其

害虫的管理一直是有机水稻发展中的一个难题,并制约了有机水稻的推广和发展。很多专家和科研人员都对此进行了多方面研究。有研究表明,合理的作物布局能给昆虫天敌提供良好的栖息(张文庆等,1996;王寒等,2007)、保护与增殖场(Altieri and

^{*} 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(200903051)。

^{**}E-mail: lqge1027@163.com; lqge@yzu.edu.cn

^{***}通讯作者, E-mail: jincaiwu1952@sina.com

收稿日期:2013-06-13,接受日期:2013-06-18

Letourneau, 1982; Andow, 1991), 减缓单一作物种植过程中天敌-害虫跟随现象的时滞效应, 及时抑制害虫种群数量的发展 (Chen *et al.*, 2008; 段阳芳和戈峰, 2011)。这方面多见于林果-杂草、稻田-杂草等作物布局方式 (杜相革和严毓骅, 1994; 毛润乾等, 1999; 李志胜等, 2002, 2003)。而水稻-相邻植物配置模式还未见报道。

大豆和玉米是我国重要的粮食作物。王玉正和岳跃海 (1998) 研究表明, 大豆和玉米间作或同穴混播提高了生物多样性, 增强了自然生态控制作用, 田间天敌数量显著增加, 对大豆和玉米的害虫都有很好的控制作用。而且, 非稻田生境也能较大程度影响稻田内天敌对水稻害虫的控制作用 (俞晓平等, 1996, 1997; Way and Heong, 1997)。因此, 在集约化管理的作物系统中很多昆虫在特定时期能够在非作物和农田来回转移扩散, 通过生长季节前期将天敌从非作物生境助迁到农田是一项有效控制农田景观内害虫的手段 (Wissinger, 1997; 欧阳芳等, 2013)。本文通过大豆和玉米配置, 引诱自然天敌, 控制水稻害虫, 旨在为建立合理的水稻邻作模式提供参考依据, 并为稻田生态系统害虫生物防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验地位于上海市崇明县前进农场内。前进农场是上海市有机农业基地, 种植有机稻水稻已有 5 年历史。随机选取一块田, 分为 6 个小区, 每小区约 2 000 m², 小区之间间隔 5 m, 以降低小区间天敌互相扩散的影响。水稻品种为寒优湘晴 (杂交粳稻) (上海闵行区农科院提供), 于 5 月 12 日播种, 6 月 4 日移栽。稻田管理严格按照有机化标准, 不用任何化学农药和肥料。

1.2 大豆和玉米配置处理

于 5 月 25 日将大豆和玉米种子播在小区四周。共有 3 种处理, 第 1 种处理: 第 1, 4 小区中间为有机水稻, 周围为大豆; 第 2 种处理: 第 2, 5 小区中间为有机水稻, 周围为玉米; 第 3 种处理: 第 3, 6 小区中间为有机水稻, 周围没有任何配置植物, 设为对照。配置带宽 1.5 m。配置植物同样严格按照有机化管理。

1.3 寄生性天敌的扩散

寄生性天敌扩散规律用“黏胶板”法 (俞晓平等, 1999) 进行研究。黏胶板用 20 cm × 30 cm 的三合板制成, 高度随水稻与配置植物的生长而变化, 从 40、70 到 100 cm, 共变换了 3 个高度。板上用一层与板同样大小塑料纸覆盖, 纸上均匀涂上一层黏液 (黏液为松香、蓖麻油、甘油和蔗糖按质量比 10:4:3:1 混合后, 加热煮沸熬制而得)。将涂好的黏胶板插在水稻与配置植物之间, 每隔 5 m 设置一块黏胶板, 分有黏液面面向水稻和面向配置植物 (对照为面向水稻和面向稻田外生境) 两个不同方向。每个小区设置 10 块黏胶板, 共 60 块。

1.4 调查方法

1.4.1 天敌鉴定 6 月 17 日开始调查, 每隔 10 d 取下黏胶纸, 然后更换新的黏胶纸。取下的黏胶纸用松香水溶解, 仔细挑出上面的昆虫天敌样品, 放在 80% 的酒精中保存, 然后在体视镜下进行鉴定和计数。寄生性天敌种类鉴定参照刘景文 (1986) 和何俊华和庞雄飞 (1986) 的方法。

1.4.2 寄生率调查 每个小区取 100 个样品, 系统调查各小区二化螟, 三化螟, 稻纵卷叶螟以及褐飞虱的卵块 (粒) 和幼 (若) 虫以及卵、幼虫的天敌的寄生情况。参照 Shepard and Arida (1986) 的方法进行。卵寄生率调查: 将采集的害虫卵块带回实验室保湿于试管内, 每管一块卵, 管口以黑布封住至卵块孵化或寄生蜂羽化结束之后, 镜检寄生蜂种类及卵寄生率; 褐飞虱卵寄生率调查参照毛润乾等 (2002) 的方法。每块田采集稻株连同泥土一起移回实验室, 逐日检查寄生蜂羽化的种类, 计算寄生率。幼虫寄生率调查: 每个处理采集的幼虫带回实验室用新鲜稻株饲养或寄生蜂羽化结束后, 鉴定寄生蜂种类及计算幼虫寄生率 (蒋明星等, 1999)。

1.4.3 物种优势度 采用 Berger-Parker 优势度指数 (D) 表示物种优势度, 计算公式为: $D = N_{\max} \div N_t$, 式中 $N_{\max}$ 为优势种的种群数量, N_t 为全部物种的种群数量。依据正态分布确定分析标准。本研究采用的具体标准为: 当 $D \geq 0.1$ 时, 为优势种; $0.05 \leq D < 0.1$ 时为丰盛种; D 在 $0.01 \sim 0.05$ 之间为常见种; D 在 $0.001 \sim 0.01$ 之间为偶见种, D 低于 0.001 者则为稀少种或罕见种。

2 结果与分析

2.1 大豆和玉米配置类型对稻田寄生性天敌种

类和数量的影响

通过对大豆和玉米相配置的稻田寄生性天敌调查(表 1)表明,寄生蜂种类上在各个处理间无显著性差异。最多的为大豆→水稻及水稻→稻田外扩散的寄生性天敌,累计共 13 个科,最少为稻田外→水稻扩散的天敌,种类 10 个科。而且大豆→水稻及水稻→稻田外扩散多出的天敌均是非优势种。然而,数量上各个处理间有显著性差异。

最多的是大豆→水稻扩散的寄生性天敌,数量为 1 783 头,最少的是稻田外→水稻扩散的天敌,数量为 524 头,相差 1 159 头。从每个配置的天敌扩散来看,大豆→水稻比水稻→大豆扩散的天敌多 299 头;玉米→水稻比水稻→玉米扩散的天敌少 397 头;而对照的天敌扩散为稻田外→水稻比水稻→稻田外少 827 头。

表 1 各个处理间扩散的天敌种类和数量(单位:头/面积)
Table 1 Diffusion of natural enemy species and quantity between the various treated (unit: head/area)

寄生性天敌 Parasitic enemies	处理 Treatment					
	大豆向水稻 Soybean to rice	水稻向大豆 Rice to soybean	玉米向水稻 Maize to rice	水稻向玉米 Rice to maize	水稻向稻田外 Rice to rice field outside	稻田外向水稻 Rice field outside to rice
蚜茧蜂科 Aphidiidae	45	88	84	49	91	24
茧蜂科 Braconidae	628	453	376	402	279	94
姬蜂科 Ichneumonidae	184	153	95	181	58	58
分盾细蜂科 Ceraphronidae	202	147	185	92	99	48
黑卵细蜂科 Scelionidae	344	433	358	532	444	151
缨小蜂科 Mymaridae	86	63	22	111	118	60
跳小蜂科 Encyrtidae	4	21	21	31	47	14
啮小蜂科 Arctiidae	7	0	0	16	22	0
姬小蜂科 Eulophidae	12	20	20	22	19	0
小蜂科 Chalcididae	7	7	7	6	7	0
赤眼蜂科 Trichogrammatidae	88	57	27	106	76	20
垂角细蜂科 Diapriidae	120	42	40	82	88	54
螯蜂科 Dyrinidae	56	0	0	0	3	1

2.2 大豆和玉米配置类型下寄生性天敌优势种(科)扩散的动态

大豆→水稻扩散的寄生性天敌优势种按优势度排分别为,第1优势种为茧蜂科,分别占35.2%,第2优势种为黑卵蜂科,分别占19.3%,第3优势种为分盾细蜂科,占11.3%;水稻→大豆扩散的第1优势种为茧蜂科,占30.5%,第2优势种为黑卵细蜂科,占29.2%,第3优势种为姬蜂科,占10.3%;玉米→水稻扩散的第1优势种为茧蜂科,占30.5%,第2优势种为黑卵细蜂科29.0%,第3优势种为分盾细蜂科,占15.0%;而水稻→玉米扩散的第1优势种为黑卵细蜂科,占32.6%。第2优势种为茧蜂科,占24.6%,第3优势种为姬蜂科,占11.1%;对照处理中,田外→水稻扩散天敌第1优势种为黑卵细蜂科,占28.8%。第2优势种为茧蜂科,占17.9%;水稻→田外扩散的第1优势种黑卵细蜂科,占32.9%,第2优势种为茧蜂科,占20.7%。第3优势种为缨小蜂科,占8.7%。

2.3 寄生性天敌扩散规律及其高峰期

大豆与水稻之间,除了7月14日—7月21日的寄生性天敌扩散数量上大豆→水稻比水稻→大豆的少以外,其余每次都多于水稻→大豆的寄生性天敌扩散数量。然而,在8月18日—8月25

日,这种天敌扩散数量差异最大,达到了188头。而第1优势种茧蜂科的扩散在8月12—8月18日也达到了高峰,占大豆与水稻之间茧蜂科整个扩散数量上的50%左右。玉米与水稻之间,除了8月5日—8月11日的寄生性天敌扩散数量上玉米→水稻比水稻→玉米的多以外,其余均小于水稻→玉米的寄生性天敌扩散数量。玉米→水稻扩散的第1优势种茧蜂科和水稻→玉米扩散的第1优势种黑卵细蜂科均在8月18日—8月25日达到了高峰,分别占各自总量的44.7%和46.4%。对照田块中,水稻→稻田外扩散的寄生性天敌数量一直多于稻田外→水稻;在8月18日—8月25日的寄生性天敌扩散数量上差异最大,达到了250头,扩散的第一优势种黑卵细蜂科进入8月份后一直比较平稳,数量波动不大。

2.4 大豆和玉米配置类型下寄生性天敌对害虫卵和幼虫寄生率的影响

田间系统调查了害虫卵寄生率和幼虫寄生率(图1~图4)。调查结果表明,配置大豆的有机水稻田的二化螟,三化螟,稻纵卷叶螟及褐飞虱的卵寄生率分别为17.8%,20.3%,10.2%和12.4%,与对照相比分别增加了4.3%,7.5%,2.1%和3.4%;二化螟,三化螟,稻纵卷叶螟和褐飞虱的幼虫寄生率分别为14.7%,31.7%,21.3%和7.3%,

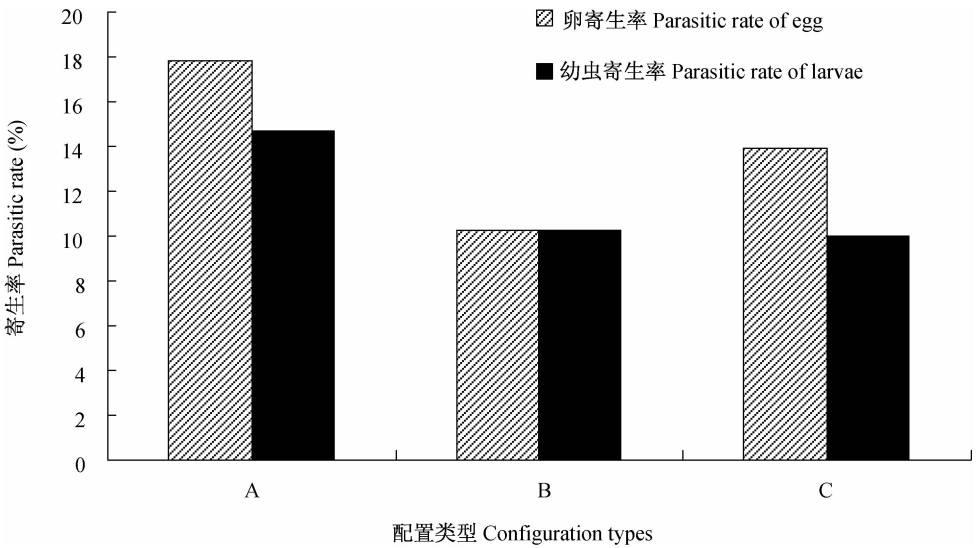


图1 大豆和玉米配置类型下寄生性天敌对二化螟卵和幼虫寄生率的影响

Fig.1 Effects of soybean and maize configuration on parasitism enemies of egg and larva of *Chilo suppressalis*
A:大豆配置; B:玉米配置; C:对照。下图同。
A: soybean configuration; B: corn configuration; C: control. The same below.

与对照相比分别增加了 5.3% ,9.8% ,5.7. % 和 2.8% 。而配置玉米的有机水稻田的二化螟,三化螟,稻纵卷叶螟和褐飞虱的卵寄生率分别为 10.3% ,14.4% ,8.6% 和 9.3% ,与对照相比分别降低了 3.2% ,增加了 1.6% ,0.5% ,0.3% ;二化

螟,三化螟,稻纵卷叶螟和褐飞虱的幼虫寄生率分别为 10.3% ,19.4% ,17.5% 和 2.6% ,与对照相比分别增加了 0.9% ,降低了 2.5% ,增加了 1.9% ,降低了 1.9% 。

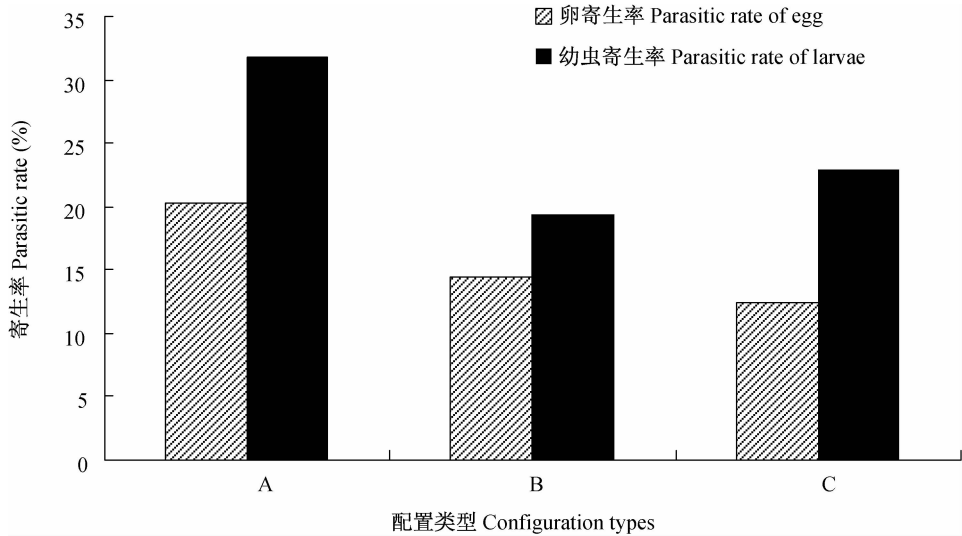


图 2 大豆和玉米配置类型下寄生性天敌对三化螟和幼虫寄生率的影响

Fig.2 Effects of soybean and maize configuration on parasitism enemies of egg and larva of *Tryporyza incertulas*

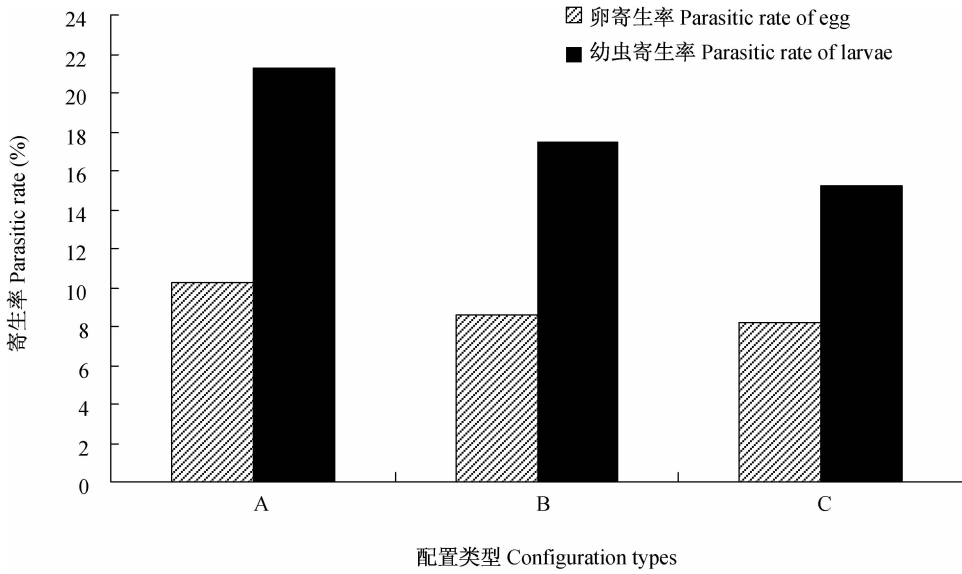


图 3 大豆和玉米配置类型下寄生性天敌对稻纵卷叶螟卵和幼虫寄生率的影响

Fig.3 Effects of soybean and maize configuration on parasitism enemies of egg and larva of *Cnaphalocrocis medinalis*

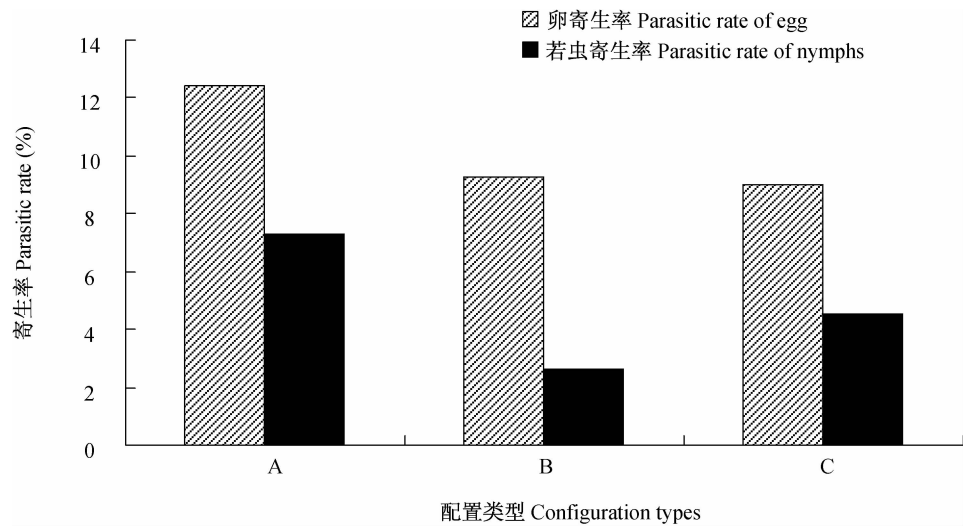


图 4 大豆和玉米配置类型下寄生性天敌对褐飞虱卵和若虫寄生率的影响

Fig. 4 Effects of soybean and maize configuration on parasitism enemies of egg and larva of *Nilaparvata lugens*

3 讨论

生物多样性是指存在于一个生态系统中所有植物、动物、微生物物种彼此间的相互作用,较高的、比较稳定的生物多样性可有效提高生态系统抗干扰能力(李正跃,1997)。在芝麻和棉花间的系统中,芝麻可将棉铃虫从棉花上吸引过来,而在芝麻上的棉铃虫有较高的天敌寄生率(Andow and Rish,1985)。本研究是在有机水稻田周围配置其它作物,通过配置大豆和玉米与稻田生境间天敌的扩散,以提高稻田寄生性天敌的种类和数量,从而控制稻田害虫的暴发。研究表明,在有机水稻田四周种植大豆可以提高稻田寄生性天敌对水稻害虫的控制作用,其中大豆→水稻扩散的优势种茧蜂科和黑卵细蜂科对螟虫(二化螟和三化螟)的卵寄生率比对照均有显著提高,特别是三化螟的幼虫寄生率提高最大,近 10%。配置玉米的有机水稻田害虫(二化螟,三化螟,稻纵卷叶螟和褐飞虱)幼虫寄生率与对照相比无显著性差异,甚至二化螟的幼虫寄生率和褐飞虱的幼虫寄生率都比对照低,这可能因为玉米本身害虫较少,所以吸引的天敌也较少,不能明显影响水稻田天敌的变化。再者,由于玉米长势较差,密度较稀,8 月下旬,玉米已基本枯死,影响了天敌的扩散能力。

农业景观中,非作物生境能够为寄生性天敌提供食物、避难所、适宜的微环境、转移寄主或这些资源的复合体(Landis *et al.*,2000;赵紫华等,

2010;戈峰等,2011;欧阳芳和戈峰,2011)。尤民生等(2004)曾评述了农田非作物生境调控与害虫综合治理的关系。作物栖息地对于很多物种来说是不良环境,更多物种集中在较稳定的非作物栖息和农田边缘(Meek *et al.*,2002)。对很多昆虫尤其植物食性害虫的天敌更是如此(Duelli *et al.*,1999;Schmidt and Tschamtkke,2005)。显然,保护和利用稻田周围的植物多样性,提高和保护非稻田生境中天敌的种类和数量,为稻田提供生物控害,对有机稻的生产具有重要意义,甚至可为整个有机农业的害虫控制问题提供一条可行的思路与方法。

参考文献 (References)

Altieri MA, Letourneau DK, 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystem. *Crop Prot.*, 1(4): 405–430.

Andow DA, Rish SJ, 1985. Predation in diversified agroecosystems: relations between a coccinellid predator, coleomegilla maculate and its food. *J. Appl. Ecol.*, 22(2):357–372.

Andow DA, 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.*, 36:561–586.

Chen LD, Fu BJ, Zhao WW, 2008. Source-sink landscape theory and its ecological significance. *Front. Biol. China*, 3(2):131–136.

Duelli P, Obrist MK, Schmatz DR, 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects.

- Agric. Ecosyst. Environ.* , 74(32):33–64.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM, 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* , 45(1):175–201.
- Meek B, Loxton D, Sparks TH, Pywell RF, Pickett H, Nowakowski M, 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biol. Conserv.* , 106(2):259–271.
- Schmidt MH, Tschamtker T, 2005. Landscape context of sheetweb spider (Araneae: Linyphiidae) abundance in cereal fields. *J. Biogeogr.* , 32(3):467–473.
- Shepard MGS, Arida M, 1986. Parasitism and predation of the yellow stem borer, *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) eggs in transplanted and direct seeded rice. *J. Entomol. Sci.* , 21:26–32.
- Way MJ, Heong KL, 1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice—a review. *Bullet. Entomol. Res.* , 84(4):567–587.
- Wissinger SA, 1997. Cyclic colonization in predictably ephemeral habitats: a template for biological control in annual crop systems. *Biol. Control* , 10(1):4–15.
- 杜相革, 严毓骅, 1994. 苹果混合覆盖植物对害螨和东亚小花蛛的影响. 中国生物防治, 10(3):114–117.
- 戈峰, 吴孔明, 陈学新, 2011. 植物–害虫–天敌互作机制研究前沿. 应用昆虫学报 48(1):1–6.
- 何俊华, 庞雄飞, 1986. 水稻害虫天敌图说. 上海科学技术出版社. 1–291.
- 蒋明星, 祝增荣, 朱金良, 诸茂龙, 廖璇刚, 王正军, 程家安, 1999. 不同生境中水稻二化螟自然寄生情况. 中国生物防治, 15(4):145–149.
- 李正跃, 1997. 生物多样性在害虫综合治理防治中的机制及地位. 西南农业学报, 10(14):115–122.
- 李志胜, 黄顶成, 徐敦明, 2003. 稻田周围杂草生境节肢动物群落的物种丰富度、优势度及多样性. 福建农大大学学报, 32(4):425–429.
- 李志胜, 徐敦明, 庄家祥, 魏观如, 黄永耀, 刘雨芳, 尤民生, 2002. 稻田周围杂草上寄生蜂资源初步调查. 武夷科学, 18:19–23.
- 刘景文, 1986. 水稻主要害虫天敌寄生蜂. 贵州人民出版社. 1–87.
- 刘志龙, 王连生, 杜一新, 俞晓平, 吕仲贤, 郑许松, 梅晓青, 潘慧萍, 1999. 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, 11(6):344–348.
- 毛润乾, 古德祥, 张古忍, 张文庆, 2002. 稻田飞虱卵寄生蜂群落结构和动态的初步研究. 昆虫学报, 45(3):408–412.
- 毛润乾, 古德祥, 张文庆, 张古忍, 1999. 稻田生态系统中褐飞虱卵寄生蜂的种类. 昆虫天敌, 21(1):45–47.
- 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.
- 欧阳芳, 赵紫华, 戈峰, 2013. 昆虫的生态服务功能. 应用昆虫学报, 50(2):305–310.
- 王寒, 唐建军, 谢坚, 陈欣, 2007. 稻田生态系统多个物种共存对病虫害草害的控制. 应用生态学报, 18(5):1132–1136.
- 王玉正, 岳跃海, 1998. 大豆玉米间作和同穴混播对大豆病虫害发生综合效应研究. 植物保护, 1(1):13–15.
- 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. 非作物生境对害虫及其天敌的影响. 中国生物防治, 12(13):130–133.
- 俞晓平, 胡萃, Heong KL, 1997. 不同生境源的稻飞虱卵寄生蜂对寄主的选择性和寄主特性. 昆虫学报, 41(1):41–47.
- 俞晓平, 吕仲贤, 陈建明, 郑许松, 徐红星, 陶林勇, Heong KL, 1999. 水稻害虫及其天敌在生境间迁移的监测方法和原理. 浙江农业学报, 11(6):325–332.
- 张文庆, 张古忍, 古德祥, 1996. 保护利用农田天敌的群落问题探讨. 植物保护学报, 23(4):363–368.
- 赵紫华, 石云, 贺达汉, 杭佳, 赵映书, 王颖, 2010. 不同农业景观结构对麦蚜种群动态的影响. 生态学报, 30(23):6380–6388.