

有机稻田埂植物上节肢动物多样性*

周子杨^{1,2} 黄先才^{1,2} 孟 玲^{1,2} 谢桐洲³ 李保平^{1,2**}

(¹ 南京农业大学植物保护学院, 南京 210095; ² 农作物生物灾害综合治理教育部重点实验室, 南京农业大学, 南京 210095;

³ 江苏省丹阳市稻鸭共作农民专业合作社, 江苏丹阳 212341)

摘 要 对稻鸭共作有机稻和常规稻田埂杂草、大豆和芝麻上的节肢动物群落进行了全季节系统调查, 共采集 2 纲、12 目、76 科、172 种, 其中天敌 103 种 (包括 33 种蜘蛛, 6 种捕食性昆虫和 64 种寄生性昆虫)、植食性昆虫 64 种。结果表明, 蜘蛛和天敌昆虫丰富度以有机稻田埂最大, 其蜘蛛物种数和个体数是常规田埂的 4.5 倍以上, 天敌昆虫物种数和个体数是常规田埂的 1.5 倍以上。比较田埂植物上昆虫多样性表明, 在有机稻田, 大豆和杂草田埂上的昆虫物种丰富度最大 (71), 其次是芝麻 (62), 而杂草上的 Shannon 多样性指数最大; 在常规稻田, 大豆田埂上昆虫丰富度 (52) 和 Shannon 多样性指数最大, 杂草上的昆虫 Shannon 多样性指数最小。有机田埂杂草上蜘蛛和飞虱发生动态有明显的跟随现象, 由于喷施杀虫剂防治飞虱, 常规田埂杂草上的蜘蛛和飞虱数量都处于较低水平, 且没有明显的跟随现象。调查结果说明, 有机稻田比常规稻田更有利于天敌的保护, 在常规管理模式下田埂种植大豆和芝麻对稻田节肢动物群落保护具有积极作用。

关键词 稻鸭共作; 非稻田生境; 有机农业; 害虫防治; 生物多样性

中图分类号 Q968.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2011)7-1347-07

Arthropod diversity on plants at field margins of organic farming paddy rice. ZHOU Ziyang^{1,2}, HUANG Xian-cai^{1,2}, MENG Ling^{1,2}, XIE Tong-zhou³, LI Bao-ping^{1,2**} (¹College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; ²Key Laboratory of Integrated Management of Crop Diseases and Pests, Ministry of Education, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; ³Rice-duck Peasant Society of Danyang City, Danyang 212341, Jiangsu, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2011, 30(7): 1347–1353.

Abstract: An investigation was conducted on the arthropod community on the plants (weeds, soybean, and sesame) at the margins of both organic farming paddy rice-duck field and conventional paddy field with wheat-rice rotation in East China across rice growth season. A total of 172 arthropod species belonging to 76 families, 12 orders, and 2 classes were collected, including 103 species of natural enemies (33 spiders, 6 predatory insects, and 64 parasitoid species) and 64 species of phytophagous insects. At the margins of organic farming paddy rice-duck field, the species richness and abundance of the spiders and insect natural enemies on the plants were >4.5 times and >1.5 times greater than those at the margins of conventional paddy field, respectively. The insect species richness at the margins of organic farming paddy rice-duck field was the highest on soybean and weeds (71), followed by on sesame (62), and the Shannon index was the highest on weeds; while at conventional paddy field margins, the insects on soybean had the highest richness (52) and Shannon index, and those on weeds had the smallest Shannon index. An obvious link was observed in the seasonal variations of the abundance between spiders and rice planthoppers on the weeds at organic farming paddy rice-duck field margins, but not observed at conventional paddy field margins probably due to the application of pesticides for the control of rice planthoppers. This investigation indicated that, compared with conventional paddy field, organic farming paddy rice-duck field was more beneficial to the protection of natural ene-

* 国家公益性行业 (农业) 科研项目 (200803032, 201103002) 和“十一五”国家科技支撑计划重点项目 (2008BADA5B06) 资助。

** 通讯作者 E-mail: lbp@njau.edu.cn

收稿日期: 2011-04-01 接受日期: 2011-04-26

mies, and planting soybean and sesame at conventional paddy field margins had positive effects on the conservation of arthropod community in paddy field.

Key words: paddy rice-duck integrated farming system; non-paddy field habitat; organic agriculture; pest control; biodiversity.

生境与植被多样性对天敌的迁移能力有非常重要的作用。研究表明,非作物生境中的植物种类及其多样性对天敌的利用具有调控作用(俞晓平等,1996;Andrew & Rosenheim,1996;刘雨芳等,2000),并且能够制约作物害虫的发生数量及其危害程度(Alteri,1999)。因此在生产实践中,可以通过改变大田周围非作物生境的植被组成及其他特征来改变稻田生态系统中害虫与天敌的相互关系,提高天敌对害虫的控制(姜永根等,1999)。

生境管理作为防治稻田害虫的一种手段,必须更多地了解非稻田生境中的天敌和害虫多样性及天敌害虫间的联系。目前有不少文献报道有机稻田生物多样性情况(钟平生等,2005,2010;袁伟等,2010),以及非稻田杂草生境中动、植物群落(庄西卿,1989;余柳青等,1999)。对非稻田生境的研究主要集中在卵寄生蜂群落动态(俞晓平和胡萃,1996;毛润乾等,2000)、稻田周围杂草地节肢动物群落多样性的研究以及单一和多样化生境节肢动物群落结构比较(刘雨芳和古德祥,2004)。仅有少量关于多样性非稻田生境下稻田节肢动物群落研究(陶芳玲等,1996),而对稻田周围除杂草以外其他作物上的节肢动物群落研究尚缺报道。

芝麻花期长,是重要的蜜源植物(刘珍珍和刘安民,2002),通过研究提出在稻田田埂上种植芝麻可以提高稻田寄生蜂控制稻飞虱、稻纵卷叶螟的能力;大豆田节肢动物群落物种丰富,物种构成复杂(杨微等,2008;吴仁波等,2010),且大豆生长能力强,肥水较差的条件下也能种植。大豆是华东地区中晚稻田周边常见的条带作物,芝麻生长期与水稻相近,且都是常见的田埂种植作物。本试验采用改进的吸虫器(Arnold,1994;Stewart & Wright,1995)对稻田生态系统中杂草、大豆和芝麻3种非稻田生境中的节肢动物进行了系统调查,并分析了不同类型田3种非稻田生境中各功能节肢动物的多样性情况,以为非稻田生境的管理提供科学的参考。

1 材料与方法

1.1 调查地点与生境

调查在江苏省丹阳市延陵镇西洲村丹阳市稻鸭

共作农民合作社的有机稻和常规稻田埂上进行。有机稻田采取稻鸭共作技术,机器插秧(品种“W3386”)后7~10 d释放初孵“镇江役鸭”雏鸭,每667 m²释放15~18只(沈晓昆等,2007),每天早晚各饲喂(玉米、麦麸等)1次;不施用任何化肥和农药。常规稻田不放鸭,其余同有机稻田;喷施2%阿维菌素乳油、噻嗪酮(扑虱灵25%可湿性粉剂)和苯甲·丙环唑(嘉润30%乳油)等防治害虫。

在有机稻田和常规稻田区各选取3畦,每畦面积分别为2334.5和3188.26 m²,田埂宽1.0~1.2 m。对田埂作3个种植处理:大豆(*Glycine max*)(播种)、芝麻(*Sesamum indicum*)(移苗)和对照(杂草)。其中,有机稻田埂种植大豆长10 m、宽2 m,种植芝麻长17 m、宽2 m;常规田埂种植大豆长20 m、宽1.8 m,种植芝麻长29 m、宽1.8 m。所种作物与稻田田埂间有1 m宽的水渠相隔。大豆于6月下旬种植,9月下旬收割;芝麻于7月上旬种植,9月下旬收割。对照田埂上的杂草主要有马唐(*Digitaria sanguinalis*)、空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、香附子(*Cyperus rotundus*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、广布野豌豆(*Vicia cracca*)、稗(*Echinochloa crus-galli*)、无芒稗(*Echinochloa crusgali* var. *mitis*)和红蓼(*Polygonum orientale*)等。

1.2 调查方法

用VORTIS昆虫采样器(产地:英国)抽样采集,该采样器适宜在草本植物上采集,对体型小的种类具有较好的采集效果(Arnold,1994;Stewart & Wright,1995)。于每种田埂植物(大豆、芝麻和杂草)上随机选取3个样点进行采集,每样点取样面积约1.2 m²,连续抽吸约20 s;大豆和芝麻自出苗开始取样,在取样面积内逐株自下而上进行采集。每10 d采样1次,每一样点标本单独保存,带回室内整理分类鉴定。

1.3 数据分析

在分析物种多样性指数中,由于群落的物种丰富度随抽样强度增大而提高,如果以每个样方为基本单位统计物种丰富度(均值),将会低估群落的物种丰富度,而只能获得所谓的“物种密度”(Gotelli &

Colwell,2001)。对此,将每处理抽查的样方合并后,计算 Shannon 多样性指数、Pielou 均匀度指数以及 Simpson 优势集中性指数(张孝曦,2001)。

在分析天敌多样性与飞虱数量的季节消长动态中,以每一样本为单位统计均值的变异,用方差分析比较有机稻田和常规稻田田埂植物之间的差异。

2 结果与分析

2.1 节肢动物物种多样性

2.1.1 节肢动物物种组成 共鉴定出节肢动物 2 纲 12 目 76 科 172 种,其中昆虫纲 10 目 66 科 139 种,蛛形纲 10 科 33 种;捕食性天敌 7 种,寄生性天敌 64 种,植食性昆虫 64 种,中性昆虫 4 种。有机田的芝麻田埂、大豆田埂和杂草田埂分别采集到节肢动物 80 种、86 种和 89 种,常规田的芝麻田埂、大豆田埂和杂草田埂分别采集到节肢动物 42 种、61 种和 65 种。

2.1.2 节肢动物群落的多样性指数 1) 昆虫群落。由表 1 可以看出,物种丰富度有机田大豆田埂(71)与杂草田埂(71)接近,常规田芝麻田埂(38)最少;个体数量以有机田大豆田埂(2788)最多,芝麻田埂(1538)最少;而常规田杂草田埂(1319)最多,芝麻田埂(195)最少。有机田埂和常规田埂作比较,整体表现物种丰富度、个体总数和 Simpson 优势集中性指数有机田埂大于常规田埂,Shannon 多样性指数和 Pielou 均匀度指数常规田埂大于有机田埂。芝麻田埂作比较,有机田埂 Shannon 多样性指数和 Pielou 均匀度指数(1.667,0.404)小于常规田埂(2.796,0.769),Simpson 优势集中性指数(0.434)大于常规田埂(0.120);大豆田埂作比较,有机田埂 Simpson 优势集中性指数(0.695)大于常规田埂(0.055),Shannon 多样性指数和 Pielou 均匀度指数(1.017,0.239)小于常规田埂(3.355,0.849);杂草田埂作比较,同芝麻田埂。有机田埂内各作物比较,杂草田埂 Shannon 多样性指数(2.183)和 Pielou 均匀度指数(0.512)最高,Simpson 优势集中性指数最低(0.243),大豆田埂 Shannon 多样性指数(1.017)和 Pielou 均匀度指数(0.239)最低,Simpson 优势集中性指数(0.695)却最高;常规田埂各作物比较则与有机田埂相反。Shannon 多样性指数和 Pielou 均匀度指数有机田大豆田埂最低,常规田大豆田埂最高,Simpson 优势集中性指数则是有机田大豆田埂最高,常规田大豆田埂最低。

表 1 有机稻和常规稻田埂昆虫群落的多样性特征
Table 1 Diversity indices of insects at organic and conventional paddy field margins

田埂类型	丰富度	个体数量	Shannon 多样性 指数	Pielou 均匀度 指数	Simpson 优势集 中性指数	
有机	芝麻	62	1538	1.667	0.404	0.434
	大豆	71	2788	1.017	0.239	0.695
	杂草	71	1961	2.183	0.512	0.243
常规	芝麻	38	195	2.796	0.769	0.120
	大豆	52	221	3.355	0.849	0.055
	杂草	49	1319	1.867	0.480	0.301

2) 蜘蛛群落。由表 2 可以看出,有机田埂和常规田埂作比较,整体表现物种丰富度、个体数量和 Shannon 多样性指数有机田埂大于常规田埂;Pielou 均匀度指数和 Simpson 优势集中性指数常规田埂大于有机田埂。芝麻田埂作比较,有机田埂 Shannon 多样性指数(2.478)大于常规田埂(1.332),Pielou 均匀度指数和 Simpson 优势集中性指数(0.858,0.122)小于常规田埂(0.961,0.280);大豆田埂作比较,有机田埂 Shannon 多样性指数(2.366)大于常规田埂(1.923),Simpson 优势集中性指数(0.122)小于常规田埂(0.176),Pielou 均匀度指数(0.873)与常规田埂(0.875)相当;杂草田埂作比较,有机田埂各指数(2.151,0.744,0.180)与常规田埂(2.176,0.785,0.161)均相似。有机田埂内作物比较,芝麻田埂各指数(2.478,0.858,0.122)和大豆田埂(2.366,0.873,0.122)相当,杂草田埂 Shannon 多样性指数(2.151)和 Pielou 均匀度指数(0.744)最低,Simpson 优势集中性指数(0.180)最高。常规田埂内各作物比较,杂草田埂 Shannon 多样性指数最高(2.176),Pielou 均匀度指数(0.785)和 Simpson 优势集中性指数(0.161)最低;芝麻田埂则相反。

表 2 有机稻和常规稻田埂蜘蛛群落的多样性特征
Table 2 Diversity indices of spiders at organic and conventional paddy field margins

田埂类型	丰富度	个体数量	Shannon 多样性 指数	Pielou 均匀度 指数	Simpson 优势集中 性指数	
有机	芝麻	18	69	2.478	0.858	0.122
	大豆	15	81	2.366	0.873	0.122
	杂草	18	155	2.151	0.744	0.180
常规	芝麻	4	5	1.332	0.961	0.280
	大豆	9	28	1.923	0.875	0.176
	杂草	16	112	2.176	0.785	0.161

2.2 节肢动物主要功能群的物种多样性

2.2.1 各功能群节肢动物丰富度和个体数量 由表3、表4可见,物种丰富度和个体数呈现有机田埂大于常规田埂、杂草田埂大于大豆田埂和芝麻田埂的格局;杂草上的寄生性天敌和植食性昆虫在数量上占优势。在这5种类群中,植食性昆虫以叶蝉和蓟马数量最多;寄生性天敌以茧蜂科最多,缨小蜂科和缘腹细蜂科次之;捕食性天敌以瓢甲科昆虫为主;中性昆虫以弹尾虫数量最多;蜘蛛类则是沟渠豹蛛数量最多。

蜘蛛和天敌昆虫的丰富度和个体数都是有机田埂最多;以田埂芝麻作比较,有机田埂物种数和个体数分别是常规田的1.9倍和6倍,天敌和蜘蛛物种丰富度分别是常规田埂的1.8倍和4.5倍;以田埂大豆作比较,有机田埂物种数和个体数分别是常规田埂的1.4倍和10倍,天敌和蜘蛛物种丰富度是常规田埂的1.5倍和4.7倍;以杂草作比较,有机田埂物种数和个体数均是常规田埂的1.5倍,天敌和蜘蛛物种丰富度分别是常规田埂的1.7倍和9.8倍。在同一类型稻田中,除害虫外,其他节肢动物物种数和个体数均以杂草田埂>大豆田埂>芝麻田埂;有机田埂植食性昆虫物种数以芝麻田埂>大豆田埂>杂

表3 有机稻与常规稻田埂节肢动物丰富度
Table 3 Species richness of arthropods at organic and conventional paddy field margins

亚群落	有机稻田埂			常规稻田埂		
	芝麻	大豆	杂草	芝麻	大豆	杂草
捕食性昆虫	5	5	6	3	4	3
寄生性昆虫	22	32	38	12	20	23
天敌昆虫合计	27	37	44	15	24	26
植食性昆虫	32	31	23	22	25	20
中性昆虫	3	3	4	1	3	3
蜘蛛	18	15	18	4	9	16
总计	80	86	89	42	61	65

表4 有机稻与常规稻田埂节肢动物个体数量
Table 4 Abundances of arthropods at organic and conventional paddy field margins

亚群落	有机稻田埂			常规稻田埂		
	芝麻	大豆	杂草	芝麻	大豆	杂草
捕食性昆虫	59	50	20	69	14	8
寄生性昆虫	34	61	215	16	34	107
天敌昆虫合计	93	111	235	85	48	115
植食性昆虫	1425	2600	839	105	161	508
中性昆虫	20	77	887	5	12	696
蜘蛛	69	81	155	5	28	112
总计	1607	2869	2116	200	249	1431

草田埂,个体数以大豆田埂>芝麻田埂>杂草田埂,芝麻田埂物种数和个体数分别是杂草田埂的1.4倍和1.7倍,大豆田埂物种数和个体数分别是杂草田埂的1.4倍和3.1倍;常规田埂害虫丰富度以大豆田埂>芝麻田埂>杂草田埂,个体数以杂草田埂>大豆田埂>芝麻田埂;芝麻田埂和大豆田埂物种数分别是杂草田埂的1.1倍和1.3倍,杂草田埂个体数分别是芝麻田埂和大豆田埂的4.8倍和3.2倍。

2.2.2 主要害虫和天敌类群的物种丰富度 从表5可以看出,非稻田生境中存在着丰富的天敌类群,虽然在不同的生境中节肢动物天敌的物种组成有一定的差异,但蜘蛛和寄生蜂均为主要类群。有机田和常规田芝麻田埂作比较,有机田芝麻田埂狼蛛科、球蛛科、飞虱科和小蜂科的物种丰富度是常规田芝麻田埂的两倍,蟹蛛科则是常规田芝麻田埂的3倍;以大豆田埂为例,有机田大豆田埂狼蛛科、小蜂科、缨小蜂科、叶蝉科和缘腹细蜂科物种丰富度是常规田大豆田埂的1.5倍,有机田大豆田埂皿蛛科、圆蛛科、金小蜂科、跳小蜂科和叶甲科物种丰富度是常规田大豆田埂的两倍,有机田大豆田埂肖蛸科、姬

表5 有机稻与常规稻田埂上昆虫主要科的物种丰富度
Table 5 Species richness of main families at organic and conventional paddy field margins

功能团	科名	有机稻田埂			常规稻田埂		
		芝麻	大豆	杂草	芝麻	大豆	杂草
天敌	狼蛛科 Lycosidae	2	3	4	1	2	3
	皿蛛科 Linyphiidae	3	2	2	0	1	3
	球蛛科 Theridiidae	2	1	0	1	1	1
	跳蛛科 Salticidae	3	2	2	0	2	2
	肖蛸科 Tetragnathidae	2	3	3	0	1	3
	蟹蛛科 Thomisidae	3	2	4	1	2	3
	圆蛛科 Araneidae	3	2	1	0	1	0
	锥角细蜂科 Diapriidae	1	1	2	0	1	2
	缘腹细蜂科 Scelionidae	2	3	5	0	2	3
	姬蜂科 Ichneumonidae	1	1	2	0	1	1
	茧蜂科 Braconidae	1	7	5	1	5	5
	姬小蜂科 Eulophidae	3	3	7	3	1	3
	金小蜂科 Pteromalidae	2	2	2	0	1	3
	跳小蜂科 Encyrtidae	2	2	3	2	1	2
	小蜂科 Chalcididae	7	6	0	4	4	0
	缨小蜂科 Mymaridae	3	3	5	0	2	0
植食性昆虫	长蝽科 Lygaeidae	1	0	2	0	1	1
	盲蝽科 Miridae	2	3	2	2	1	2
	蚜总科 Aphidoidea	2	2	1	2	0	0
	叶蝉科 Cicadellidae	2	3	3	3	2	1
	飞虱科 Delphacidae	2	2	1	1	1	1
	瓢甲科 Coccinellidae	2	3	3	0	3	2
	象甲科 Curculionidea	1	1	2	1	1	2
	叶甲科 Chrysomelidae	1	2	0	4	1	2

小蜂科和盲蝽科物种丰富度是常规田大豆田埂的3倍;以杂草田埂作比较,有机田杂草田埂姬蜂科、长蝽科和姬小蜂科物种丰富度是常规田杂草田埂的两倍。在有机田埂中,芝麻田埂、大豆田埂和杂草田埂各物种丰富度差异不大;在常规田埂内,杂草田埂皿蛛科、肖蛸科、姬小蜂科和金小蜂科的物种丰富度是大豆田埂的3倍,锥角细蜂科、跳小蜂科、盲蝽科、象甲科和叶甲科是大豆田埂的两倍,狼蛛科、蟹蛛科和缘腹细蜂科是大豆田埂的1.5倍。

2.3 天敌多样性与飞虱数量的季节消长动态

图1a可知,有机田杂草田埂蜘蛛物种数变化较为平稳,在7月下旬高于常规田杂草田埂,而9月以后低于常规田杂草田埂。常规田杂草田埂物种数8月有个较低的水平,9月27日以后蜘蛛的种类数呈下降趋势。图1b可知,有机田杂草田埂寄生蜂种类数基本大于常规田杂草田埂。常规田杂草田埂上由于施药影响寄生蜂种类数变化较大,8和9月中旬处于较低的水平。蜘蛛和寄生蜂在9月中旬之后逐渐增加,寄生蜂数量在9月27日以后逐渐减少。

有机田杂草田埂蜘蛛数量高于常规田杂草田埂,有机田杂草田埂飞虱数量高于常规田杂草田埂

(图2)。有机田杂草田埂飞虱数量根据飞虱田间发生动态7月11日开始缓慢增长,9月中旬以后迅速的增长,蜘蛛和飞虱有较为明显的跟随现象。常规田埂蜘蛛和飞虱个体数量受田间施药和多雨大风天气等因素影响,9月中旬以后蜘蛛和飞虱数量都处于较低水平。

有机田和常规田大豆田埂上的蜘蛛和飞虱数量均高于芝麻田埂;有机田埂和常规田埂蜘蛛数量在8月29日最大,飞虱数量有机田埂8月16日最大,

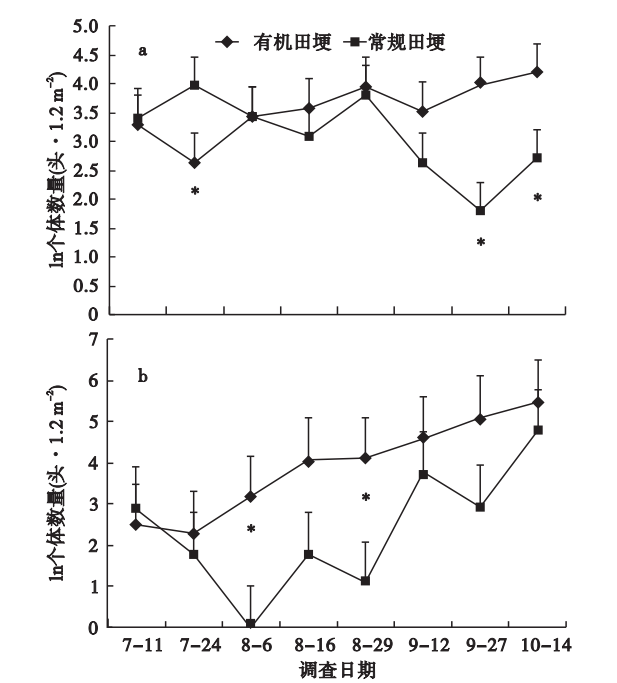


图2 有机稻与常规稻田埂杂草上蜘蛛(a)与飞虱(b)个体数量动态
Fig.2 Seasonal variation in abundance of spiders (a) and planthoppers (b) on weeds at organic and conventional paddy field margins
数值为平均值+标准差; * $P < 0.05$ 。

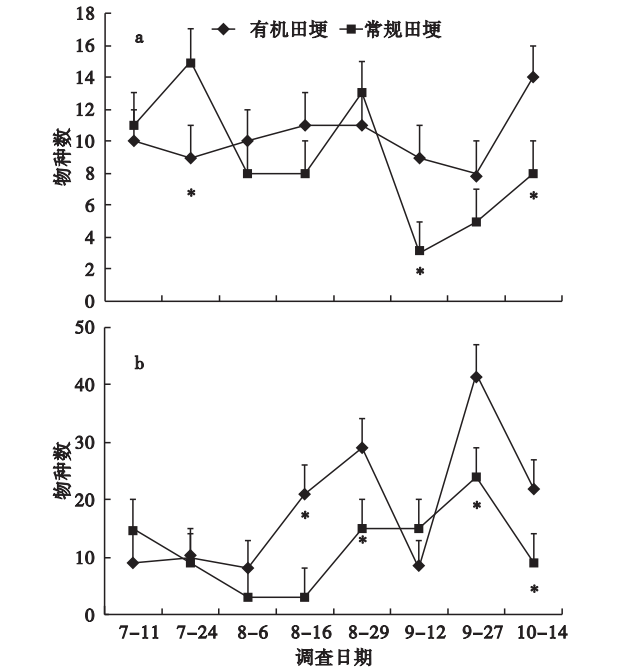


图1 有机稻与常规稻田埂杂草上蜘蛛(a)和寄生蜂(b)物种丰富度季节动态
Fig.1 Seasonal variation in species richness of spiders (a) and parasitoids (b) on weeds at organic and conventional paddy field margins
数值为平均值+标准差; * $P < 0.05$ 。

表6 有机稻与常规稻田埂大豆和芝麻上蜘蛛与飞虱个体数量动态
Table 6 Seasonal abundances of spiders and planthoppers on sesame and soybean at organic and conventional paddy field margins

类群	日期	有机田埂		常规田埂	
		芝麻	大豆	芝麻	大豆
蜘蛛	8-6	21	7	4	4
	8-16	4	9	0	0
	8-29	38	51	0	16
	9-12	6	14	1	8
	9-27	0	4	0	0
飞虱	8-6	0	4	0	0
	8-16	2	11	0	2
	8-29	2	3	0	0
	9-12	0	0	1	11
	9-27	0	0	0	0

常规田埂9月12日最大;有机田芝麻田埂和大豆田埂蜘蛛与飞虱有一定的跟随关系,常规田芝麻田埂和大豆田埂数量都较少(表6)。

3 讨论

本研究表明,有机田各类型田埂节肢动物(昆虫和蜘蛛群落)丰富度和个体数都高于常规田各类型田埂,说明稻鸭共作有利于节肢动物群落的保护。这与此前的研究报道一致(杨治平等,2004)。群落的多样性在一定程度上反映了群落的稳定性。本研究中,常规田大豆田埂和芝麻田埂节肢动物群落 Shannon 多样性指数和 Pielou 均匀度指数都较高,表明群落较为稳定。同时,两种类型生境中寄生性昆虫和蜘蛛所占比例较高,可见这两种类型生境对水稻害虫天敌种群的保存和发展有重大的影响。因此,在常规管理模式种植大豆和芝麻对稻田节肢动物群落维护有积极的作用,适当保留田埂杂草和多样化植被有利于稻田节肢动物保护。由于有机田大豆田埂昆虫群落物种丰富,中性昆虫和寄生蜂数量也大,其 Simpson 优势集中性指数变高,相对使得其 Shannon 多样性指数和 Pielou 均匀度指数变低;另有一方面,田埂大豆上蜘蛛能较少的受到稻田常规管理模式带来的影响,其物种丰富度、Shannon 多样性指数和 Pielou 均匀度指数较高, Simpson 优势集中性指数较低。大量中性昆虫的存在能够更好地为多种天敌提供丰富的营养补充和过渡寄主,有利于天敌群落的保存和发展。有机田芝麻田埂 Shannon 多样性指数最高,常规田芝麻田埂的 Shannon 多样性指数最低且 Pielou 均匀度指数和 Simpson 优势集中性指数最高,原因在于常规芝麻上采集到的蜘蛛物种数和个体数(4,5)都最低。

非稻田生境的寄生蜂和蜘蛛是稻田寄生蜂和蜘蛛的种库(古德祥等,1999),故利用非作物生境种植或保护有利于天敌的植物,可有效促进天敌的控害效应(Landis *et al.*, 2000)。本研究表明,有机田埂寄生蜂和蜘蛛种类与个体数明显大于常规田埂。这显然与有机田不施用化学杀虫剂有很大的关系。另外,田埂杂草上的天敌丰富度高于大豆和芝麻。但由于种植经济作物可提高收入,所以农民种植经济作物的积极性较高,在华东水稻种植区习惯于种植大豆或芝麻,大豆和芝麻不仅为稻田蜘蛛提高栖

息场所,而且可以为寄生性天敌提供花蜜补充营养(尤其芝麻),故综合考虑建议种植大豆或芝麻,以促进天敌控害作用。

了解害虫与天敌数量变化的时序动态特点,不仅是非有机作物田开展化学防治的依据,也是有机作物田利用生物杀虫剂进行害虫防治的基础(Zehnder *et al.* 2007)。对天敌多样性以及蜘蛛、飞虱发生情况的时序动态调查表明,在有机稻田埂的杂草上,蜘蛛对飞虱有较为明显的跟随,而常规田埂则无此跟随格局,可能与常规田为防治飞虱喷施杀虫剂有关,在7月25日、8月6日、8月19日分别喷施了化学农药,使田埂蜘蛛、飞虱以及寄生蜂种类和数量受到影响;另外,采样天气7月10日为大雨转暴雨,8月16日为阵雨,9月12日、9月27日、10月14日都是小雨,多雨且伴随着大风的天气状况也可能是影响蜘蛛和寄生蜂物种数的一个主要原因。

致谢 感谢南京农业大学胡春林、孙长海和浙江农林大学徐志宏帮助鉴定标本;感谢镇江市科学技术局沈晓昆以及南京农业大学植物保护学院张志浩和谢剑等在调查中提供帮助。

参考文献

- 古德祥, 张古忍, 张文庆, 等. 1999. 稻田蜘蛛群落的重建及其与种库的相关性. 蛛形学报, **8**(2): 89-94.
- 刘雨芳, 古德祥. 2004. 双季稻区两类生境稻田节肢动物群落结构比较. 生态科学, **23**(3): 196-199.
- 刘雨芳, 张古忍, 古德祥. 2000. 农田生态系统中生境与植被多样性对节肢动物的影响及其作用机制探讨. 湘潭师范学院学报(自然科学版), **21**(6): 74-78.
- 刘珍珍, 刘安民. 2002. 我国部分主要蜜源植物简介. 养蜂科技, (4): 33-35.
- 娄永根, 程家安, 庞保平, 等. 1999. 增强稻田天敌作用的途径探讨. 浙江农业学报, **11**(6): 333-338.
- 毛润乾, 张文庆, 张古忍, 等. 2000. 非稻田生境中稻飞虱卵寄生蜂群落结构研究. 昆虫天敌, **22**(4): 171-176.
- 沈晓昆, 岸田芳朗, 戴网成, 等. 2007. 不育雏不驯水的零日龄放鸭. 农业装备技术, **33**(2): 40-41.
- 陶芳玲, 梁文广, 庞雄飞. 1996. 不同生境区稻田节肢动物群落动态分析. 华南农业大学学报, **17**(1): 25-30.
- 吴仁波, 何余容, 李继虎, 等. 2010. 广东地区春季大豆节肢动物种类调查分析. 环境昆虫学报, **32**(2): 158-165.
- 杨微, 高明波, 高敬伟, 等. 2008. 大豆节肢动物群落时间格局. 吉林农业科学, **33**(3): 33-36.

- 杨治平, 刘小燕, 黄 璜, 等. 2004. 稻田养鸭对稻鸭复合系统中病、虫、草害及蜘蛛的影响. *生态学报*, **24**(12): 2756–2760.
- 余柳青, 陆永良, 根本正之, 等. 1999. 稻田田埂植物的生物多样性. *中国水稻科学*, **13**(4): 254–256.
- 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.
- 俞晓平, 胡 萃. 1996. 非稻田生境与稻飞虱卵期主要寄生蜂的关系. *浙江农业大学学报*, **22**(2): 115–120.
- 袁 伟, 刘 洪, 张士新, 等. 2010. 长江农场有机稻田害虫与天敌群落评价. *上海农业学报*, **26**(2): 132–136.
- 张孝曦. 2001. 昆虫生态及预测预报. 北京: 中国农业出版社.
- 钟平生, 梁广文, 曾 玲. 2005. 有机稻田主要天敌类群及其群落多样性演替. *中国生物防治*, **21**(3): 155–158.
- 钟平生, 谢小峰, 钟振芳. 2010. 有机稻田害虫群落结构的研究. *湖北农业科学*, **49**(11): 2787–2789.
- 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.
- Alteri MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **74**: 19–31.
- Andrew C, Rosenheim JA. 1996. Impact of a natural enemy overwintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. *Ecological Entomology*, **21**: 155–164.
- Arnold AJ. 1994. Insect suction sampling without nets, bags or filters. *Crop Protection*, **13**: 73–75.
- Gotelli NJ, Colwell RK. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, **4**: 379–391.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, **45**: 175–201.
- Stewart AJA, Wright AF. 1995. A new inexpensive suction apparatus for sampling arthropods in grassland. *Ecological Entomology*, **20**: 98–102.
- Zehnder G, Gurr OM, Kiehn S, *et al.* 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Annual Review of Entomology*, **52**: 57–80.
-
- 作者简介** 周子杨,女,1986年生,硕士研究生。主要从事生物多样性的研究。E-mail: 2008102084@njau.edu.cn
- 责任编辑** 刘丽娟
-