

化学防治对不同类型棉田害虫和捕食性天敌群落多样性的影响

苏丽^{1,2}, 戈峰^{1*}, 刘向辉¹

(1. 中国科学院动物研究所, 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100080; 2. 广西大学农学院, 南宁 530005)

摘要: 分析比较了化学防治对 8 种不同类型棉田害虫、捕食性天敌群落多样性的影响。研究结果表明, 化学防治对棉田害虫、捕食性天敌群落的多样性指数、均匀性指数、丰富度及个体数的变化有较大的影响, 尤其对捕食性天敌群落的影响显著。但这种作用依不同类型棉田或棉花不同生育阶段而异: 化学防治对套作棉田害虫、捕食性天敌群落的影响较小, 而对单作棉田和豆间棉棉田害虫、捕食性天敌群落的影响较大; 晚播棉田害虫与捕食性天敌群落较早播棉田受化学防治的影响更大; 化学防治对免耕棉田害虫、天敌群落的影响更大, 非免耕棉田害虫、捕食性天敌群落受其干扰较小; 春套棉边害虫、捕食性天敌群落与其它棉田类型相比, 受化学防治的影响较少; 棉花害虫在棉花生育前期对化学防治较棉花生育后期敏感, 而捕食性天敌在棉花整个生育期均对化学防治敏感。

关键词: 棉田; 化学防治; 害虫; 捕食性天敌; 群落多样性

中图分类号: Q968 **文献标识码:** A **文章编号:** 0454-6296 (2002) 06-0777-08

Effects of chemical control on diversity of insect pests and predatory natural enemy communities in cotton fields under different cultivating regimes

SU Li^{1, 2}, GE Feng^{1*}, LIU Xiang-Hui¹ (1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China; 2. Agricultural College, Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract: Effects of chemical control on diversity of insect pests and predatory natural enemy were investigated in 8 types of cotton fields in Raoyang County, Hebei Province in 1999. The results showed that chemical control affected diversity and homogeneity indices, richness and the numbers of pests and predators in different types of cotton fields. Chemical control had a more significant effect on the diversity of predator than pest communities. The effects of chemical control differed in different types of cotton fields and in different stages of the growing cycle; the effects were more prominent in cotton monocultures or cotton-bean intercropped fields than in those with cotton-wheat intercropping, in late-sown than early sown fields, and in untilled fields than tilled fields. The effect was less on the edges of intercropped cotton fields than in the middle. The insect pest community was more sensitive to chemical insecticides at the early stage of the growing cycle, while chemical control significantly influenced the insect predator community throughout the growth period of cotton plants.

Key words: cotton field; chemical control; insect pests; predatory natural enemies; community diversity

生物群落结构、功能及其动态的研究, 一直是生态学研究的重点之一, 也是害虫管理的基础 (Brown, 1999)。化学防治作为害虫防治的一个重要手段, 直接或间接地影响到农田节肢动物群落结

构与功能, 从而也影响到对害虫持续、有效的控制。因而有关化学防治对生物群落结构的研究受到了极大重视 (罗志义, 1982; 万方浩和陈常铭, 1985; Wisniewska and Prokopy, 1997; Epstein *et al.*,

基金项目: 国家重点基础研究发展规划 “973” 项目 (G2000016209); 中国科学院知识创新工程方向性项目 (KSCX2-01-02); 国家自然科学基金资助项目 (39970137)

作者简介: 苏丽, 女, 1969 年 1 月生, 在职博士生, 讲师, 研究方向为昆虫生态学, E-mail: suli@panda.ioz.ac.cn

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: gef@panda.ioz.ac.cn

收稿日期 Received: 2002-01-10; 接受日期 Accepted: 2002-09-26

2000; 徐建祥等, 2000; 侯有明等, 2001)。已有的研究表明, 化学防治导致害虫优势种明显, 天敌种类和数量减少, 天敌作用难以发挥, 易引起害虫的再猖獗 (罗志义, 1982; 万方浩和陈常铭, 1985; Wisniewska and Prokopy, 1997; Epstein *et al.*, 2000; 侯有明等, 2001)。

棉花是我国的重要经济作物, 每年均要使用大量的化学杀虫剂防治棉花害虫。化学防治除对天敌具有较强的杀伤力以外, 还引起害虫的抗药性, 影响了棉田生态系统中害虫—天敌的相互作用关系, 致使棉铃虫 *Helicoverpa armigera*、棉蚜 *Aphis gossypii* 常再猖獗为害 (罗志义, 1982; 南留柱等, 1987; 吴孔明和刘芹轩, 1992; 中国农业科学院植物保护所棉花害虫研究组, 1993; Kerns and Gaylor, 1993; Luttrell, 1994; Sugonyaev, 1994; Wilson *et al.*, 1998)。因此, 从群落生态学角度阐述化学防治对棉田害虫与天敌的影响, 合理、科学地评价化学防治作用尤为重要。

近年来, 随着耕作制度的改变, 在华北棉区出现了不同时空类型的棉田生态系统。尽管罗志义 (1982) 及李代芹和赵敬钊 (1993) 曾就化学防治对单作棉田害虫、天敌群落的影响进行了初步研究, 但有关化学防治对不同类型棉田害虫、天敌群落结构的影响尚未见报道。为此, 作者在对不同类型棉田害虫、捕食性天敌群落系统调查的基础上, 通过分析群落多样性参数的变化, 以揭示化学防治对不同时空类型棉田害虫与捕食性天敌群落多样性变化的影响机理, 为棉花害虫的生态调控提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验田概况

1999 年在河北省饶阳县五公镇选择以下八种不同类型棉田: 春季 (4 月 27 日) 播种的单作棉田 (简称春播棉), 与小麦套种的棉田 (春套棉), 春套棉边缘的棉株 (春套棉边), 与绿豆间作的棉田 (豆间棉), 单作免耕棉田 (免耕棉), 春夏之交 (5 月 15 日) 播种的棉田 (迟播棉), 夏季 (5 月 30 日) 播种与小麦套作的棉田 (夏套棉) 和夏季麦收后 (6 月 15 日) 播种的单作棉田 (夏播棉)。棉花品种除夏播棉田为矮早 1 号外, 其它类型棉田均为石棉 11。每种类型田重复 3 次, 面积均不少于 0.133 hm^2 。各类型棉田间距为 50 m, 未防区与化

防区间距 10 m, 均种植棉花作为保护行。各试验田块农事操作基本一致。

1.2 处理

在各类型棉田均设置未防区 (不施用任何农药) 与化防区两个处理, 各处理重复 3 次。化防区棉田施用杀虫剂情况如下: (1) 6 月 20 日施用久效磷防治苗蚜, 7 月 2 日施用万灵农药防治第 2 代棉铃虫; (2) 7 月 15 日施用久效磷防治伏蚜, 8 月 1 日施用万灵农药防治第 3 代棉铃虫。春播棉、春套棉、春套棉边、豆间棉、免耕棉和迟播棉等棉田化防区使用农药同 (1) 和 (2), 夏播棉和夏套棉化防区使用农药同 (2)。杀虫剂施用剂量如下: 久效磷, 50% 乳油, 50 mL/亩, 兑水 1 500 倍喷雾; 万灵, 20% 乳油, 60 mL/亩, 兑水 1 000 倍喷雾。

1.3 田间系统调查

自 6 月上旬开始, 每 5 天一次, 5 点取样, 每点 1 m^2 (相当于 6 株棉花), 采用直接计数法系统调查各类型棉田棉株及地面所有害虫、捕食性天敌的种群数量。棉蚜调查方法与其它昆虫有所不同, 苗蚜 (7 月 30 日前) 和秋蚜 (9 月 1 日后) 全株调查, 伏蚜期间, 采用上部、下部各三片叶, 中部四片叶, 共调查 10 叶。

1.4 分析方法

在系统调查不同类型棉田未防区与化防区害虫、捕食性天敌群落数据的基础上, 采用以下分析方法计算害虫与天敌群落的多样性参数:

$$\text{香农-维纳多样性指数}(H): H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, S)$$

其中 $P_i = n_i/N$, n_i 为第 i 个物种的个体数, N 为总个体数, S 为总物种数。

$$\text{均匀性指数}(E): E = H/H_{\max} = H/\ln S$$

方差分析在 Microsoft EXCEL、SAS 统计软件上进行。聚类分析在 SPSS 10.0 统计软件上进行, 样本间距离采用欧氏距离平方, 采用重心法进行系统聚类。

2 结果

2.1 不同类型棉田害虫、捕食性天敌群落个体数的动态变化

8 种不同类型棉田害虫的种类数为 12~15 种 (表 1), 主要害虫为棉蚜、棉红蜘蛛 *Tetranychus cinnabarinus*、棉铃虫 *H. armigera*、棉蓟马 *Thrips*

tabaci 和棉叶蝉 *Empoasca biguttula*；捕食性天敌种类数为 15~19 种（表 1），主要种类为龟纹瓢虫 *Propylaea japonice*、小花蝽 *Orius minutus*、大眼蝉长蝽 *Gecoris pallidipennis*、华姬蝽 *Nabis sinoferus*、草间小黑蛛 *Erigonidium graminicola*、狼蛛（*Lycosidae*）和圆花叶蛛 *Synaema globosum japonicum*；未防区与化防区棉田所发生的害虫与天敌种类差异较小。但化学防治对害虫与天敌的发生数量影响较大，而且在不同类型棉田的作用存在差异。

春套棉边、春套棉和夏套棉等套作棉田化防区与未防区害虫群落个体数变化趋势相近（图 1：e，f，h），化防区害虫总个体数与未防区相比反而有所增加（表 1），主要是蕾铃期化防区的害虫数量比未防区略有上升。春播棉、迟播棉、夏播棉和免耕棉等单作棉田化防区与未防区害虫个体数动态变

化趋势差异较大（图 1：a，b，c，d；表 1），化防区害虫数量下降较为明显。豆间棉田化防区害虫数量动态变化（图 2：g）与其他棉田不同，在棉花生育前期进行化学防治，害虫数量大幅度减少，而在蕾铃期，化学杀虫剂不仅不能使害虫数量减少，反而比未防区略有上升。此外，化学防治在棉花生育前期对害虫数量的影响超过蕾铃期。

化学防治导致棉田捕食性天敌个体数下降（图 1，表 1）。春套棉边和春套棉化防区捕食性天敌数量在第四次防治后开始减少，下降幅度较小（图 1：e，f）。迟播棉、豆间棉、和夏套棉等棉田化防区捕食性天敌数量在第三次施药后开始比未防区少，下降幅度较大（图 1：b，g，h）。春播棉、夏播棉和免耕棉田化防区捕食性天敌数量在第一次施药后开始急剧减少（图 1：a，c，d）。

表 1 不同类型棉田害虫与捕食性天敌群落种类组成

Table 1 Diversity and abundance of insect pests and their predatory natural enemies in different types of cotton fields										
棉田类型 Type of cotton fields	害虫 Insect pests					捕食性天敌 Predatory natural enemies				
	物种数 (S)		总个体数 (N)			物种数 (S)		总个体数 (N)		
	Species number		Individual number			Species number		Individual number		
	未防 UC ^①	化防 CC ^②	未防 UC	化防 CC	变化 ^③ (%) Change	未防 UC	化防 CC	未防 UC	化防 CC	变化 (%) Change
春播棉田 a ^④	14	14	75 852	36 799	－51.5	19	16	1 280	691	－46.0
迟播棉田 b ^④	13	14	50 875	44 511	－12.5	18	17	822	611	－25.7
夏播棉田 c ^④	14	14	63 307	43 733	－30.9	17	17	916	472	－48.5
免耕棉田 d ^④	15	14	62 137	46 428	－25.3	17	16	1 605	839	－47.7
春套棉边 e ^④	13	13	92 176	94 121	＋2.1	17	17	1 205	128	－6.4
春套棉田 f ^④	14	14	78 134	83 429	＋6.8	16	16	2 086	849	－11.4
豆间棉田 g ^④	15	12	39 180	43 737	＋11.6	16	19	982	687	－30.0
夏套棉田 h ^④	14	13	50 714	58 514	＋15.4	17	15	1 290	867	－32.8

① UC: Uncontrolled plot; ② CC: Chemically controlled plot; ③ 变化 (%) = (化防个体数 − 未防个体数) / 未防个体数 Change (%) = (Insect number in CC − insect number in UC) / insect number in UC

④ a: spring-sown cotton; b: late-sown cotton; c: summer-sown cotton; d: untilled cotton; e: edge of cotton-wheat intercropped fields in spring; f: cotton-wheat intercropped fields in spring; g: cotton-bean intercropped fields; h: cotton-wheat intercropped fields in summer. The same for the following tables and figures.

表 2 化防区与未防区棉田害虫与捕食性天敌群落多样性指数的双因素方差分析

Table 2 Two way ANOVA on the effects of chemical control on the diversity of insect pest and predatory natural enemy communities in different cotton fields

棉田类型 Type of cotton fields	害虫 Insect pests				捕食性天敌 Predatory natural enemies			
	F value				F value			
	H ^①	E ^②	S ^③	Ln N ^④	H	E	S	Ln N
春播棉田 a	0.01	0.38	0.07	10.95**	7.74**	1.36	20.99**	19.97**
迟播棉田 b	1.64	0.30	6.62*	1.00	2.62	0.51	1.19	8.32**
夏播棉田 c	0	1.77	2.70	0.84	1.46	0.00	4.461	6.79**
免耕棉田 d	13.94**	5.98*	12.18**	0.00	3.24	6.53*	10.07**	12.44**
春套棉边 e	1.10	0.03	0.38	0.01	0.45	0.03	1.21	0.41
春套棉田 f	4.03	2.74	1.36	0.17	0.34	0.07	0.54	1.87
豆间棉田 g	2.24	4.141	5.38**	5.63*	3.95	0.041	0.84**	17.43**
夏套棉田 h	0	0.10	0.26	0	8.97*	2.37	5.67*	7.06*

① 香农-维纳多样性指数 Shannon-Wiener index of diversity; ② 均匀性指数 Index of evenness; ③ 丰富度 Richness; ④ 个体数 Individual number; *, ** 分别表示在 P_{0.05}和 P_{0.01}水平差异显著 Statistically significant difference at P<0.05 and P<0.01 respectively

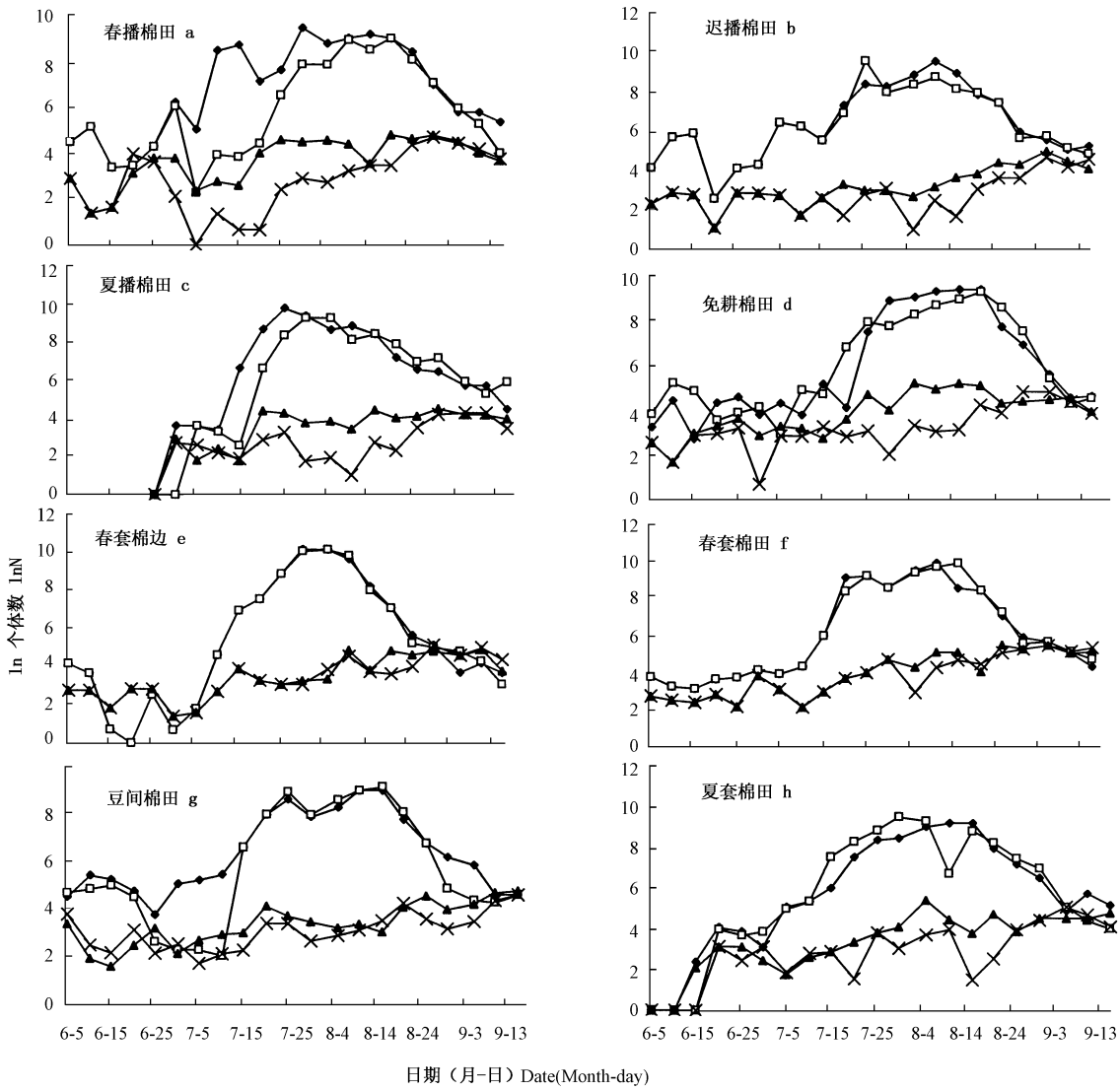


图 1 不同类型棉田害虫与捕食性天敌群落个体数的动态变化

Fig. 1 Numerical dynamics of insect pests and their predatory natural enemies in different types of cotton fields

—◆—未防区害虫 insect pests in UC plot; —□—化防区害虫 insect pests in CC plot;
—▲—未防区天敌 predatory natural enemies in UC plot; —×—化防区天敌 predatory natural enemies in CC plot

2.2 不同类型棉田害虫、捕食性天敌群落多样性指数的动态变化

在施用化学杀虫剂后，各种类型棉田害虫群落的多样性指数变化趋势不同（图 2）。春套棉边和春套棉等套作棉田化防区害虫群落多样性指数变化与未防区较为接近（图 2：e, f）；春播棉、迟播棉、夏播棉、免耕棉和夏套棉等棉田化防区害虫群落多样性指数下降较为剧烈（图 2：a, b, c, d, h）；豆间棉田化防区害虫群落多样性指数变化与前者有所不同（图 2：g），在棉花苗期施用久效磷使害虫多样性指数急剧上升，这可能是化防使苗蚜种群数量下降，害虫优势种不突出所致；而在蕾铃

期，化防区害虫群落多样性指数与未防区相比有所下降。

与害虫群落相比，棉田中捕食性天敌群落受化学防治的影响更大，这种影响在不同类型棉田的表现也不完全相同（图 2）。春套棉边和春套棉田化防区与未防区捕食性天敌群落的多样性指数变化差异不明显（图 2：e, f），在第四次使用杀虫剂后，化防区棉田捕食性天敌群落多样性指数才略有下降。春播棉、迟播棉、夏播棉、免耕棉、豆间棉、和夏套棉等棉田化防区与未防区捕食性天敌群落多样性指数变化差异较明显（图 2：a, b, c, d, g, h），化防区棉田捕食性天敌群落多样性指数下降幅

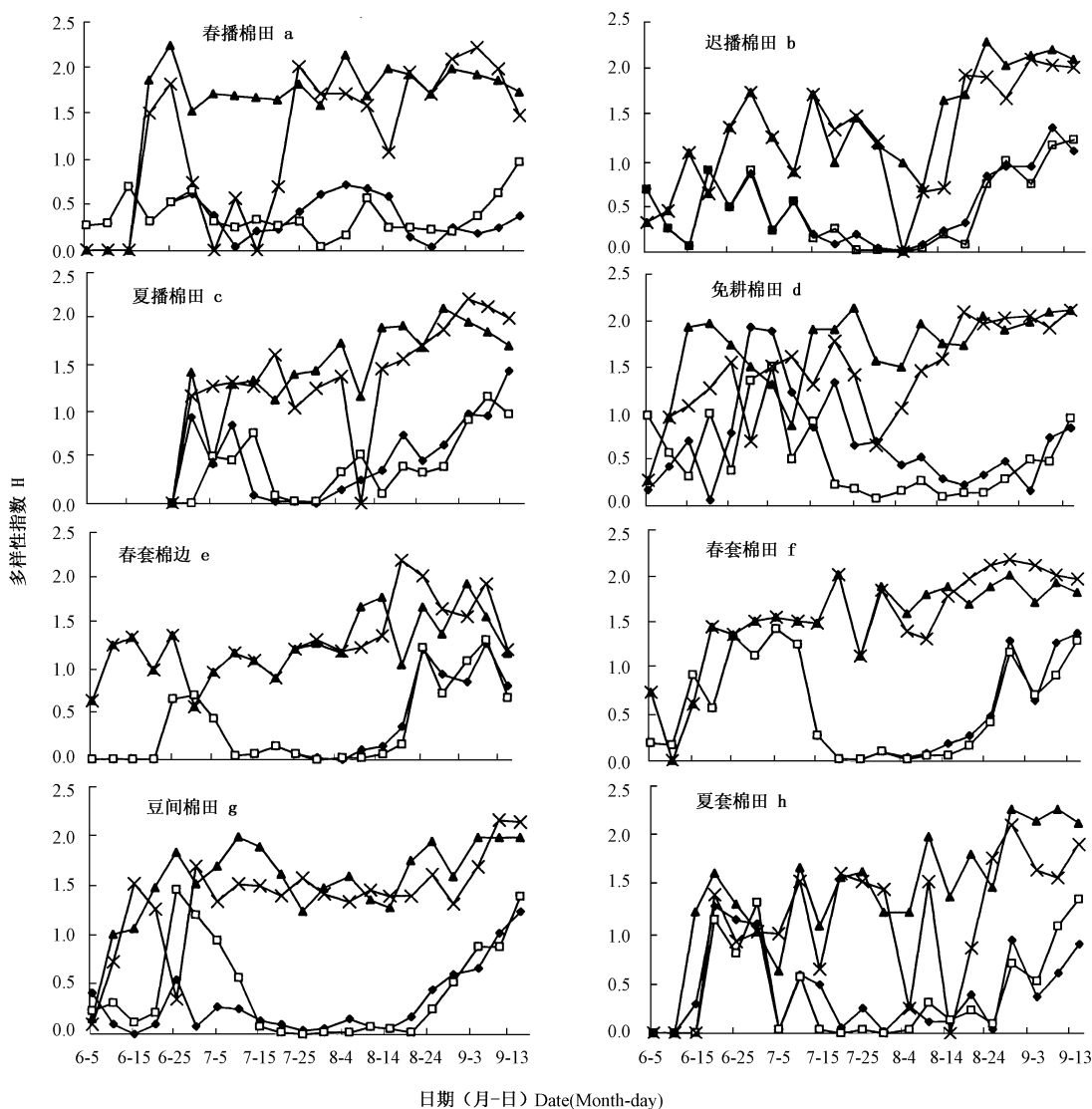


图2 不同类型棉田害虫与捕食性天敌群落多样性指数的动态变化

Fig. 2 Dynamics of diversity indices of insect pests and their predatory natural enemies in different types of cotton fields

—◆—未防区害虫 insect pests in UC plot; —□—化防区害虫 insect pests in CC plot;
—▲—未防区天敌 predatory natural enemies in UC plot; —×—化防区天敌 predatory natural enemies in CC plot

度较大，每次施药后，棉田捕食性天敌多样性指数均有不同程度的下降。

2.3 化学防治对棉田害虫群落、捕食性天敌群落多样性影响的比较

对化防区与未防区棉田害虫、捕食性天敌群落多样性的方差分析(表2)表明，化学防治对害虫与捕食性天敌群落多样性的影响依不同类型棉田而异。

夏播棉、夏套棉、春套棉边和春套棉等棉田未防区与化防区害虫的多样性指数、均匀性指数、丰富度和个体数均无显著差异($P>0.05$)。豆间棉田害虫的丰富度、个体数和春播棉害虫的个体数、

迟播棉害虫群落的丰富度在化防区与未防区两种处理间存在显著差异($P<0.05$)，春播棉、迟播棉和豆间棉田害虫其它的多样性参数在未防区与化防区之间差异不显著($P>0.05$)。免耕棉田害虫群落的多样性指数、均匀性指数和丰富度在化防区与未防区间差异显著($P<0.05$)，个体数差异不显著($P>0.05$)。

与害虫群落相比，捕食性天敌群落的多样性参数受化学防治的影响较大。春套棉和春套棉边化防区与未防区捕食性天敌群落的多样性指数、均匀性指数、丰富度和个体数均无显著差异($P>0.05$)。迟播棉、夏播棉和豆间棉等棉田化防区与未防区捕

食性天敌的个体数差异显著 ($P<0.05$)，豆间棉田化防区与未防区捕食性天敌群落的丰富度差异显著 ($P<0.05$)，这 3 类棉田捕食性天敌群落的其它多样性参数在化防区与未防区均差异不显著 ($P>0.05$)。春播棉和夏套棉田捕食性天敌群落的多样性指数、丰富度和个体数在化防区与未防区间差异显著 ($P<0.05$)；免耕棉田捕食性天敌群落的均匀性指数、丰富度和个体数在化防区与未防区间差异显著 ($P<0.05$)。

以不同时空、不同类型棉田害虫群落的多样性指数为聚类指标，进一步对各类型棉田害虫群落多样性进行聚类，可将未防区不同类型棉田害虫群落归纳为以下 5 类 (图 3: A)：Ⅰ. 夏播棉，迟播棉，豆间棉，春套棉边；Ⅱ. 夏套棉；Ⅲ. 春套棉；Ⅳ. 春播棉；Ⅴ. 免耕棉。化防区不同类型棉田害虫群落归为 6 类 (图 3: B)：Ⅰ. 迟播棉，夏套棉；Ⅱ. 豆间棉，春套棉；Ⅲ. 春播棉；Ⅳ. 春套棉边；Ⅴ. 夏播棉；Ⅵ. 免耕棉。从聚类结果可以看出，免耕

棉田害虫群落与其它类型棉田害虫群落距离最远，表明免耕方式对害虫群落多样性的影响较大。比较化防区与未防区棉田害虫群落多样性指数聚类结果，化学防治对除免耕棉田以外的各类型棉田害虫群落多样性的排序有一定影响，其中尤以夏播棉田害虫群落多样性指数的变化最大。

未防区不同类型棉田捕食性天敌群落多样性指数聚类归为 4 类 (图 3: C)：Ⅰ. 春播棉，春套棉，夏套棉，豆间棉，免耕棉；Ⅱ. 迟播棉；Ⅲ. 春套棉边；Ⅳ. 夏播棉。而化防区不同类型棉田天敌群落可分为 7 类 (图 3: D)：Ⅰ. 春套棉边，豆间棉；Ⅱ. 免耕棉；Ⅲ. 春套棉；Ⅳ. 迟播棉；Ⅴ. 夏播棉；Ⅵ. 夏套棉；Ⅶ. 春播棉。未防区与化防区不同类型棉田捕食性天敌群落的聚类位置变化很大，两处理区各类型棉田捕食性天敌群落的排序均明显不同，即化学杀虫剂对各类型棉田捕食性天敌群落的多样性影响较大。

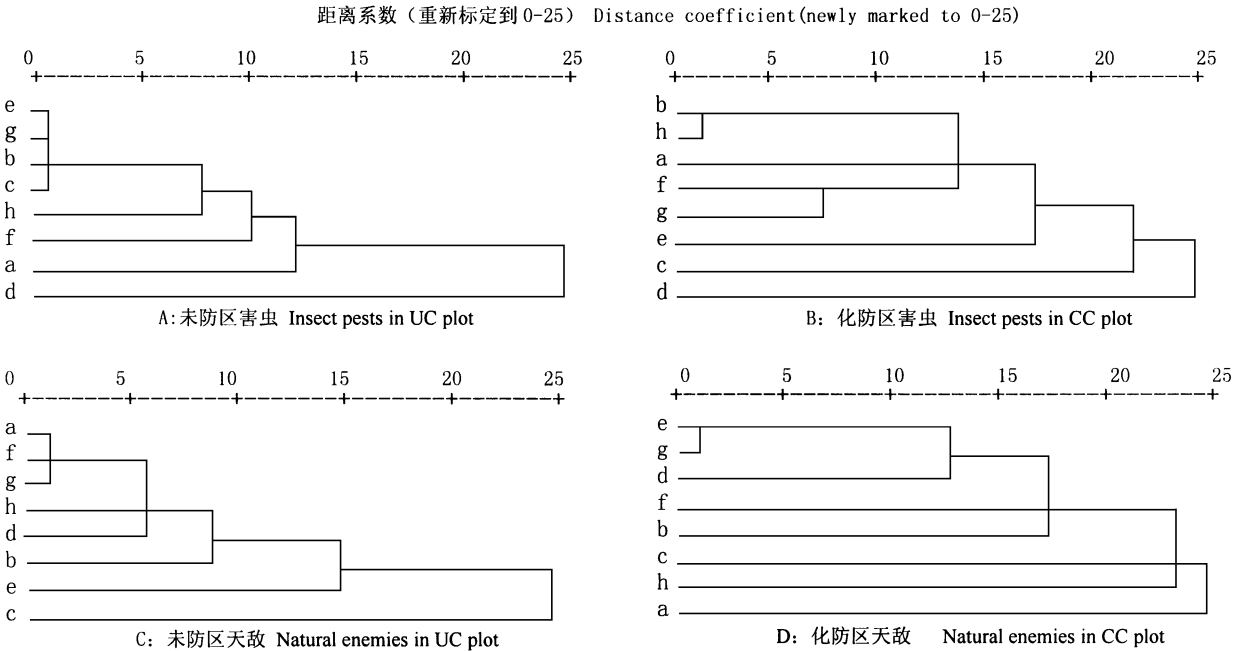


图 3 不同类型棉田害虫、捕食性天敌群落聚类

Fig. 3 Cluster analysis of insect pests and their predatory natural enemies in different types of cotton fields

2.4 影响棉田害虫、捕食性天敌群落多样性的因素

化学防治及其它农业措施等因素对棉田害虫与捕食性天敌群落多样性指数的影响如表 3 所示。方差分析表明，化学防治对害虫群落多样性指数影响不显著 ($P>0.05$)，而对捕食性天敌群落多样性

指数影响极显著 ($P<0.01$)。在 8 种不同类型棉田中，害虫群落多样性指数存在明显差异 ($P<0.05$)；其中两种耕作方式 (免耕与非免耕类型) 棉田间害虫群落多样性指数差异极显著 ($P<0.01$)。播种日期、种植方式 (间套作与单作) 和棉边对害虫群落多样性指数的影响不显著 ($P>$

0.05)。棉田类型、播种日期和耕作方式对捕食性天敌群落多样性指数影响显著 ($P<0.05$)，而种植方式和棉边对捕食性天敌群落多样性指数影响不显著 ($P>0.05$)。两种因素组合分析结果表明，

防治×棉田类型、防治×播种日期、防治×种植方式、防治×耕作方式和防治×棉边对害虫与捕食性天敌群落的多样性指数影响不显著 ($P>0.05$)。

表 3 不同类型棉田害虫与捕食性天敌多样性影响因素的双因素方差分析

Table 3 Two way ANOVA on factors potentially affecting the diversity of insect pests and their predatory natural enemies in different types of cotton fields

影响因素 Source of variance	害虫群落 Pest insect community			捕食性天敌群落 Predatory natural enemy community		
	DF	F	P	DF	F	P
棉田类型 Type of cotton field	7	2.60	0.01	7	2.40	0.02
防治 Control	1	0.35	0.56	1	6.14	0.01
防治×棉田类型 Control×type of cotton field	7	0.40	0.90	7	0.74	0.64
播种日期 Sowing date	3	0.73	0.54	3	3.34	0.02
防治 Control	1	1.52	0.22	1	6.09	0.01
防治×播种日期 Control×sowing date	3	0	1.00	3	0.39	0.76
种植方式 Cropping regime	1	0.14	0.70	1	0.04	0.84
防治 Control	1	0.34	0.56	1	5.97	0.01
防治×种植方式 Control× cropping regime	1	0.63	0.43	1	0.24	0.62
耕作方式 Tilling method	1	7.38	0.01	1	5.80	0.02
防治 Control	1	0.35	0.56	1	6.07	0.01
防治×耕作方式 Control×tilling method	1	1.44	0.23	1	0.15	0.70
棉边与棉中 Cotton in edge and middle	1	1.88	0.17	1	1.12	0.29
防治 Control	1	0.34	0.56	1	6.01	0.01
防治×棉边与棉中 Control×cotton in edge and middle	1	0	0.95	1	1.44	0.23

3 结论与讨论

通过对 8 种不同时空类型棉田害虫、捕食性天敌群落的多样性指数、均匀性指数、丰富度和总个体数的研究表明，化学防治对棉田害虫、捕食性天敌群落多样性的变化有一定影响，其中丰富度和个体数受影响更大，而多样性指数与均匀性指数受干扰较小，这与罗志义 (1982) 的研究结果一致；而且，本文结果进一步显示，捕食性天敌群落与害虫群落相比，所受化学杀虫剂的影响更大，化防区内捕食性天敌群落的物种数和总个体数都比未防区有较明显减少，从而易导致害虫再猖獗。因此，从群落生态学角度来看，在棉花害虫管理中，应尽可能地减少化学防治，保护和利用天敌，充分发挥天敌的自然控害作用，才能有效持续地控制害虫。

化学防治对棉田害虫和捕食性天敌数量变化的

作用受棉田类型的影响。春套棉、春套棉边和夏套棉等套作棉田害虫数量受化学防治的影响较小，而春播棉、迟播棉、免耕棉、夏播棉和豆间棉等棉田害虫数量受影响较大；化学防治对春套棉边和春套棉等套作棉田捕食性天敌数量的影响较小，而对春播棉、夏播棉和免耕棉等单作棉田捕食性天敌数量的影响较大。

在棉田生态系统中，害虫、天敌群落的多样性受到多种因素的影响，除气候等因素以外，种植制度、耕作方式、播种日期、化学防治等人为因素也是很重要的。本文结果显示，棉花播种时期、种植和耕作方式的不同以及杀虫剂施用时间都会影响化学防治对害虫、捕食性天敌群落的作用。棉麦套种棉田害虫、捕食性天敌群落受杀虫剂的影响较小，单作棉田和豆间棉棉田害虫与捕食性天敌群落受杀虫剂的影响较大，说明套作更利于保护天敌免受到外界因子（如化学防治）的影响。晚播棉田害虫、

捕食性天敌群落较早播棉田受化学防治的影响更大, 可能是晚播棉田播种期较晚, 棉花生长发育缓慢, 害虫、天敌易“暴露”, 易受化学防治的影响所致; 因此, 适当早播有利于建立种类、数量丰富的天敌群落, 在害虫大量发生期发挥控害作用。免耕棉田害虫、捕食性天敌群落受化学防治的影响更大, 其它非免耕方式棉田害虫、捕食性天敌群落所受干扰较小。春套棉边害虫、捕食性天敌群落与其它棉田类型相比, 数量比较丰富, 所以受化学防治的影响较小。在棉花生育前期害虫对化学杀虫剂较棉花生育后期敏感, 而捕食性天敌在棉花整个生育期均对杀虫剂敏感; 因此, 在棉田害虫综合治理中, 应尽可能少用化学杀虫剂, 避免大量杀伤天敌, 发挥天敌的控害作用。由此可知, 从群落生态学角度了解影响棉花害虫、天敌群落多样性的各种因素对棉田害虫综合治理有重要的意义。

参 考 文 献 (References)

- Brown M W. 1999. Applying principles of community ecology to pest management in orchards. *Agri. Ecosys. & Environ.*, (73): 103–106.
- Cotton Pest Research Group, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences. 1993. Cotton Pest Resistance to Insecticides and Control Methods. Beijing: Science Popularization Press. 1–9. [中国农业科学院植物保护研究所棉花害虫研究组, 1993. 棉花害虫的抗药性与防治技术. 北京: 科学普及出版社. 1–9]
- Epstein D L, Zack R S, Brunner J F, Gut L, Brown J J. 2000. Effects of broad-spectrum insecticide on epigeal arthropod biodiversity in Pacific Northwest apple orchards. *Environ. Entomol.*, 29 (2): 340–348.
- Hou Y M, Pang X F, Liang G W, You M S. 2001. Effect of chemical insecticides on the diversity of arthropods in vegetable fields. *Acta Ecol. Sin.*, 21 (8): 1 262–1 268. [侯有明, 庞雄飞, 梁广文, 尤民生, 2001. 化学杀虫剂对菜田节肢动物多样性的影响. 生态学报, 21 (8): 1 262–1 268]
- Kerns D L, Gaylor M J. 1993. Biotic control of cotton aphids (Homoptera: Aphidiae) in cotton influenced by two insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 86 (6): 1 824–1 834.
- Li D Q, Zhao J Z. 1993. The spider community and its diversity in cotton fields. *Acta Ecol. Sin.*, 13 (3): 205–213. [李代芹, 赵敬钊, 1993. 棉田蜘蛛群落及其多样性研究. 生态学报, 13 (3): 205–213]
- Luo Z Y. 1982. Analyses and effects of insecticides on diversity of arthropod community in cotton fields in Sheshan district, Shanghai. *Acta Ecol. Sin.*, 2 (3): 255–264. [罗志义, 1982. 上海佘山地区棉田节肢动物群落多样性分析及杀虫剂对多样性的影响. 生态学报, 2 (3): 255–264]
- Luttrell R G. 1994. Cotton pest management: Part II A US perspective. *Ann. Rev. Entomol.*, 39: 517–542.
- Nan L Z, Wang D A, Sun X, Li X Z, Tian X G, Zhang W H, Wang G X, Han Y G, Zhang J Q. 1987. Protection and utilization of natural enemies in cotton fields. *Natural Enemies of Insects*, 9 (3): 125–129. [南留柱, 王德安, 孙洗, 李小珍, 田秀刚, 张文汗, 王国欣, 韩彦刚, 张进奇, 1987. 棉花害虫天敌保护利用研究. 昆虫天敌, 9 (3): 125–129]
- Sugonyaev E S. 1994. Cotton pest management: Part V Commonwealth of independent states perspective. *Ann. Rev. Entomol.*, 39: 579–592.
- Wan F H, Chen C M. 1985. Studies on composition and diversity of insect pest-natural enemy community in integrated control and chemical control paddies. *Acta Ecol. Sin.*, 7 (3): 135–143. [万方浩, 陈常铭, 1985. 综防区和化防区稻田害虫-天敌群落组成及多样性研究. 生态学报, 7 (3): 135–143]
- Wilson L J, Bauer L R, Lally D A. 1998. Effect of early season insecticide use on predators and outbreaks of spider mites, (Acari: Tetranychidae) in cotton. *Bull. Entomol. Res.*, 88 (4): 477–488.
- Wisniewska J, Prokopy R J. 1997. Pesticide effect on faunal composition, abundance, and body length of spiders (Araneae) in apple orchards. *Environ. Entomol.*, 26 (4): 763–776.
- Wu K M, Liu Q X. 1992. Studies on the resurgence caused by insecticides for cotton aphid, *Aphis gossypii*. *Acta Ecol. Sin.*, 12 (4): 341–347. [吴孔明, 刘芹轩, 1992. 杀虫剂诱使棉蚜再猖獗的研究. 生态学报, 12 (4): 341–347]
- Xu J X, Wu J C, Cheng X N, Ji M S, Dai J Q. 2000. The effects of two insecticides on predation function of predatory natural enemies. *Acta Ecol. Sin.*, 20 (1): 145–149. [徐建祥, 吴进才, 程遐年, 嵇茂盛, 戴建群, 2000. 两种杀虫剂对稻田捕食性天敌集团捕食功能的影响. 生态学报, 20 (1): 146–149]