

三种类型稻田节肢动物群落结构、亚群落内禀增长率与链节数的关系

杨国庆¹, 吴进才^{1,*}, 张士新², 张建汉², 杨衍强², 王洪全³

(1. 扬州大学农学院植保系, 扬州 225009; 2. 上海市前进农场, 上海 202179; 3. 湖南师范大学生命科学学院, 长沙 410006)

摘要:通过对 3 类型稻田(有机养鸭田、有机稻田和常规化防田)田间节肢动物群落调查,比较了节肢动物总群落丰富度、丰盛度、周转量、3 个亚群落(天敌、中性昆虫、害虫)调查期间的平均内禀增长力(\bar{r})和通过构建以稻田蜘蛛为顶、中位物种的群落食物网的链节数与害虫、天敌亚群落的 r 和链节增长率关系。结果表明:整个调查期间,总群落丰富度呈上升趋势,移栽后 72d 前,3 类稻田总群落丰盛度、丰富度依次为:有机稻田>有机养鸭稻田>常规稻田;3 类稻田节肢动物群落周转量时间动态均呈上口抛物线趋势,其最低值和出现时间依次为:常规稻田 33.98、74.1d;有机养鸭田 33.90、79.1d;有机稻田 33.49、54.0d,有机稻田和常规化防田群落周转量和害虫数量呈显著的负相关。3 类稻田中性昆虫亚群落在调查期间的 \bar{r} 依次为:有机稻田(0.0665)>常规化防田(0.0652)>有机养鸭田(0.0509);天敌 \bar{r} 依次为:有机稻田(0.0352)>有机养鸭田(0.0243)>常规化防田(-0.0132);害虫的 \bar{r} 依次为:常规化防田(0.0478)>有机养鸭田(0.0199)>有机稻田(0.0198)。3 类稻田总链节数依次为:有机稻田(6623348)>有机养鸭田(2498217)>常规化防田(1363372);每头害虫链节数依次为:有机稻田(1756.4)>有机养鸭田(899.6)>常规化防田(1362);每头天敌链节数依次为:有机稻田(5627.3)>有机养鸭田(3652.4)>常规化防田(2279.9),时间序列中链节数依次为:有机稻田>有机养鸭稻田>常规稻田;两亚群落 r 和链节增长率均呈线性关系,两块有机田害虫 r 和链节增长率线性斜率较常规化防田大 214%、233%,有机田天敌 r 和链节增长率线性斜率较有机养鸭田和常规化防田大 151%、89.4%。

关键词:节肢动物群落; 周转量; 平均内禀增长力; 链节数

The relationship among structures, intrinsic rate of increase of functional guilds, and link numbers of arthropod community in three types of rice field under organic rice production system

YANG Guo-Qing¹, WU Jin-Cai^{1,*}, ZHANG Shi-Xin², ZHANG Jian-Han², YANG Yan-Qiang², WANG Hong-Quan³ (1. Department of Plant Protection, Agricultural College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Farm of Qianjin Shanghai City, Shanghai 202179; 3. College of Life Science, Hu'nan Normal University, Changsha 410081, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(4): 686~692.

Abstract: A major characteristic of organic rice production is without the use of any chemical pesticide and fertilizer. In this rice production system, ecological regulation is an important strategy in managing pest problems. To assess the potential of this strategy, it is necessary to understand the relationship among functional guilds (insect pests, neutral insects and natural enemies) of the rice arthropod community. This paper aimed to approach regularities among structures, intrinsic rate of increase of functional guilds, and link numbers of arthropod community in three types of rice field, namely: organic rice field

基金项目:国家自然科学基金重点项目(39830040)

收稿日期:2003-01-13;修订日期:2003-06-21

作者简介:杨国庆(1978~),男,江苏南京人,硕士,主要从事稻田节肢动物群落生态研究。

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: JC. Wu@public. yz. js. cn

致谢:试验期间,得到农场顾问宋焕增研究员的指导及植保员罗刚和本系仇正华、徐平同学的帮助,特此致谢!

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 39830040)

Received date: 2003-01-13; Accepted date: 2003-06-21

Biography: YANG Guo-Qing, Master, mainly engaged in structure and function of rice field arthropod community.

(ORF), organic rice field with ducks release (ODR), and conventional chemical control rice field (CCF). The experiment was conducted in Qianjin farm of Chongming County, Shanghai City with three plots (1500m² per plot). At 15 days after transplanting, sampling of arthropods was done on the three rice fields by using a suction device. Sampling was repeated with five days interval. The arthropods were sorted into three functional guilds, that is, natural enemies, insect pests, and neutral insects. All arthropods belonging to the same guild were pooled in the data analyses. The following indices were used; community turnover, $To(t) = ((a+b)/(c+d-e)) \times 100\%$ and mean intrinsic rate of increase of functional guild, $r = (2.3/t_2 - t_1) \times (\lg N_2 - \lg N_1)$. The potential links of food web (L) = individual numbers of top species \times (individual numbers of intermediate + base species) + individual numbers of intermediate \times base species, per sampling. The link numbers of each pest = L divided by the total pests and the link numbers per natural enemy = L divided by total natural enemy.

Results showed that richness of arthropod community increased with time until 72 days after transplanting. The relationship between community turnovers and time was fitted by a parabola in three types of rice fields. The order of the lowest value of community turnover in each rice field was CCF 33.98, 74.1d; ODR 33.90, 79.1d; ORF 33.49, 54.0d. Community turnovers of ORF and CCF were negatively related to population size of pest. While abundance and richness of arthropod community until 72 days after transplanting is ORF>ODR>CCF. The intrinsic rate of increase of neutral insects is higher in ORF (0.0665) than in CCF (0.0652 and ODR (0.0509). Likewise, natural enemies were greater in ORF (0.0352) than in ODR (0.0243) and CCF (-0.0132). Inversely, insect pests were greater in CCF (0.0478) than in ODR (0.0199) and ORF (0.0198). The order of total link numbers is ORF (6623348)>ODR (2498217)>CCF (1363372), and the mean link numbers per natural enemy is ORF (5627.3)>ODR (3652.4)>CCF (2279.9), indicating that ORF had a more robust ecosystem than CCF. There were linear correlations between the intrinsic rate of increase of insect pests and natural enemies, and the increase rate of link numbers. The slope between the intrinsic rate of increase of pests and the increase rate of link numbers for ORF or ODR was 214% and 233% greater than that of CCF. The slope between the intrinsic rate of increase of natural enemy and the increase rate of link numbers of ORF was 151% and 89.4% higher than that of ODR and CCF, respectively.

Key words:rice arthropod community; community turnover; mean intrinsic rate of increase; link numbers of food web
文章编号:1000-0933(2004)04-0686-07 **中图分类号:**Q968.1 **文献标识码:**A

现代稻田种植系统中大量使用化学药剂、无机肥料,对生态系统产生了一些显而易见的不良影响,产生了一系列问题,如空气和水污染、土壤有机质与肥力下降,主要害虫的猖獗和次要害虫爆发及害虫的抗药性等^[1]。在全球环境保护、回归自然和消费市场新需求潮流的推动下,有利于促进环境和遵循可持续发展原则的有机农业有效地克服了现代化学农业的问题^[2],发展有机水稻在一定程度上成为了必然。然而也正是由于有机水稻自身一些特点(如:完全不使用化学肥料、药剂、生长调节剂等物质),使其必然在短期内面临着严峻的害虫防治挑战。因此如何通过发挥自然控制作用,长期有效地将有机稻田害虫类群控制在经济危害水平之下显得异常重要。为此应将稻田节肢动物作为一个有机的整体,从群落生态学角度,探讨不同类群间相互联系、相互作用和相互制约的内在机制,为有机水稻害虫调控提供可靠的理论依据^[3]。而国内目前关于有机水稻在群落生态学方面的文献尚未见报道,另外和以往稻田节肢动物群落研究^[4~7]不同的是,本文从周转量、平均内禀增长力和链节数来分别反映3类型稻田节肢动物群落的演替速率、亚群落数量增长力和食物网的复杂程度,并拟合了害虫、天敌亚群落的*r*和链节增长率的关系,对3种稻田节肢动物群落进行了系列比较,在国内尚属首次报道。

1 材料与方法

1.1 试验田基本情况

试验地点位于上海市崇明县前进农场内,随机选取有机水稻、养鸭有机水稻和常规化防水稻田3个小区,每小区面积约1500m²,水稻品种均为嘉花一号,移栽期均为6月10日左右。有机稻田采取标准的有机化管理,杜绝使用化学肥料、药剂、生长调节剂等物质,人工除草,在病虫害发生较重时使用少量植物源农药(百草一号;北京三浦百草绿色植物制剂有限公司;青虫灵;扬州绿源生物化工有限公司);养鸭有机稻田田间管理基本与有机稻田相同,基本不用植物源农药,采用常规稻田养鸭技术,至移栽后69d结束;常规化防田施用常规无机肥(尿素,复合肥等碳氮化合物),用药情况为:6月26日,农妙奇(20%阿维菌素.三唑磷)60ml/667m²;7月23日,稻喜(55%井.噻.杀单可湿粉)100g/667m²;8月6日,稻喜100g/667m²;8月27日,48%乐斯本乳油100ml/667m²;9月10日,20%三环唑可湿粉100g/667m²。

1.2 调查时间和方法

试验于 6 月 25 日开始,每隔 5d 调查 1 次(遇阴雨天则向后略推迟 1、2d),到 9 月 7 日结束。调查工具采用 3WF-2.6 背负式喷雾喷粉机改装的吸虫器^[8,9],取样时先用 0.5m×0.5m×1.0m 的纱罩在田间随机罩住几穴水稻,每块田共计 50 穴,后仔细收集完罩内全部的虫子,每块田结束后立即将装虫子的口袋投入氯仿制的毒瓶,回室内再用 75% 的酒精浸泡样品,后分类和记数。一般个体尽可能鉴定到种,稀有类至少分到科,但不同的种类分别标记,每次标记和记数的类别相同。本文分类鉴定采用系统分类学上“生物种(species)”和“生态种(taxa)”^[10]相结合的方法,这里生态种指一些生物学习性、生态要求相近的种类看作是一个“种”。

1.3 分析方法

1.3.1 群落周转量 $TO(t)$ 根据 Schoenly 等^[11]的群落周转量 $TO(t)$ 公式,进行了一定的调整后,来估计、比较 3 类型稻田每次调查节肢动物群落的演替速率:

$$TO(t) = [(a + b)(c + d - e)] \times 100\%$$

式中, t 为指除了第一次以后的第 t 次取样,本文 $2 \leq t \leq 14$;

- e 为第 $t-1$ 次取样和第 t 次取样相同物种的数量;
- a 为第 $t-1$ 次取样中出现但在第 t 次取样没有出现的物种数;
- b 为第 t 次取样中出现但在第 $t-1$ 次取样没有出现的物种数;
- c 为第 $t-1$ 次取样中的所有物种数;
- d 为第 t 次取样中的所有物种数。

试验从水稻移栽后 20d 为第 1 次取样,其后每查 1 次得到 1 次周转量,到移栽后 89d 结束,由此可得到 3 类型稻田各自的周转量时间动态,加以比较。

1.3.2 群落平均内禀增长力(\bar{r}) 根据张孝羲^[12],用下式计算各亚群落两次调查期间内禀增长力 r :

$$r = \frac{2.3}{t_2 - t_1} (\lg N_2 - \lg N_1)$$

后计算出整个调查期内的平均内禀增长力(\bar{r}),对 3 类型稻田各亚群落分别进行比较。

1.3.3 3 类型稻田链节数 用吴进才等^[13]的方式把群落中的节肢动物分为基位物种(basal species)(主要指稻田害虫和中性昆虫);中位物种(intermediate species)(指稻田小型蜘蛛,如:微蛛,蛸蛛,球腹蛛等);顶位物种(top species)(指稻田食性凶狠、游猎性强的大中型蜘蛛,如:狼蛛,跳蛛,盗蛛等)。将构建的食物网应用映射矩阵法^[10]及各类群个体数相结合,计算出 3 类型稻田食物网每次调查链节数及总链节数、每头害虫链节数和每头天敌链节数,分别加以比较。应用链节增长率与平均内禀增长力拟合方程对 3 类型稻田害虫、天敌亚群落进行比较:

每次取样潜在链节数(L_n)= 顶位个体数 × (中位个体数 + 基位个体数) + 中位个体数 × 基位个体数

总链节数(L)= $L_1 + L_2 + \dots, L_n$, 本文 $n = 15$;每害虫链节数 = $L /$ 害虫总数;每天敌链节数 = $L /$ 天敌总数

链节增长率 = $(\ln L_2 - \ln L_1) / (t_2 - t_1)$, 在此 L_2, L_1 为相连两次调查链节数; $t_2 - t_1$ 为两次调查时间差

2 结果与分析

2.1 3 类型稻田节肢动物种类组成

整个调查共得到的 3 类型稻田节肢动物种类组成见表 1,可以看到总物种数依次为:有机稻田>有机养鸭稻田>常规稻田。3 类型稻田害虫和中性昆虫亚群落物种数基本接近,有机稻田略高于另两种稻田;但天敌亚群落(尤其是捕食性天敌)物种数有机稻田明显高于另两种稻田。

表 1 3 类型稻田(有机、有机养鸭、常规化防)节肢动物种类组成

Table 1 Composition of three types rice field (organic rice field (ORF), organic rice field with ducks release (ODR), conventional chemical control rice field (CCF)) arthropod species

项目 Item	有机稻田 (ORF)	有机养鸭田 (ODR)	常规化防田 (CCF)
害虫科(种) Pest family (species)	11(21)	10(20)	9(14)
中性昆虫科(种) Neutral insect family (species)	7(12)	7(12)	6(9)
捕食性天敌科(种) Predatory enemy family (species)	17(38)	13(34)	11(30)
寄生性天敌(科) Parasitoid (family)	7	6	4
总共(科) Total (family)	42	37	30

2.2 3 类型稻田节肢动物群落丰盛度、丰富度季节动态

图 1 表示 3 类型稻田节肢动物群落的丰盛度季节动态,从总的发展趋势上,3 种稻田基本相同,都经历了发生、发展和衰退

期。在水稻移栽后到 41d 期间,3 种稻田总群落的数量增长速率依次为:有机稻田>有机养鸭田>常规化防田;在水稻移栽后到 68d 期间,同一时刻下群落数量为:有机水稻>有机养鸭水稻>常规化防水稻。3 种稻田的丰盛度最高值分别为:874,638,423。

3 类型稻田节肢动物群落的丰盛度季节消长情况见图 2 和图 3 类型稻田都经历了扩展、稳定波动、衰退期,在水稻移栽后的 41d 内,丰盛度一直呈上升趋势,这段时期也正值水稻的分蘖期,一直到 72d 左右,3 种丰盛度呈现波动,72d 后,丰盛度全都下降。在波动期结束前,两种有机水稻节肢动物群落的丰盛度的上升速度均明显高于化防田,在同一时间下 3 种稻田节肢动物群落的丰盛度大小为:有机稻田>有机养鸭田>常规化防田,3 种丰盛度最高时分别为:27,24,18。

2.3 3 类型稻田节肢动物群落周转量时间动态及与害虫发生数量的关系

3 类型稻田节肢动物群落周转量时间动态,总的来看均呈先下降后上升的趋势,可分别用上口抛物线模型拟合(图 3)。经模型计算可得 3 类型稻田周转量最低值和出现时间依次为:常规稻田 33.98、74.1d;有机养鸭田 33.90、79.1d;有机稻田 33.49、54.0d,有机养鸭田和常规田的周转量最低值出现时间较有机田分别晚了 25d 和 20d,还可以看到有机稻田周转量随时间变动到水稻移栽后 89d 又基本恢复到了原来的水平,而有机养鸭田和常规田此时则由于抛物线跨度较大仍处于较低水平。为进一步阐明总群落演替速率和害虫发生的关系,本文还拟合了总群落每次周转量和相应害虫发生数量的关系(图 4),可见 3 类稻田节肢动物群落周转量和害虫发生数量总体呈负相关,即随着周转量增加,害虫发生数量呈下降的趋势,其中有机稻田害虫数下降速率显著大于其它两类稻田。

2.4 3 类型稻田的 3 个亚群落(天敌、中性昆虫、害虫)平均内禀增长力(\bar{r})的比较

根据吴进才等^[15],将稻田节肢动物划分为天敌、中性昆虫、害虫 3 个亚群落,通过计算 3 类型稻田各亚群落调查期间的平均内禀增长力(\bar{r}),反映各类型稻田 3 个亚群落在特定条件下数量增长能力,并分别加以比较(见图 5)。3 类型稻田中性昆虫亚群落在调查期间的 \bar{r} 依次为:有机稻田(0.0665)>常规稻田(0.0652)>有机养鸭稻田(0.0509);天敌 \bar{r} 依次为:有机稻田(0.0352)>有机养鸭稻田(0.0243)>常规稻田(-0.0132),这里常规稻田天敌出现了负值;害虫的依次为:常规稻田(0.0478)>有机养鸭稻田(0.0199)>有机稻田(0.0198)。

2.5 3 类型稻田食物网链节数及链节数季节动态比较

3 类稻田中顶位物种的蜘蛛以狼蛛、跳蛛占优势,中位物种则以微蛛、蛸蛛占优势(表 2),3 类型稻田无论是各类蜘蛛链节数、每害虫或每天敌链节数还是总体链节数均呈现为:有机稻田>有机养鸭田>常规稻田,有机稻田总链节数分别高于有机养鸭田和常规化防田 165.1%、385.8%;有机稻田狼蛛、微蛛、跳蛛、蟹蛛、圆蛛分别高于有机养鸭田 251.42%、156.8%、120.8%、109.1%、124.4%,蛸蛛和管巢蛛相差不大,由此表明稻田鸭对稻丛基部蜘蛛(狼蛛、微蛛等)的捕食作用,而对上部的蛸蛛和管巢蛛则无太大影响。常规化防田的各类链节数均相对较少,且其蜘蛛种类明显少于两类有机稻田,说明农药等化学品对稻田节肢动物群落食物网中蜘蛛产生了很大的影响,使得食物网简单化,内部链节数减少,导致系统单一且稳定性差,易于害虫的再猖獗。

2.6 3 类型稻田害虫、天敌亚群落内禀增长力和链节数增长率的关系

对每两方调查数据链节增长率和害虫、天敌亚群落内禀增长力两组数据通过分析,3 类型稻田共拟合得到 6 组线性方程(图 6,图 7)。总的来看,链节增长率与稻田害虫、天敌内禀增长力成正相关,即稻田内链节增长率随着害虫、天敌内禀增长力的

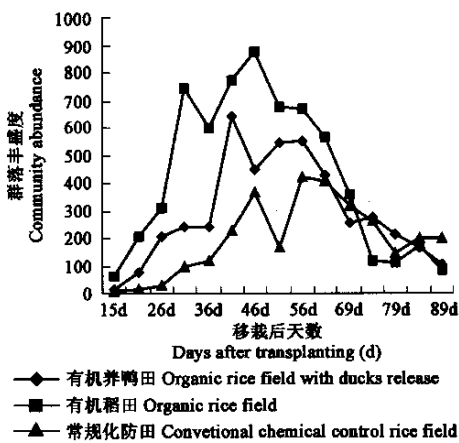


图 1 3 种稻田节肢动物群落丰盛度

Fig. 1 Abundance of arthropod communities in three types of rice fields

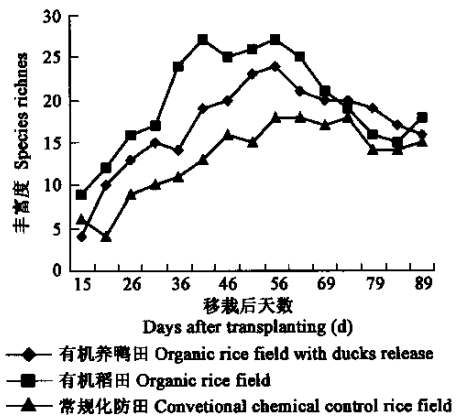


图 2 3 种稻田节肢动物群落丰富度

Fig. 2 Richness of arthropod communities in three types of rice fields

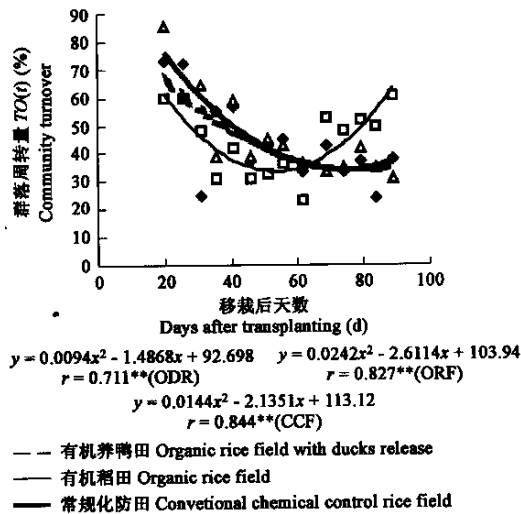


图3 3类型稻田节肢运动群落周转量

Fig. 3 Community turnover of three types rice fields

增加而增加。图6表示3类型稻田害虫亚群落内禀增长力和链节增长率的线性关系,可以看到两块有机稻田(有机稻田、养鸭有机田)的线性斜率大于常规化防田214%、233%,随着稻田害虫内禀增长力的增加,两有机稻田的节肢动物食物网链节增长率大于常规化防田,即和常规田相比,有机稻田害虫数量增长力的增加会更加有利于整个食物网链节数的增加,从而表现出有机田内具有更多、较快的控害因子;图7表示3类型稻田天敌亚群落内禀增长力和链节增长率的线性关系,有机稻田线性斜率大于有机养鸭田和常规化防田151%、89.4%,表明随着稻田天敌内禀增长力的增加,有机稻田较有机养鸭田和常规化防田更加有利于田间节肢动物食物网链节增长率的增加。

3 讨论

本文通过对3类型稻田(有机、有机养鸭、常规化防)节肢动物在群落周转量、各亚群落 \bar{r} 及食物网链节数等方面比较。3类型稻田害虫和中性昆虫亚群落物种数基本接近,这一结果与Louis等^[14]基本相符;但稻田鸭和化学农药的作用分别使得有机养鸭田和常规化防田的群落丰盛度和丰富度在水稻生长早期都低于有机稻田,而稻田鸭和化学农药相比,化学农药在这方面的影响稍大。3类型稻田群落周转量表明,有机水稻田间节肢动物群落演替连续性较好,由于稻田鸭和化学农药对稻田节肢动物群落丰富度及演替中后期新物种的出现产生了影响,使得有机养鸭田和常规化防田的周转量一直处于较低水平,总体呈下降趋势,从而在图3中较有机稻田出现了一个时滞效应,完全可以利用这个效应从群落演替的角度来定性、定量分析稻田节肢动物的干扰因素。亚群落 \bar{r} 分析表明,有机稻田中性昆虫亚群落的 \bar{r} 较高,这为早期天敌的增殖提供了有利的条件,可如何控制有机稻田中、后期中性昆虫对天敌捕食作用的分散作用^[16,18],仍需要进一步的探索。文中可以看到有机稻田害虫亚群落数量虽然较高,但由于稻田天敌数量亦较大,害虫内禀增长力比其它两种类型稻田低,显示了有机稻田天敌对害虫具有很好的快速跟随控制作用,因此未造成太大损失,天敌丰盛度高,害虫也具有一定的丰盛度,维持了系统的相对稳定状态;可从另一方面,由于有机稻田害虫发生数量较高,其猖獗的潜在可能性还是较大的,一旦条件改变有可能会造成很大的损失,因此相比之下有机水稻的田间虫情监控显得更为重要,必要时及时使用适量的植物源农药。食物网链节数分析表明有机稻田天敌资源相对较丰富,其食物网结构复杂,较常规化防田稳定性好。另外有机稻田由于水稻生长健壮,对害虫的负荷量也有可能不同于化学防治稻田。已有研究表明一些农药使用后有利于褐飞虱的取食、存活和生殖,同时水稻的抗虫性有不同程度的下降^[19,20]。

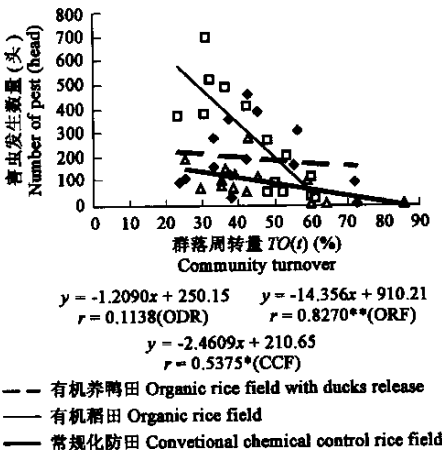


图4 3类型稻田节肢运动群落周转量和害虫发生数量的关系

Fig. 4 Relationship between arthropod community turnover and the number of pest in three types of rice fields

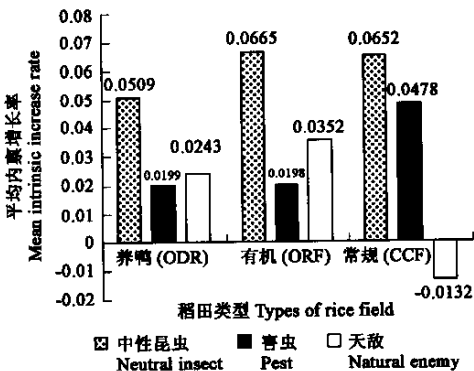


图5 3类型稻田的3个亚群落(中性昆虫、害虫、天敌)的平均内禀增长率

Fig. 5 Mean intrinsic increase rates of three sub-communities in three types of rice fields

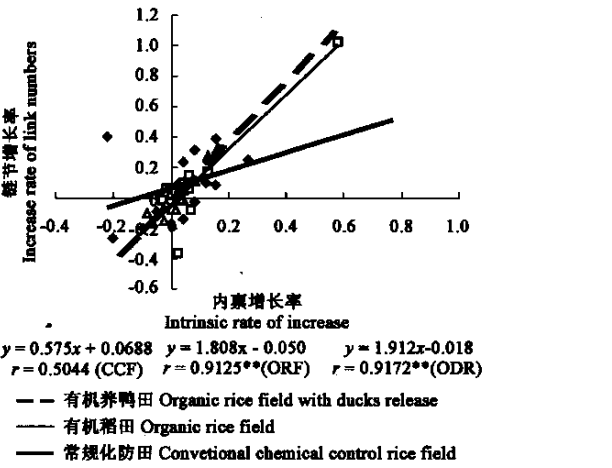


图6 3类型稻田食物网链节增长力和害虫亚群落内禀增长力关系
Fig. 6 Relationship between increase rates of link numbers and intrinsic rates increase of pest in three types of rice fields

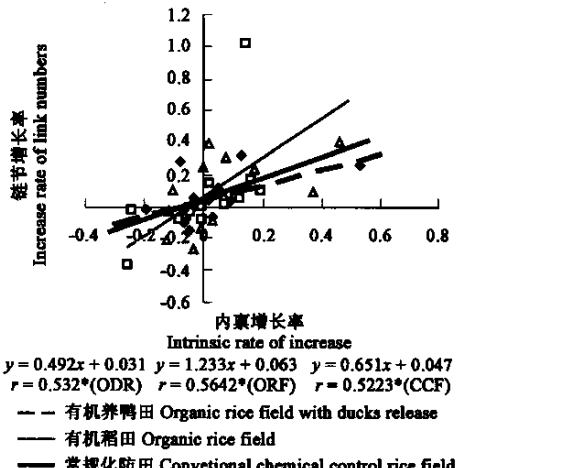


图7 3类型稻田食物网链节增长力和天敌亚群落内禀增长力关系
Fig. 7 Relationship between increase rates of link numbers and intrinsic rates increase of natural enemy in three types of rice fields

表2 3类型稻田(有机、有机养鸭、常规化防)节肢动物群落食物网各链节数

Table 2 Numbers of links of three types of rice field (ORF, ODR, CCF) arthropod community food web

项目 Item		有机稻田 (ORF)	有机养鸭田 (ODR)	常规化防田 (CCF)
顶位物种链节数 Numbers of link of top species	狼蛛 <i>Micryphantidae</i>	2816946	801600	478410
	跳蛛 <i>Salticidae</i>	167431	75831	38284
	管巢蛛 <i>Clubionidae</i>	69927	50414	11245
	蟹蛛 <i>Thomisidae</i>	75306	36010	2249
中位物种链节数 Numbers of link of intermediate species	微蛛 <i>Micryphantidae</i>	3052474	1188495	628498
	蛸蛛 <i>Tetragnathidae</i>	392655	309757	204686
	圆蛛 <i>Araneidae</i>	16203	7222	0
	球腹蛛 <i>Theridiidae</i>	27005	28888	0
	猫蛛 <i>Oxyopidae</i>	5401	0	0
每害虫链节数 Numbers of link per pest		1756.4	899.6	1362
每天敌链节数 Numbers of link per natural enemy		5627.3	3652.4	2279.9
总链节数 Total number of link		6623348	2498217	1363372

有机养鸭田则对稻田节肢动物无论在数量、丰富度和周转量还是亚群落的 \bar{r} 及食物网的链节数都产生了比较大的影响。稻田养鸭对中性昆虫及稻丛中下部天敌产生了不利影响,但也对害虫起到很好的控制作用,这种作用可以理解为对稻田损失天敌的补偿,生产上应该尽量使这种补偿增大,因此如何从生态位角度出发,缩小稻田鸭和稻田主要天敌的重叠度,将成为稻田养鸭控虫技术研究的关键。另外由于稻田鸭的介入使有机稻田的节肢动物群落食物网趋向于简单化,使得稻田内产生了一些生态未知性,会不会导致一些新的害虫产生,还需进一步深入研究,所以应该客观地评价稻田鸭的生态价值。

稻田内节肢动物群落食物网链节数受很多因素(亚群落数量彼此消长、外界如打药、放鸭等人为因素的干扰等)的影响,对这些因素进行一些研究对进一步了解各类群间相互联系、相互作用和相互制约的内在机制是很有必要的。本文首次分析、确定了稻田害虫、天敌亚群落内禀增长力和总群落食物网链节增长率的线性正相关关系,即稻田内随着害虫、天敌数量增长能力的变大,食物网链节增长率也在增加,只不过不同类型稻田其增加的幅度(这里称链节数跟随效应)有所不同。从分析中看出两有机稻田其害虫的链节跟随效应明显较常规化防田明显,同时有机田天敌的链节跟随效应也较有机养鸭田、常规化防田明显,用此分析方法有助于揭示不同类型稻田食物网各营养物种间的变动规律,如果增加研究年限和扩大群落类型将有可能对群落生态研究产生新的突破。在试验方法上由于取样上的困难,对寄生蜂类、双翅目类以及腐食性和水中生活的种类记录到的数量很不规则,而实际数据调查过程中就发现有很多上述种类,很多研究也有此证实^[3,5,17],这必然会造成对整个群落分析的不完整,如一些重要的寄生性天敌在食物网中作用的定量化问题。所以如何改进稻田田间一些有针对性的取样方法,对将来更全面地认

识、评价稻田节肢动物群落有着非常重要的意义。

References:

- [1] Ge F, Li D M. Insect pests management in sustainable agriculture. *Entomological Knowledge*, 1997, **34**(1):39~45.
- [2] Wang Z D. Development process of international organic agriculture. *World Agriculture*, 1987, (10):28~29.
- [3] Guo Y J, Wang N Y, Zhao J H, *et al.* Comparative study on the composition and structure of arthropod community in four rice ecosystems in China. *Acta Ecologica Sinica*, 1995, **15**(4):433~441.
- [4] Wan F H, Chen C M. Studies on the structure of the rice pest-natural enemy community and diversity under IPM area and chemical control area. *Acta Ecologica Sinica*, 1986, **6**(2):159~170.
- [5] Guo Y J, Wang N Y, Zhao J H, *et al.* Characters of the species richness and abundance of predators and preys in the arthropod community of three rice ecosystem in China. *Chinese Journal of Biological Control*, 1994, **10**(4):157~161.
- [6] Hu Y, Tang Q Y, Tang J, *et al.* Succession regularity of arthropod community in single-cropping paddy fields. *Chinese Journal of Rice Science*, 1998, **12**(4):229~232.
- [7] Heong K L, Aquino G B, Barrion A T, *et al.* Arthropod community structures of rice ecosystems in the Philippines. *Bulletin of Entomological Research*, 1991, **81**:407~416.
- [8] Wu J C, Guo Y J, Shu Z L, *et al.* Comparison of sampling methods of arthropod community in paddy fields. *Entomological Knowledge*, 1993, **30**(3):182~182.
- [9] Qi L Z, Wu J R, Pu F H, *et al.* Recommendation of an insect suction apparatus. *Entomological Knowledge*, 1993, **30**(3):184~185.
- [10] Zhao Z M, Guo Y Q. Principle and methods of community ecology. Chongqing: Publishing House of Science and Technical Documentation, Chongqing Branch.
- [11] Schoenly Kenneth G, Hilario D Justo Jr, Alberto T Barrion, *et al.* Analysis of invertebrate biodiversity in a Philippine farmer's irrigated rice field. *Environmental Entomology*, 1998, **27**(5):1125~1136.
- [12] Zhang X X. *Insect ecology and forecasting*. Beijing: China agricultural press, 1995. 63~65.
- [13] Wu J C, Hu G W, Tang J, *et al.* A preliminary study on trophic species of arthropod community in paddy field. *Acta Agriculturae Sinica*, 1993(1):234~238.
- [14] Louis H S, Grigarick A A, Orazo M J. Arthropod fauna of conventional and organic rice fields in California. *Journal of Economic Entomology*, 1993, **86**(1):149~158.
- [15] Wu J C, Hu G W, Tang J, *et al.* Studies on the regulation effects of neutral insect on the community food web in paddy fields. *Acta Ecologica Sinica*, 1994, **14**(4):381~386.
- [16] Guo Y J, Wang N Y, Zhao J H, *et al.* Ecological significance of neutral insects as nutrient bridge for predators in irrigated rice arthropod community. *Chinese Journal of Biological Control*, 1995, **11**(1):5~9.
- [17] Hao S G, Zhang X X, Cheng X N, *et al.* The dynamic of biodiversity and the composition of nutrition classes and dominant guilds of arthropoda community in paddy field. *Acta Entomologica Sinica*, 1984, **41**(4):343~353.
- [18] Xu J X, Wu J C. On the significance, role and manipulating of neutral insects in paddy ecosystem. *Chinese Journal of Ecology*, 1999, **18**(5):41~44.
- [19] Wu J C, Xu J X, Yuan S Z, *et al.* Pesticide-induced susceptibility of rice to brown planthopper *Nilaparvata lugens*. *Entomologia Experimentalis of Applicata*, 2001, **100**:119~126.
- [20] Wu J C, Xu J X, Liu J L, *et al.* Effects of herbicides on rice resistance and on multiplication and feeding of brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae). *International Journal of Pest Management*, 2001, **47**(2):153~159.

参考文献:

- [1] 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):39~45.
- [2] 王在德. 国际有机农业发展过程. 世界农业, 1987, (10):28~29.
- [3] 郭玉杰,王念英,赵军华,等. 四种生态类型稻区节肢动物群落的基本组成与结构特征分析. 生态学报, 1995, **15**(4):433~441.
- [4] 万方浩,陈常铭. 综防区与化防区稻田害虫天敌群落组成及多样性研究. 生态学报, 1986, **6**(2):159~170.
- [5] 郭玉杰,王念英,赵军华,等. 不同稻田节肢动物群落中捕食者与猎物的种类和数量特征. 生物防治通报, 1994, **10**(4):157~161.
- [6] 胡阳,唐启义,唐健,等. 单季稻田节肢动物群落演替规律. 中国水稻科学, 1998, **12**(4):229~232.
- [8] 吴进才,郭玉杰,束兆林,等. 稻田节肢动物群落不同取样方法的比较. 昆虫知识, 1993, **30**(3):182~182.
- [9] 慕立正,吴家荣,浦奉华,等. 介绍一种用弥雾机改装的昆虫吸捕器. 昆虫知识, 1993, **30**(3):184~185.
- [10] 赵志模,郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社, 1989. 51.
- [12] 张孝羲. 昆虫生态及预测预报. 北京:中国农业出版社, 1995. 79~80.
- [13] 吴进才,胡国文,唐健,等. 稻田节肢动物群落营养物种的初步研究. 农业科学集刊, 1993, (1):234~238.
- [15] 吴进才,胡国文,唐健,等. 稻田中性昆虫对群落食物网的调控作用. 生态学报, 1994, **14**(4):381~386.
- [16] 郭玉杰,王念英,赵军华,等. 中性昆虫在稻田节肢动物群落中作为捕食者营养桥梁作用的研究. 中国生物防治, 1995, **11**(1):5~9.
- [17] 郝树广,张孝羲,程遐年,等. 稻田节肢动物群落营养层及优势功能集团的组成与多样性动态. 昆虫学报, 1998, **41**(4):343~353.
- [18] 徐建祥,吴进才. 综论稻田生态系中性昆虫的意义及其调控. 生态学杂志, 1999, **18**(5):41~44.