

4 种不同类型棉田昆虫群落结构的比较

崔金杰, 雒珺瑜, 夏敬源, 王春义

(中国农业科学院 棉花研究所, 河南 安阳 455112)

[摘要] 在田间小区研究了转双价基因棉(中棉所41号)对昆虫群落结构与组成的影响。结果表明, 转双价基因棉田昆虫群落的结构与转Bt基因棉田和常规棉田无明显差异, 但与常规棉常规施药田差异显著; 转双价基因棉田昆虫群落的物种数(50种)与常规棉田(50种)和转Bt基因棉田(53种)无明显差异, 但均明显高于常规棉常规施药田(44种); 转双价基因棉田昆虫群落的个体总数和相对丰度与其他棉田无明显差异; 转双价基因棉和转Bt基因棉对昆虫群落物种数的时空动态无明显影响, 而常规药物防治对棉田物种数的时空动态分布影响较大; 棉铃虫已不是转双价基因棉田和转Bt基因棉田的优势害虫, 但仍然是常规棉田和常规棉常规施药田的优势害虫。

[关键词] 转双价基因棉田; 转Bt基因棉田; 常规棉田; 昆虫群落; 结构与组成

[中图分类号] S435.622

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)12-0048-05

转Bt基因棉的大面积推广种植, 有效地控制了棉铃虫的暴发为害, 降低了植棉成本和劳动强度, 取得了明显的经济效益和社会效益^[1]。但在靶标害虫的生长过程中, 若长期受Bt杀虫蛋白的选择, 将会产生抗性, 势必给转Bt基因抗虫棉的种植带来一定风险。

转双价基因(Cry1Ac + CpTI)棉不仅可以有效控制棉铃虫的为害, 还可以延缓棉铃虫产生抗性^[2]。国内学者^[2,3]对转双价基因棉抗虫性的研究结果表明, 转双价基因棉对棉铃虫的抗性优于转Bt基因棉, 对棉铃虫的杀虫活性和生长抑制作用也有明显优势。棉铃虫对转双价(Cry1Ac + CpTI)和转Bt(Cry1Ac)杀虫基因烟草的室内抗性风险评价^[4]表明, 转双价基因烟草汰选棉铃虫18代后, 对Cry1Ac的抗性指数为对照种群的3.0倍, 而转Bt基因烟草汰选种群的抗性指数高达13.1倍, 表明转双价基因作物可显著延缓害虫的抗性发展。目前, 尚未看到关于转双价基因(Cry1Ac + CpTI)棉花对非靶标害虫、天敌及对棉田昆虫群落结构影响的报道。为此, 本研究旨在明确转双价基因棉对昆虫群落结构及组成的影响, 以期对转基因棉花的安全性评价积累科学数据, 并为转双价基因棉的科学利用及转双价基因棉田害虫综合防治技术体系的建立提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

转双价基因(Cry1Ac + CpTI)棉品种为中棉所41号, 转Bt基因(Cry1Ac)棉品种为中棉所32号, 对照品种为常规棉品种中棉所23号(为转双价基因棉中棉所41号的受体), 均由中国农业科学院棉花研究所育种研究室提供。

1.2 试验处理

试验设4个处理: (1)不施药转双价基因棉田(简称双价棉田); (2)不施药转Bt基因棉田(简称Bt棉田); (3)不施药常规棉田(简称常规棉田); (4)常规施药常规棉田(简称常规施药田)。每处理种植4个小区, 共16个小区, 小区间随机排列, 小区面积为300 m²(0.03 hm²)。试验在中国农业科学院棉花研究所试验农场进行。

1.3 调查方法

各处理棉田于05-10~10-10每5天调查1次, 每小区每次调查3个样点, 每样点8株棉花。主要调查取样范围内地面和植株上的昆虫种类和数量, 并作详细记载; 未知种类按统一编号进行记载; 伏蚜和霉蚜只调查顶部倒数第3片展开叶上的数量。各代棉铃虫发生的始期、盛期、末期分别采棉铃虫卵100粒及3龄以下幼虫50~100头, 在室内饲养观察其

[收稿日期] 2005-04-07

[基金项目] 国家“863”计划项目“华北棉区转基因棉花安全性评价”(2001AA212271); 政府间国际科技合作项目“转基因棉花安全性评价”(2003DF000013); 国家“十五”科技攻关项目“棉花重大病虫害可持续控制技术”(2001BA509B05)

[作者简介] 崔金杰(1968—), 男, 河北枣强人, 副研究员, 博士, 主要从事昆虫生态和生物安全性研究。

寄生率和寄生蜂的种类与数量。用 Berger-Parker 优势度指数测定各营养层的优势种^[5],优势度指数(I)的计算公式为: $I=N_{\max}/N$,其中 $N_{\max}$ 为优势种群数量; N 为全部种的种群数量。

2 结果与分析

2.1 对昆虫群落结构与组成的影响

调查结果(表 1)表明,双价棉田昆虫群落组成为 14 个目、37 个科、50 种,其中害虫亚群落 11 个目、21 个科、27 种,天敌亚群落 8 个目、17 个科、23

种。Bt 棉田昆虫群落组成为 14 个目、38 个科、53 种,其中害虫亚群落 11 个目、21 个科、30 种,天敌亚群落 8 个目、18 个科、23 种。常规棉田昆虫群落组成为 14 个目、37 个科、50 种,其中害虫亚群落 11 个目、21 个科、27 种,天敌亚群落 8 个目、17 个科、23 种。常规施药田昆虫群落组成为 14 个目、35 个科、44 种,其中害虫亚群落 11 个目、21 个科、26 种,天敌亚群落 6 个目、15 个科、18 种。说明双价棉田昆虫群落的结构和组成与 Bt 棉田、常规棉田无明显差异,但与常规施药田差异明显。

表 1 4 种不同类型棉田昆虫群落的结构与组成

Table 1 Species structure and composition of insect communities in 4 cotton treatments

棉田类型 Cotton style	昆虫群落 Insect community	害虫亚群落 Pest sub-community	天敌亚群落 Enemy sub-community
双价棉田 Bt+CpTI	50±3.5 a	27±1.5 b	23±3.5 a
Bt 棉田 Transgenic Bt	53±1.2 a	30±2.5 a	23±2.6 a
常规棉田 Common	50±5.3 a	27±2.3 b	23±3.1 a
常规施药田 Control common	44±2.0 b	26±1.7 b	18±2.6 a

注:同 1 列中小写字母不同者表示差异显著($P>0.05$);大写字母不同者表示差异极显著($P>0.01$),下表同。

Note: Different little letters in same row was significant difference ($P>0.05$), and different big letters was significant difference obviously ($P>0.01$), the same as follows.

由表 1 可见,4 种处理棉田昆虫群落的物种数表现为 Bt 棉田>双价棉田=常规棉田>常规施药田,其中前三者差异不显著,但和后者差异均达显著水平;害虫亚群落的物种数表现为 Bt 棉田>双价棉田=常规棉田>常规施药田,其中 Bt 棉田与后三者差异显著,后三者间差异不显著;天敌亚群落的物种数表现为 Bt 棉田=双价棉田=常规棉田>常规施药田,前三者间差异不显著,但与常规施药田的差异均达显著水平。可见,双价棉田、Bt 棉田和常规棉田的物种数无明显差异,但均明显高于常规施药田,说明种植双价棉和 Bt 棉对昆虫群落的物种数无明显影响,而施用化学农药对昆虫群落的物种数影响较大。

2.2 对个体总数和相对丰盛度的影响

从表 2 可知,双价棉田、Bt 棉田、常规棉田和常

规施药田昆虫群落的个体总数(3 个样点合计)差异不显著。双价棉田和常规施药田害虫亚群落的个体总数差异显著,但与 Bt 棉和常规棉差异不显著,而 Bt 棉田、常规棉田和常规施药田三者间的差异均不显著。双价棉田和常规施药田天敌亚群落的个体总数差异显著,Bt 棉田和常规棉田与常规施药田的差异均达极显著水平,双价棉田和 Bt 棉田差异显著,而 Bt 棉田和常规棉田差异不显著。可见,种植双价棉后昆虫群落、害虫亚群落、天敌亚群落的个体总数和常规棉田无明显差异,而化学农药的不合理施用对自然天敌杀伤严重,天敌数量锐减,导致其对害虫的控制作用下降,从而引起害虫种群数量增加,为害加重。

表 2 4 种不同类型棉田的昆虫群落个体总数统计

Table 2 Total numbers of insect community in 4 cotton treatments

棉田类型 Cotton style	昆虫群落 Insect community	害虫亚群落 Insect sub-community	天敌亚群落 Enemy sub-community
双价棉田 Bt+CpTI	5 364±965 a	4 841±955 a	523±9 bAB
Bt 棉田 Transgenic Bt	5 876±2 352 a	5 111±2 366 ab	764±317 aA
常规棉田 Common	6 415±415 a	5 738±350 ab	675±207 abA
常规施药田 Control common	7 060±1 401 a	6 763±1 409 b	296±13 cB

调查研究还发现,双价棉田害虫类和天敌类昆虫的相对丰盛度分别为 90.25%和 9.75%,Bt 棉田

害虫类和天敌类昆虫的相对丰盛度分别为 86.98%和 13.02%,常规棉田害虫类和天敌类昆虫的相对

丰盛度分别为 89.47% 和 10.53%, 常规施药田害虫类和天敌类昆虫的相对丰盛度分别为 95.75% 和 4.15%。4 种类型棉田害虫类昆虫的相对丰盛度表现为常规用药田 > 双价棉田 > 常规棉田 > Bt 棉田, 天敌类昆虫的相对丰盛度表现为 Bt 棉田 > 常规棉田 > 双价棉田 > 常规施药田。可见, 常规施药田由于自然天敌的控害能力锐减, 而存在害虫大发生的潜在危险。

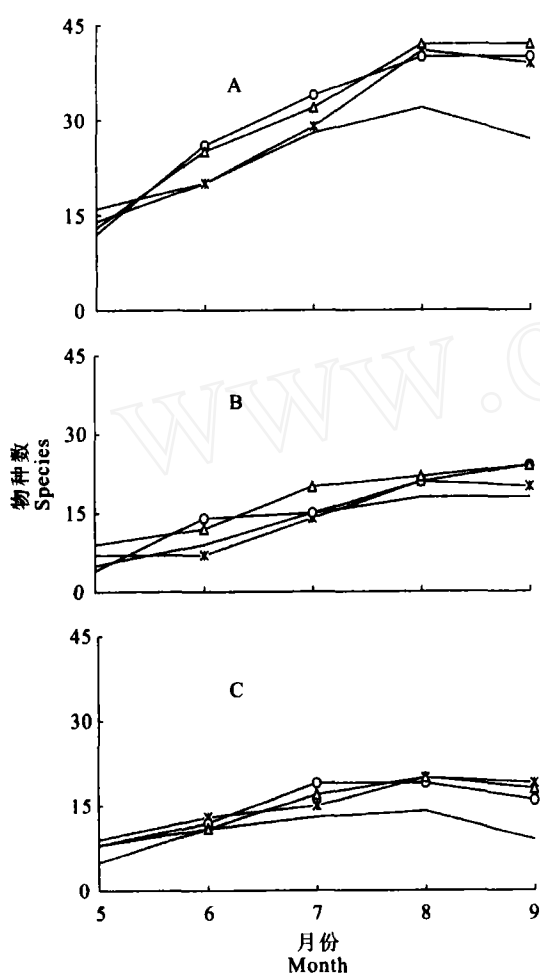


图 1 4 种处理棉田昆虫群落物种数的时空动态分布
A. 昆虫群落; B. 害虫亚群落; C. 天敌亚群落; - - - 双价棉田;
- - - Bt 棉田; -△- 常规棉田; — 常规施药田

Fig. 1 Species distribution of insect community
in 4 cotton treatments

A. Insect community; B. Pest sub-community;
C. Enemy sub-community; - - - Bt+CPT1;
- - - Transgenic Bt; -△- Common; — Control common

2.3 对物种数时空动态的影响

从棉花全生育期看(图 1-A, 各月数据为每月 6 次调查的平均值, 下同), 4 种不同处理棉田昆虫群落的物种数随棉花生育进程呈增加趋势, 于 8 月份

达到最高, 而在 9 月份随棉花衰老, 物种数随之减少。整个棉花生育期, 常规施药田昆虫群落的物种数均为最低。双价棉田昆虫群落的物种数 5 月份最高, 6~8 月份的物种数低于 Bt 棉田和常规棉田, 但高于常规施药田。方差分析结果表明, 双价棉田、Bt 棉田和常规棉田三者间的昆虫群落物种数差异不显著, 但三者与常规施药田的差异均达显著水平。可见, 种植双价棉和 Bt 棉对昆虫群落物种数的时空动态无明显影响, 而化学防治对棉田物种数的时空动态影响较大。

4 种不同处理棉田害虫亚群落的物种数随棉花生育进程的发展而增加(图 1-B)。在整个棉花生长期, 常规施药田的害虫种类除 6~7 月份高于双价棉田外, 其余月份均为最低; 常规棉田害虫亚群落的物种数最高; Bt 棉田害虫亚群落的物种数虽然低于常规棉田, 但高于常规施药田; 双价棉田 5 和 7 月份以后的物种数高于常规施药田。方差分析表明, 双价棉田和 Bt 棉田、常规棉田害虫亚群落之间的物种数差异不明显, 但和常规施药田差异显著。由此可以看出, 种植双价棉和 Bt 棉对棉田害虫亚群落物种数的时空动态分布无明显影响, 而化学防治对害虫亚群落物种数的时空动态分布影响较大。

4 种不同处理棉田天敌亚群落的物种数也随棉花生育进程的发展而增加(图 1-C), 于 8 月份达到最高, 9 月份以后随棉株衰老害虫数量减少, 天敌的种类也呈减少趋势。整个棉花生长期常规施药田天敌亚群落的物种数量均为最低。双价棉田除 7 月份天敌种类低于常规棉田和 Bt 棉田外, 其他月份均较 Bt 棉田和常规棉田高。经方差分析发现, 双价棉田和 Bt 棉田、常规棉田三者之间天敌亚群落的物种数量无明显差异, 但与常规施药田的差异均达极显著水平。可见, 双价棉和 Bt 棉对天敌亚群落物种数的时空动态无明显影响, 而常规施药防治对天敌杀伤严重, 天敌种类明显减少, 对天敌亚群落物种数的时空动态影响较大。

2.4 对优势种和优势度的影响

双价棉田优势害虫种类有棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)、棉粉虱(*Bemisia tabaci* Gennadius)、烟蓟马(*Thrips tabaci* Lindeman)和隆背花蓟甲(*Cortiniana gibbosa* Herbst), 优势度分别为 0.881 7, 0.029 7, 0.023 3 和 0.016 1; Bt 棉田优势害虫种类有棉蚜、烟蓟马、棉粉虱和隆背花蓟甲, 优势度分别为 0.782 2, 0.057 3, 0.030 2 和 0.026 5; 常规棉田优势害虫种类有棉蚜、棉粉虱、烟蓟马和棉铃虫

(*Helicoverpa armigera* Hübner), 优势度分别为 0.882 4, 0.044 6, 0.019 7 和 0.011 5; 常规施药田优势害虫种类有棉蚜、隆背花薪甲、棉粉虱、棉叶蝉 (*Enpoasca biguttula* Shirake)、棉铃虫、绿盲蝽 (*Lygus lucorum* Meyer-dür), 优势度分别为 0.806 7, 0.039 2, 0.031 8, 0.017 3, 0.013 7 和 0.007 4。可见, 棉铃虫已经不是双价棉田的优势害虫, 而棉蚜、棉粉虱、烟蓟马和隆背花薪甲等害虫上升为主要害虫。双价棉田和 Bt 棉田相比, 优势害虫的种类无明显差异。棉铃虫仍然是常规棉田和常规施药田的主要害虫, 常规施药田的优势害虫还包括棉叶蝉和绿盲蝽。

双价棉田优势捕食性天敌种类有草间小黑蛛 (*Erigonidium graminicolum* Sundevall)、龟纹瓢虫 (*Propylaea japonica* Goeze)、小花蝽 (*Orius minutus* Linnaeus)、丁纹豹蛛 (*Pardosa T-insignita* Boes. Et Str.) 和七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata* Linnaeus), 优势度分别为 0.355 9, 0.262 9, 0.081 6, 0.074 5 和 0.071 7; Bt 棉田优势捕食性天敌种类有草间小黑蛛、龟纹瓢虫、小花蝽、丁纹豹蛛和食蚜绒螨 (*Allothombium* sp.), 优势度分别为 0.353 4, 0.242 5, 0.094 9, 0.076 8 和 0.044 7; 常规棉田优势捕食性天敌种类有食蚜绒螨、草间小黑蛛、龟纹瓢虫、七星瓢虫、小花蝽和丁纹豹蛛, 优势度分别为 0.280 0, 0.215 0, 0.192 3, 0.081 1, 0.057 1 和 0.055 4; 常规施药田优势捕食性天敌种类有草间小黑蛛、丁纹豹蛛、龟纹瓢虫、小花蝽和中华草蛉 (*Chrysopa sinica* Tieder), 优势度分别为 0.410 4, 0.104 9, 0.154 6, 0.081 3 和 0.031 6。可见, 与常规棉田和常规施药田相比, 双价棉田和 Bt 棉田优势捕食性天敌种类变化不大, 表明双价棉和 Bt 棉对捕食性天敌的影响较小。

双价棉田优势寄生性天敌种类有棉蚜茧蜂 (*Trioxys indicus* Subba)、侧沟茧蜂 (*Microplitis* sp.), 优势度分别为 0.007 3, 0.001 7; Bt 棉田优势寄生性天敌种类主要是棉蚜茧蜂, 其优势度为 0.008 4; 常规棉田优势寄生性天敌种类有棉蚜茧蜂、侧沟茧蜂和齿唇姬蜂 (*Camptoclis chlorideae*

Uchida), 优势度分别为 0.005 5, 0.004 0 和 0.000 3; 常规施药棉田优势寄生性天敌种类有棉蚜茧蜂、侧沟茧蜂、齿唇姬蜂, 优势度分别为 0.084 0, 0.004 4, 0.004 4。可见, 双价棉田和 Bt 棉田优势寄生性天敌种类变化较大, 表明双价棉和 Bt 棉对棉铃虫寄生性天敌的影响较大。

3 小结与讨论

本研究结果表明, 双价棉田昆虫群落的结构和组成与 Bt 棉田、常规棉田无明显差异, 但与常规施药田差异明显; 双价棉田害虫亚群落的物种数高于常规施药田而略低于 Bt 棉和常规棉田, 表明常规施药田由于大量施用化学农药, 对天敌杀伤严重, 其自然控害能力下降, 很容易造成害虫的暴发危害和次要害虫的再猖獗。双价棉田和 Bt 棉田害虫优势种发生了变化, 棉铃虫已经不是双价棉田和 Bt 棉田的主要害虫, 而棉蚜、棉粉虱、烟蓟马、隆背花薪甲等害虫上升为主要害虫。双价棉田优势捕食性天敌种类和 Bt 棉田、常规棉田、常规施药田无明显差异, 但寄生性天敌优势种类变化较大。本文的研究结果与夏敬源等^[6]的研究结果不同。这可能是由于我国对棉田昆虫群落的研究尚无统一的研究方法, 同时昆虫群落的调查工作量非常大, 一般没有重复。而本研究中, 每个类型处理均有 4 次重复, 研究结果是平均值, 消除了单次调查的偶然性和误差, 并做了方差分析。

本研究只是初步明确了双价棉昆虫群落的结构与组成, 而对群落生态学来说, 种间关系是群落赖以生存的基础, 生态系统内能量流动与物质循环是群落的主要功能, 这种功能归根到底是物种间取食与被取食的关系在起作用; 群落的分布格局、发展演替, 在很大程度上受种间关系, 特别是种间竞争的影响。显然, 只有把群落内的生物种间关系弄清楚了, 甚至可以定量描述了, 才能更深刻地认识群落的营养结构和整体功能, 为群落的动态预测和科学管理奠定坚实的基础。因此, 有关双价棉昆虫群落的研究还需进一步深入, 特别是在食物链、食物网、生态系统内能量流动方面。

[参考文献]

- [1] 崔金杰, 夏敬源. 转双价基因抗虫棉花对棉铃虫的抗虫性及时空动态[J]. 棉花学报, 2002, 14(6): 323—329.
- [2] 芮昌辉, 范贤林, 郭三堆. 转 Bt 和 CpTI 双基因抗虫棉花延缓棉铃虫对 Bt 的抗性[A]. 中国植保学会, 中国农业科学院植物保护研究所. 面向 21 世纪的植物保护发展战略[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001. 508—512.

- [3] 崔金杰,夏敬源. 转双价基因棉花对棉铃虫的抗性及时空动态[J]. 棉花学报,2002,14(6):323-329.
- [4] 郭三堆,崔洪志,夏兰芹. 双价抗虫转基因棉花研究[J]. 中国农业科学,1999,32(3):1-7.
- [5] 皱建掏. 综防和化防对策下桔园昆虫群落组成研究[J]. 青年生态学者论丛,1992,(2):361-366.
- [6] 夏敬源,崔金杰,马丽华. 转基因抗虫棉在棉铃虫综合治理中的作用[J]. 棉花学报,1999,11(2):57-64.

Studies on the structure and composition of insect community in the four different cotton fields

CUI Jin-jie, LUO Jun-yu, XIA Jing-yuan, WANG Chun-yi

(Cotton Research Institute, CAAS, Henan, Anyang 455112, China)

Abstract: The effects of transgenic Cry1Ac plus CpTI cotton(CRI41) on the structure and composition of insect community were studied in cotton plots. Results showed that the differences of structure of the insect community were not very clear between the transgenic Cry1Ac plus CpTI cotton field, transgenic Cry1Ac cotton field and the traditional cotton field, but the difference was very clear between the transgenic Cry1Ac plus CpTI cotton field and traditional cotton field with pests controlled. The differences of species number of insect community were not very clear between the transgenic Cry1Ac plus CpTI cotton field(50), transgenic Cry1Ac cotton field(53) and the traditional cotton field(50), but species number of insect community in these three cotton fields were all higher than that of the traditional cotton field with pests controlled(44). Compared with others, total numbers of insect community in transgenic Cry1Ac plus CpTI cotton showed no difference, and the richness of insect in the cotton field was higher than that of the other cotton fields, but the richness of nature enemy was lower; The effects of the transgenic Cry1Ac plus CpTI cotton and transgenic Cry1Ac cotton on the number of species in different months were not very clear, but the effects of traditional cotton with pest controlled was very clear; The cotton bollworm was not the dominant insect in the transgenic Cry1Ac plus CpTI cotton field and transgenic Cry1Ac cotton field, but it was in traditional cotton field and control cotton field.

Key words: transgenic Cry1Ac plus CpTI cotton; transgenic Bt cotton field; traditional common cotton; insect community; structure and composition