

381-386

396c(6)

第14卷 第4期
1994年12月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 14, No. 4
Dec., 1994稻田中性昆虫对群落食物网
的调控作用*

吴进才

(江苏农学院植保系, 扬州, 225001)

胡国文, 唐健

(中国水稻研究所, 杭州)

束兆林 杨金生

(江苏镇江农科所, 江苏句容)

万志农 任正才

(江苏句容植保站)

S511.101

A

摘要 本文把稻田既非害虫也非天敌的一类昆虫称为中性昆虫, 应用选择性控制法(扑虱灵和杀蚊幼剂-BS)、挤压法、脉冲试验法及通径分析研究了稻田中性昆虫的调控作用, 中性昆虫与天敌、害虫的直接和间接作用规律。结果证明中性昆虫数量减少害虫数量增加, 中性昆虫与害虫呈显著的负相关、与天敌呈显著的正相关。中性昆虫对害虫的调控主要是通过影响捕食性天敌而实现的。

关键词: 中性昆虫, 蚊虫, 稻田群落食物网, 调控作用。

水稻

自1991—1993年用吸虫器统一取样面积、统一取样方法进行了稻田节肢动物群落的系统研究, 发现稻田中性昆虫数量占整个群落丰盛度的20%—60%^[1,2]。这些中性昆虫在食物网中有何作用, 它们与天敌、害虫之间的直接间接相互作用规律迄今未见过报道。明确中性昆虫在食物网中的调控作用对害虫综合治理具有重要的理论和实践意义。本文就以上问题进行了2年的试验研究。

1 研究方法

1.1 群落系统取样与营养物种划分

取样 本研究改变过去群落取样用扫网或盆拍法, 采用吸虫器每隔一定时间取样一次。取样、物种鉴定标记等详细方法参见参考文献[1,2]。

营养物种划分 把具有相同捕食者和相同猎物的一组生物物种称为一个营养物种^[3]。

1.2 营养物种的选择性控制方法

1992—1993年用大区法施用选择性农药扑虱灵控制飞虱, BS(扬州农科所生物实验厂提供)控制蚊幼, 以此研究某些营养物种被排除后食物网的变动规律。

1.3 排除、挤压和脉冲试验法

为进一步明确中性昆虫的调控作用, 设计了以下试验。

1.3.1 大田罩笼 1993年6—8月把特制的四周用纱网围住、上部开启、底部封闭的罩笼罩入田间, 罩笼面积1m²。一次罩入分别在白背飞虱2代(7/24)、褐飞虱3代(8/27)用吸虫器吸取所有物种, 重复3次。经对比试验分析笼内中性昆虫、捕食性天敌、害虫种类和数量与相同条件下大田无显著差异。试验设计如表1。

* 国家自然科学基金和江苏省教委自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1993 10 04, 修改稿收到日期: 1994 02 01。

表 1 排除法和挤压法试验设计

Table 1 Experiment design of removal and press methods

杀蚊幼剂(BS) <i>Bacillus sphaericus</i> (A)	扑虱灵 Buprofezin (B)	狼蛛 Wolf spider (C)	处理组合 Treatment combination
A ₁	B ₁	C ₁	A ₁ B ₁ C ₁
		C ₂	A ₁ B ₁ C ₂
	B ₂	C ₁	A ₁ B ₂ C ₁
		C ₂	A ₁ B ₂ C ₂
A ₂	B ₁	C ₁	A ₂ B ₁ C ₁
		C ₂	A ₂ B ₁ C ₂
	B ₂	C ₁	A ₂ B ₂ C ₁
		C ₂	A ₂ B ₂ C ₂

A₁: 分别在 6/27、7/21 喷 3ml/m² BS; A₂: 对照; B₁: 8 月 5 日喷扑虱灵(有效成分)112.5g/hm²; B₂: 对照; C₁: 7 月 4 日接 12 头/m²; C₂: 不接。

A₁: spray with 3 ml/m² *Bacillus sphaericus* in June 17, July 21, respectively; A₂: CK (no spray); B₁: with 112.5g a.i. buprofezin/hm² in August 5; B₂: CK (no buprofezin); C₁: inoculating 12 capita wolf spider/m²; C₂: CK (no inoculation).

表 2 挤压和脉冲法试验设计

Table 2 Experiment design of press and pulse methods

蚊幼 Wiggler (A)	微蛛 <i>Oedothorax insecticeps</i> (B)	狼蛛 Wolf spider (C)	处理组合 Treatment combination
A ₁	B ₁	C ₁	A ₁ B ₁ C ₁
		C ₂	A ₁ B ₁ C ₂
	B ₂	C ₁	A ₁ B ₂ C ₁
		C ₂	A ₁ B ₂ C ₂
A ₂	B ₁	C ₁	A ₂ B ₁ C ₁
		C ₂	A ₂ B ₁ C ₂
	B ₂	C ₁	A ₂ B ₂ C ₁
		C ₂	A ₂ B ₂ C ₂

A₁: 对照; A₂: 分别在 7/21、7/28、8/4 每盆接蚊幼 60—80 头; B₁: 对照; B₂: 每盆接 3 头微蛛; C₁: 对照; C₂: 每盆接 3 头狼蛛。

A₁: no inoculation; A₂: inoculating 60—80 capita wiggler/pot in July 21, July 28, August 4, respectively; B₁: on inoculation; B₂: inoculating 3 capita *O. insecticeps*; C₁: no inoculation; C₂: inoculating 3 capita wolf spider.

1.3.2 盆钵罩笼 按表 2 设计在盆栽罩笼水稻上接入蚊幼(子子)、微蛛、狼蛛和飞虱,待飞虱繁殖一代后调查飞虱数量,重复 3 次。本试验把蚊幼分期分批接入称为脉冲试验法,一次接入蜘蛛称为挤压法,农药控制称排除试验法。

1.4 营养物种间相互作用的通径分析

利用系统调查资料进行各营养物种间相互作用规律的通径分析,这有助于阐明营养物种间的直接和间接关系。

2 结果与分析

2.1 群落结构及营养物种丰盛度

3 年的系统调查结果,江苏句容单季晚稻田共有节肢动物 157 种。其中害中 37 种,寄生昆虫 42 种,捕食性天敌 57 种,中性昆虫 21 种;杭州双季早稻田有节肢动物 102 种。其中害虫

32 种,寄生昆虫 14 种,捕食性天敌 32 种,中性昆虫 24 种。4 类物种的丰盛度百分率见图 1

在江苏句容中性昆虫主要有蚊虫,中后期主要是弹跳虫。在这些中性昆虫丰盛度中还不包括稻田水中生存的大量蚊幼虫。据 1993 年 7 月 27 日调查不用药的田块蚊幼虫每平方米平均 180 头。

2.2 选择性控制措施对各营养物种的影响

扑虱灵、BS 处理后各营养物种丰盛度的相互比较结果见表 3。2 年试验结果完全相同,BS.

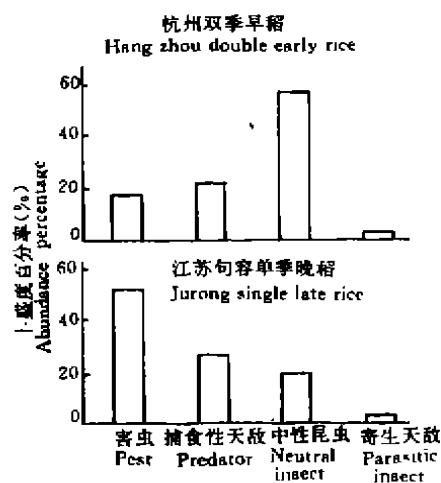


图 1 各营养物种的丰盛度百分率

Fig. 1 Trophic species abundance percentages of arthropod community in paddy field

处理后害虫种类及其丰盛度均显著增加,统计分析与对照有极显著的差异($P<0.01$),中性昆虫和捕食性天敌数量减少。选择性杀虫剂扑虱灵处理后害虫、中性昆虫均减少。由此表明中性昆虫在稻田食物网中起着重要的调控作用。

表 3 选择性药剂处理对各营养物种影响的相互比较(平均增加或减少的百分率)

Table 3 Comparisons of the effects of selective insecticides on trophic species (average percentage of increase or decrease)

营养物种 Trophic species		比较项目 Comparison item			
		1992			1993
		$\frac{BS-CK}{CK}$	$\frac{SI-CK}{CK}$	$\frac{SI-BS}{BS}$	$\frac{BS-CK}{CK}$
物种数 No. species	总物种 Total species	0	-36.9	-26.8	+2.9
	中性昆虫 Neutral species	-21.1	-20.9	-4.0	-16.7
	捕食性天敌 Predator	-4.6	-27.9	-21.3	0
	寄生性天敌 Parasite	-4.4	-35.0	-36.1	-20.0
	害虫 Insect pest	+2.3	-19.6	-14.3	+42.9
丰盛度 Abundance	中性昆虫 Neutral species	-34.1	-51.3	-34.1	-8.6
	捕食性天敌 Predator	-16.1	-49.7	-40.7	-7.0
	寄生性昆虫 Parasite	+13.9	-53.7	-64.6	0
	害虫 Insect pest	+36.5	-90.5	-90.7	+49.6

SI₁选择性杀虫剂扑虱灵处理,BS₁选择性杀蚊幼剂处理,CK₁对照不用药。

SI₁selective insecticide (buprofezin),BS₁selective insective for larva of mosquito (*Bacillus sphaericus*),CK₁no spray.

2.3 中性昆虫的作用及中性昆虫与天敌、害虫的互作效应

1993年在田间罩笼采用排除和挤压试验设计进一步研究了中性昆虫的作用,中性昆虫与天敌、害虫的互作效应。结果见表4,统计分析结果见表5。

2.3.1 排除中性昆虫害虫数量增加 主效A因素方差分析极显著,在A×B两向表中,喷BS比不喷BS处理害虫数量增加4652头。交互作用以A₂×B₁组合害虫数量最低,A₁×B₂害虫数量最多。A与B的互作效应值(A₁B₁+A₂B₂)-(A₁B₂+A₂B₁)为-4540头。

表 4 中性昆虫作用的排除和挤压试验结果(大田罩笼,1993)

Table 4 The results of removal and press experiments of the effect of neutral insects on the community (with cage in paddy field, 1993)

BS (A)	扑虱灵 Buprofezin (B)	狼蛛 Wolf spider (C)	害虫 Insect pest (P)	中性昆虫 Neutral insect (N)	捕食性天敌 Predator (Pre)	尖沟宽尾蝽 Veliidae	狼蛛 Wolf spider	顶位物种 Top species (T)
A ₁	B ₁	C ₁	20.5	30.0	27.5	6.5	14.0	15.5
		C ₂	23.5	25.5	32.5	6.5	18.0	21.0
	B ₂	C ₁	1075.0	212.5	90.5	7.5	20.5	57.0
		C ₂	1423.0	667.0	57.0	5.5	8.5	32.5
A ₂	B ₁	C ₁	6.0	7.5	31.5	9.0	17.0	20.5
		C ₂	10.0	10.0	45.0	7.0	10.0	28.0
	B ₂	C ₁	149.0	87.5	52.0	12.5	23.5	30.5
		C ₂	51.0	41.0	63.0	23.5	28.5	33.5

A、B、C各水平处理见表1设计。

The design of A、B、C treatment is seen in table 1.

2.3.2 排除中性昆虫主要捕食性天敌数量减少 狼蛛和尖沟宽尾蝽是稻田主要捕食性天敌,且栖境生态位(活动空间)主要在植株的中下部^[4]。这2种天敌均可在近水面捕食飞虱,统计分析表明排除中性昆虫尖沟宽尾蝽和狼蛛减少。在A×B两向表中,A₁处理尖沟宽尾蝽比A₂少52头,狼蛛减少36头。A×B、A×C、B×C对尖沟宽尾蝽的互作效应值分别为+40、+22、+

22,对狼蛛的互作效应值分别为+56、+12、-8。

表 5 大田罩笼试验结果的方差分析

Table 5 Analysis of variance of the experiment results (data from table 4)

变异来源	害虫		中性昆虫		捕食性天敌		尖沟宽尾蜂		狼蛛		顶位物种	
Variation source	Insect pest (P)		Neutral insect (N)		Predator (Pre)		Veliidae		Wolf spider		Top species (T)	
	MS	F	MS	F	MS	F	*MS	F	MS	F	MS	F
A	1352569	119.9**	155630	96.4**	64	<1	169	21.5**	81	6.8*	45.6	<1
B	1739761	154.3**	218556	135.4**	3969	27.6**	100	12.7**	121	10.1*	1173	25.6**
C	16512	1.5	41209	25.5**	4	<1	12	1.6	25	2.1	18	<1
A×B	1288225	114.3**	127092	78.8**	600	4.2	100	12.7**	196	16.3**	352	7.7**
A×C	49506	4.4	61104	37.9**	702	4.9	30	3.9	9	<1	218	4.7
B×C	14763	1.3	42025	26.0**	420	2.9	30	3.9	4.0	<1	298	6.5*
A×B×C	49953	4.4	64421	39.9**	324	2.3	57	7.3**	196	16.3**	163	3.6
误差 Error	11274		1614		144		8		12		46	

2.3.3 中性昆虫数量受飞虱和捕食性天敌的影响 在方差分析表中,中性昆虫自身的数量与飞虱、狼蛛有关。A、B、C 主效和一级、二级互作 F 检验均为极显著。A×B 双向表中,不用扑虱灵比用扑虱灵处理中性昆虫数量增加 1870 头;A×C 双向表中,不接狼蛛比接狼蛛处理中性昆虫数量增加 812 头。表明狼蛛与中性昆虫在食物网中存在相互作用关系。

综上所述,中性昆虫数量减少,尖沟宽尾蜂、狼蛛等捕食性天敌随之减少,害虫数量增加。因而中性昆虫调控害虫数量是通过影响捕食性天敌而起作用的。但是害虫(飞虱)数量也会影响中性昆虫数量,可能是有些中性昆虫如弹跳虫的食性是腐食性的,取食害虫的尸体、飞虱分泌的蜜露等。

2.3.4 中性昆虫作用的挤压和脉冲试验分析 在盆钵内一次接入蜘蛛和分次接入蚊幼观察飞虱的数量,结果见表 6,统计分析见表 7。

表 6 中性昆虫作用的挤压和脉冲试验结果(盆钵罩笼,1993)

Table 6 The results of press and pulse experiments of the effect of neutral insects on the community (with cages at pot rice, 1993)

蚊幼	微蛛	狼蛛	飞虱数量
Wiggler	<i>O. insecticeps</i>	Wolf spider	No.
(A)	(B)	(C)	planthopper
A ₁	B ₁	C ₁	25
		C ₂	19
	B ₂	C ₁	7
		C ₂	17
A ₂	B ₁	C ₁	61
		C ₂	13
	B ₂	C ₁	6
		C ₂	4

各处理设计见表 2。The design of a, b, c treatment is seen in table 2.

表 7 挤压和脉冲试验结果的方差分析表

Table 7 Analysis of variance the results of press and pulse experiments (data from table 6)

变异来源	MS	F	F 检验
Variation source			F-test
A	56.1	2.7	P>0.05
B	1806	88.5	P<0.01
C	529	25.9	P<0.01
A×B	485	23.7	P<0.01
A×C	756	37.1	P<0.01
B×C	992	48.6	P<0.05
A×B×C	226	11.1	
误差 Error	20		

从表 7 的方差分析中得知主效 A 因素 F 检验不显著,但 $A \times B$ 、 $A \times C$ 、 $A \times B \times C$ 互作均显著。表明蚊幼控制害虫不是直接的,而是通过影响天敌间接对害虫起调控作用。在 $A \times B$ 、 $A \times C$ 两向表中,害虫数均以 A_2B_2 、 A_2C_2 最少, $A \times B$ 、 $A \times C$ 的互作效应值分别为 -88、-110。蚊幼与天敌的交互作用对害虫的控制非常明显,该结论与大田选择性控制试验结果完全一致。

2.3.5 中性昆虫与天敌、害虫相互作用的通径分析 用田间系统取样资料,计算中性昆虫、中位物种、顶位物种与害虫的直接和间接通径系数见图 2。

从通径系数看出,中性昆虫与害虫的直接通径系数为负数,这二者之间不存在捕食和被捕食的关系,但中性昆虫与中位或顶位物种间有正的间接通径系数。表明中性昆虫为中位和顶位物种提供食物,中位和顶位物种数量增加后又对害虫产生一定的调控作用。另外,如果考虑中性昆虫、中位和顶位物种对害虫的调控有一时滞效应,即 t 时刻的 N 、 I 、 T 对 $t + \Delta t$ 或 $t + \Delta t + \Delta t$ 的 P 的影响,其各通径系数以一个时滞单位(7d 左右)为最大,2 个时滞单位(14d)通径系数变小,因而认为调节过程约为 7d 左右。

3 讨 论

害虫综合治理研究的进展很大程度上取决于群落食物网研究的进展,而我国群落食物网研究总体来说进展缓慢。以往群落研究有两个缺陷:一是取样方法用扫网、盆拍或肉眼观察,这些方法随意性强、误差大,尤其是在水稻植株与田水面(或土面)界面活动和在稻田水中生活的一些物种难以查清。这一空间活动取食的一些种类常是重要的害虫或天敌或中性昆虫,如飞虱、尖沟宽龟蜡、狼蛛、蚊幼等。由此给不同处理间、不同生态区群落的比较带来困难;另外群落分析方法主要是依据田间取样数据应用多元统计分析方法进行归类分析^[5,6],分析结果理论性较强,与 IPM 的理论和实践的結合上仍有一定距离。

本文首先从群落取样方法进行改进^[2],对资料的分析采用营养物种的概念^[3],把众多的生物种依其捕食关系分成中性物种、基位物种、中位和顶位物种^[1]。在模拟试验方面,应用排除法、挤压法和脉冲试验设计。这些有助于深入研究复杂的食物网成员间的相互作用规律。本文所称的中性物种是相对于植物保护而言的,从实验结果来看,中性昆虫与捕食性天敌有密切的关系,因而间接调控害虫的发生量。所以在 IPM 实践中,既要重视保护利用天敌,还应利用中性昆虫的调控作用;另一方面评价化学农药除了要注意对天敌的影响外,也要注意是否对中性昆虫有严重的影响。有些化学农药施用后导致害虫再猖獗,一般认为原因之一是杀伤了天敌,本文认为也可能由于杀伤中性昆虫导致害虫再猖獗。据在 1993 年 7 月 27 日调查不同农药处理区田水中蚊幼密度,不用任何农药的平均为 180 头/尺²,甲胺磷 75g+杀虫双 150g 处理区仅为 7 头/尺²。因而评价一个化学农药品种和农药导致害虫再猖獗应从群落食物网的角度深入研究。

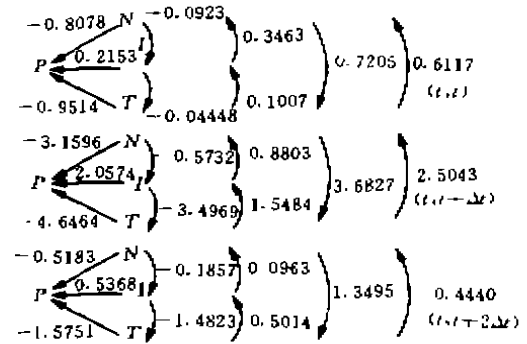


图 2 各营养物种间的通径系数

Fig. 2 Path coefficients of the interactions between trophic species of the food web
P: insect pest; N: neutral insect; I: intermediate species; T: top species

参 考 文 献

- 1 吴进才,胡国文等.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
- 2 吴进才等.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—183
- 3 Cohen J E, Briand F and Newman C M. Community food webs. springer-verlag. 1989
- 4 吴进才,陆自强等.稻田主要捕食性天敌的栖息生态位与捕食作用分析.昆虫学报,1993,36(3):323—331
- 5 王勇,张汉鹄等.茶园蜘蛛、昆虫群落动态的研究.生态学报,1991,11(2),135—138
- 6 尤民生,吴中孚.稻田昆虫群落排序的研究.福建农学院学报,1985,14(2):95—102

STUDIES ON THE REGULATION EFFECT OF NEUTRAL INSECT ON THE COMMUNITY FOOD WEB IN PADDY FIELD

Wu Jincai

(Department of Plant Protection, Jiangsu Agricultural College, Yangzhou, 225001)

Hu Guowen Tang Jian

(Chinese Institute of Rice Research, Hangzhou)

Shu Zhaolin Yang Jinsheng

(Zhenjiang Institute of Agricultural Science, Jiangsu)

Wan Zhinong Ren Zhengcai

(Jiangsu Jurong Station of Plant Protection, Jurong, Jiangsu)

A group of insects other than both insect pests and natural enemies, such as dominant mosquito (adult and larva) and collembola in paddy field, was defined as the neutral insects in this paper. The regulation effects of the neutral insects on the community food web in paddy fields, as well as direct and indirect relationships among the neutral insects, predators and pests, were studied by using the press and the pulse experiment designs and some selective control methods with buprofezin to control plant hoppers and with *Bacillus sphaericus* to kill larvae of mosquito. The results showed that pest increased as decrease of the neutral insect abundance, while predator abundance increased as increase of the insect abundance. The regulation effects of the neutral insects on pest abundance were mainly realized by predators.

Key words: Neutral insect, mosquito, paddy community food web, regulation effect.