

### 3 种不同类型棉田害虫与天敌时空动态变化

张征田, 梁子安, 王明伟, 杜瑞卿 (南阳师范学院生命科学与技术学院, 河南南阳473061)

**摘要** [目的] 为建立转基因棉田害虫的综合防治体系、合理保护和利用天敌和转基因棉的环境安全性评价提供一定的理论和实践依据。[方法] 对3种不同类型棉田(转双价棉、转B棉和常规棉田)害虫和天敌种群的时空动态进行研究。[结果] 3种类型棉田的害虫和捕食性天敌的种类基本相同,但数量差异较大。双价棉田害虫561头/百株,B棉田害虫589头/百株,常规棉田害虫1018头/百株。不同时期害虫和天敌优势种类不同,害虫和天敌种群呈现有规律的时空变化,转双价棉田与转B棉田差异不显著,转基因棉田与常规棉田的差异达到显著水平。[结论] 转基因棉对害虫有明显抗性。群落特征指数分析表明,转基因棉田群落稳定性高于常规棉田,群落稳定性随棉花生长期呈现规律性变化。

**关键词** 转基因棉; 常规棉; 害虫; 天敌; 群落

中图分类号 S435.62 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)22-06856-02

#### Time-space Dynamic Change of Pests and Their Natural Enemies in Three Types of Cotton Fields

ZHANG Zheng-tian et al (Department of Life Sciences, Nanyang Normal College, Nanyang, Henan 473061)

**Abstract** [Objective] The purpose was to supply certain theoretical and practical basis for establishing the comprehensive control system against the pests in transgenic cotton field, reasonably protecting and utilizing the natural enemies and the environment safety evaluation of transgenic cotton. [Method] The time-space dynamic research of pests and natural enemies populations in the three types of cotton fields (dual-toxin transgenic cotton, transgenic B cotton and conventional cotton). [Result] The varieties of the pests and the predatory natural enemies in the three types of cotton fields were basically the same, but the quantity difference was bigger. The pest heads per 100 plants were 561 in the dual-toxin transgenic cotton cotton field, 589 in the transgenic B cotton field and 1018 in the conventional cotton field. The dominant species of the pests and the predatory natural enemies were different in various periods. The pests and natural enemies populations showed the regular time-space change. There was no significant difference between the dual-toxin transgenic cotton cotton field and the transgenic B cotton field, and the difference between the transgenic cotton field and the conventional cotton field achieved significant level. [Conclusion] The transgenic cotton had obvious resistance against pest. The analysis on characteristic index of communities indicated that the community stability in transgenic cotton field was higher than that of conventional cotton field and the community stability showed the regular change along with the growth of cotton.

**Key words** Transgenic cotton; Conventional cotton; Pest; Natural enemies; Populations

近年来,我国转基因抗虫棉的面积不断扩大,据中国科学院农业政策研究中心统计,至2006年转基因抗虫棉种植面积已达352万 $hm^2$ ,10年累计种植面积超过2000万 $hm^2$ 。随着种植面积的扩大、时间的延长,其环境安全性问题也日益引起国内外的重视,已经成为研究的热点和关注的焦点<sup>[1-5]</sup>。在棉田系统中,各种天敌与害虫之间存在着捕食、共存等复杂的关系<sup>[6-8]</sup>。掌握不同棉田间害虫、天敌群落结构和消长动态,对充分利用和保护天敌、抑制害虫爆发、减缓害虫抗药性的发展、减少农药用量、提高经济效益和生态效益,具有重要意义<sup>[9-11]</sup>。笔者于2006年在河南省南阳市郊区棉区,系统调查和研究了转基因棉对棉田主要害虫及其天敌种群在时间和空间上的动态变化规律,以期建立转基因棉田害虫综合防治体系、合理保护利用天敌和转基因棉的环境安全性评价提供一定的理论和实践依据。

#### 1 材料与方法

**1.1 试验处理** 试验地设在河南省南阳市郊区棉田,试验设3个处理,A为转双价棉棉田,品种为当地主要种植品种转Gy1Ac + CpII棉;B为转B棉田,品种为中棉所32;C为常规棉,品种为中棉所23。均从中国农业科学院棉花研究所育种研究室购买。试验棉花整个生育期不施农药,其他农事操作按常规进行。

**1.2 调查方法** 地面调查采用陷阱法,地上采用目测和扫网法,陷阱和扫网均以棋盘式分布5个点,每点10株,共计50株棉花,自棉花移栽成活的5月下旬起至9月上旬止,每

隔7d调查1次,详细调查和记载3种棉田的害虫、天敌数量,天气状况及温度。寄生蜂类采集僵棉蚜和棉铃虫卵回实验室内培养,调查和统计寄生蜂的种类和数量。

**1.3 分析方法** 种群优势度以Berger-Parker(1974)<sup>[12-13]</sup>优势度指数( $d$ )表示: $d = N_i / N$ ,  $N_i$ 为群落内物种的个体数量, $N$ 为群落内各物种的个体总数,群落特征参数包括:物种丰富度 $S$ ,用群落中的昆虫种类数表示;多样性指数 $H'$ ,用Shannon-Wener的多样性指数表示: $H' = - \sum P_i \ln P_i$ ,式中 $P_i$ 为第 $i$ 种物种个体数占群落个体数的比例;均匀度用 $J$ 表示: $J = H' / \ln S$ ;  $H'$ 为实际观察的物种多样性指数, $S$ 为群落中的总物种数。

#### 2 结果与分析

**2.1 转基因棉田与常规棉田害虫和天敌种类** 调查表明,双价棉田昆虫群落组成为13个目、33个科、53种,其中害虫亚群落10个目、22科、25种,天敌亚群落6个目、15科、28种。B棉田昆虫群落组成为13个目、34个科、56种,其中害虫亚群落10个目、22科、27种,天敌亚群落6个目、15科、29种。常规棉田昆虫群落组成为13个目、35个科、65种,其中害虫亚群落11个目、22科、30种,天敌亚群落6个目、15科、35种。以上说明双价棉田、B棉田和常规棉田无明显差异,但是常规棉田天敌亚群落天敌物种数量组成明显高于转基因棉田。

**2.2 转基因棉对害虫种群数量的影响** 无论是双价棉田还是B棉田与常规田其主要害虫种类可以分为以下几类:第一,刺吸类。主要有棉蚜、叶螨、叶蝉、棉粉虱、绿盲蝽等。第二,钻蛀类。棉铃虫、棉金刚钻、铃虫等。第三,食叶类。棉大卷叶螟、蝗虫、甲虫及其他鳞翅类昆虫。双价棉田中刺吸类害虫主要是棉蚜,钻蛀类主要是棉铃虫,食叶类主要是棉

基金项目 南阳师范学院高层次人才科研启动费资助。

作者简介 张征田(1978-),男,湖北麻城人,硕士,讲师,从事动物学研究。

收稿日期 2007-04-10

大卷叶螟, B 棉田中害虫关键种类与双价棉田中害虫没有差别, 从表1 可知, 双价棉田害虫达到 561 头/100 株, B 棉田害虫达到 589 头/100 株, 常规棉田害虫达到 1 018 头/100 株, 双价棉田比 B 棉田害虫在数量上略少, 差异不显著。但与常规棉田相比, 差异显著, 说明转基因棉田能有效抑制害虫的发生。

表1 不同类型棉田害虫数量 头/百株

棉田	刺吸类害虫	钻蛀类害虫	食叶类害虫	总数
双价	255.6 ±3.5 a	148.7 ±2.3 a	154.6 ±2.6 a	561
B	265.4 ±4.1 a	152.4 ±3.1 a	168.7 ±3.5 a	589
常规	425.5 ±5.2 b	301.6 ±3.3 b	289.6 ±3.4 a	1 018

注: 字母不同表示差异显著。下同。

**2.3 转基因棉对天敌种群数量的影响** 无论是双价棉田还是 B 棉田与常规田, 其主要害虫种类可以分为以下几类: 第一蜘蛛类。主要有草间小黑蛛、八斑球腹蛛、T 纹豹蛛、三突花蛛、斑管巢蛛和爪哇肖蛛等, 其中八斑球腹蛛和 T 纹豹蛛是地面的优势种, 三突花蛛是地上优势种, 草间小黑蛛在地面和地上均有分布, 蜘蛛类占捕食性天敌的 46.5%; 第二, 草蛉类, 优势种是中华草蛉, 占捕食性天敌的 4.8%; 第三, 瓢虫类, 优势种是龟纹瓢虫, 占捕食性天敌的 18.8%; 第四, 捕食类, 优势种是消化, 占捕食性天敌的 12.8%; 第五, 寄生蜂类, 优势种是蚜茧蜂, 占捕食性天敌的 14.1%; 其他占 3.0%。从表2 可知, 在 3 种棉田中, 蜘蛛类数量最大, 双价棉田达 112.3 ±4.1 头/100 株, B 棉田达 105.6 ±2.3 头/100 株, 常规棉田达 165.4 ±3.21 头/百株, 转基因棉田间差异不显著, 转基因棉田与常规棉田差异显著; 草蛉类天敌数量最少, 3 种棉田差异不显著; 寄生蜂类差异也不显著; 捕食类差异显著。

表2 不同类型棉田天敌数量 头/百株

棉田	蜘蛛类	草蛉类	瓢虫类	捕食类	寄生蜂类
双价	112.3 ±4.1 a	12.3 ±1.2 a	45.6 ±1.3 a	32.1 ±2.1 a	35.3 ±2.4 a
B	105.6 ±2.3 a	14.1 ±1.5 a	47.8 ±2.5 a	28.5 ±2.2 a	36.4 ±2.4 a
常规	165.4 ±3.2 b	13.6 ±1.3 a	62.4 ±3.0 b	50.6 ±2.3 b	38.5 ±1.9 a

**2.4 转基因棉田害虫与天敌在时空上的动态变化** 调查发现, 在 3 种棉田中, 捕食性天敌的爆发与害虫爆发相比相对滞后, 在 5 月下旬~6 月上旬, 棉花处在 3 叶期, 捕食性天敌中蜘蛛优势度最大, 地面上主要是草间小黑蛛和 T 纹豹蛛, 棉花苗上分布天敌主要是瓢虫和草蛉, 害虫主要是棉蚜。6 月下旬、7、8 月随着棉花的生长相继进入初花期、盛花期和现蕾期, 天敌的种类逐渐增多, 趋于稳定, 害虫的爆发规律则与棉花生长紧密相关, 在 7 月害虫处于爆发高峰期, 益害比达到最低值。从表3 可知, 在双价棉田中, 害虫和天敌的丰富度呈现先上升后下降的趋势, 在 7 月下旬~8 月上旬, 达到高峰值。害虫和天敌的优势度呈现先下降后升高的趋势。多样性指数害虫亚群落在 6 月下旬~7 月上旬达最大值, 天敌亚群落则在 7 月下旬~8 月达最大值, 均匀度与多样性指数基本相同。在 B 棉田中, 各种指数变化规律与双价棉田基本相同。在常规棉田中, 害虫优势度一直处在比较高的位置, 说明害虫的爆发具有一定时序性, 天敌优势度则一直处在比较低的水平, 害虫亚群落多样性指数和均匀度都较小,

天敌亚群落多样性指数和均匀度则较高。总之, 从各种特征指数可以看出, 转基因棉田无论是双价棉田还是 B 棉田群落稳定性较强, 常规棉田害虫亚群落稳定性较低天敌亚群落稳定性较高。

表3 各种棉田不同害虫和天敌亚群落主要特征指数

棉田	月	丰富度 S		优势度 D		多样性指数 H		均匀度 E		
		害虫	天敌	害虫	天敌	害虫	天敌	害虫	天敌	
双价	5	3	2	0.882 4	0.932 9	0.013 1	0.585 9	0.012 0	0.845 4	
	6	11	11	0.532 1	0.564 8	1.871 6	1.947 8	0.780 5	0.812 3	
	7	21	19	0.287 6	0.312 8	1.788 7	1.871 5	0.587 5	0.635 6	
	8	25	28	0.210 4	0.198 3	1.392 2	2.612 8	0.432 5	0.784 4	
	9	19	22	0.263 7	0.256 3	0.392 5	1.800 8	0.133 3	0.582 6	
	B	5	2	3	0.893 6	0.857 9	0.008 1	0.929 3	0.011 6	0.845 9
		6	12	13	0.495 6	0.532 0	1.709 4	2.032 7	0.687 9	0.792 5
		7	19	21	0.265 4	0.295 3	1.495 2	1.508 9	0.507 8	0.495 6
		8	27	29	0.227 8	0.187 6	1.096 9	2.197 5	0.332 8	0.652 6
9		23	25	0.268 6	0.231 4	0.379 1	1.604 6	0.120 9	0.498 5	
常规		5	2	3	0.967 8	0.845 5	0.007 9	0.949 8	0.011 4	0.864 6
		6	10	11	0.754 7	0.525 6	0.881 0	1.899 0	0.382 6	0.792 3
		7	26	27	0.698 1	0.287 9	0.729 8	1.661 0	0.224 0	0.504 1
		8	30	35	0.853 6	0.194 3	0.651 3	2.670 8	0.191 5	0.751 2
	9	21	24	0.795 6	0.253 4	0.037 1	1.594 0	0.012 2	0.501 6	

### 3 讨论

(1) 很多研究表明<sup>[14]</sup>, 转单价基因(B) 棉田的非标靶害虫(棉蚜、棉粉虱、棉叶螨、绿盲蝽等) 的发生数量明显高于常规棉田, 棉田主要天敌种类中, 捕食性天敌数量减少不明显, 但寄生性天敌数量明显减少。认为对捕食性天敌尚无影响, 但对寄生性天敌影响较大。而试验结果表明, 转基因棉田无论是双价棉还是单价棉, 害虫数量和天敌数量总体明显少于常规棉田, 双价棉田中害虫数量和天敌数量略少于单价棉, 说明转基因棉对靶标害虫表现有良好的控制作用, 转基因棉对棉田害虫和天敌的影响可能略有不同。这可能与转基因棉转入的基因不同, 转双价棉具有广谱的抗虫性, 单价棉只对鳞翅目害虫有抑制作用。另外, 试验还表明害虫和天敌的爆发具有一定的时空性, 天敌爆发滞后与害虫并不是明显的正相关, 这可能与转基因棉基因表达不稳定, 而呈明显的时空动态性有关<sup>[15-16]</sup>, 即同一组织器官 B 蛋白的表达随着棉株生长、发育、成熟、衰老逐渐呈现动态下降。而且不同组织器官表达量也呈现组织差异性, 同一时期营养器官的抗虫性高于生殖器官。

(2) 在群落稳定性上, 转基因棉田群落稳定性较高, 常规棉田害虫亚群落稳定性较低, 天敌亚群落稳定性较高。进一步说明了在转基因棉田中, 害虫受到了很好的抑制, 在常规棉田中, 害虫随着棉花的生长而爆发, 尤其是在棉花生长高峰期害虫爆发也达到了高峰期, 此时天敌处于增长期, 群落不稳定, 可以适时选择化学防治来消灭害虫, 使群落趋于稳定, 从而合理保护和利用好天敌, 做到化防和生防有机结合起来。当然, 群落的稳定性还跟很多因素有关, 例如气候和环境因素等, 这有待进一步论证。

(3) 试验虽初步探讨了南阳盆地转基因棉田与常规棉田的害虫和天敌爆发规律, 但由于田间生态研究受很多生态因素的影响, 研究结果还有待进一步论证。应该在已有的研究基础上加大监测力度及调查范围, 改进调查方法, 使理论研

(上接第6857页)

究和生产实践更好的结合起来。

### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 崔金杰, 夏敬源. 转双价基因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.
- [3] 李付广, 崔金杰. 转双价基因抗虫棉选育及抗虫性鉴定[J]. 中国农业科学, 2000(1): 46-52.
- [4] 赵建周, 卢美光, 范贤林. 转双价基因抗虫烟草延缓棉铃虫抗性的作用评价[J]. 科学通报, 1999, 44(15): 1635-1639.
- [5] 张永军, 吴孔明, 彭于发, 等. 转抗虫基因植物生态安全性研究进展[J]. 昆虫知识, 2002, 39(5): 321-327.
- [6] 韩波, 周桂生, 顾巍菊, 等. 转B基因抗虫棉和常规棉田主要害虫与天敌种群数量的比较[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(8): 1361-1362.
- [7] 崔金杰, 夏敬源, 王春义, 等. 施氮量对棉田主要害虫种群动态的影响[J]. 植保技术与推广, 2003, 23(1): 3-5.
- [8] 马艳, 崔金杰, 马丽华, 等. 施氮肥量对转双价基因棉田主要害虫种群

的影响[J]. 中国棉花, 2003, 30(4): 14-15.

- [9] 邓曙东, 徐静, 张青文, 等. 转B基因棉对非靶标害虫及害虫天敌种群动态的影响[J]. 昆虫学报, 2003, 46(1): 125.
- [10] VELDERS R M, 崔金杰, 夏敬源, 等. Influence of transgenic cotton on the cotton aphid (*Aphis gossypii*) and its two major enemies in China [J]. 棉花学报, 2002, 14(3): 175-179.
- [11] 刘万学, 候茂林, 万方浩, 等. 转B基因棉田蜘蛛的时空动态及控害作用[J]. 昆虫知识, 2003, 40(2): 160-164.
- [12] 何洪俊. 水旱轮作棉田昆虫群落的初步研究[J]. 湖北农业科学, 1991(1): 22-44.
- [13] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法[M]. 重庆: 科学技术出版社重庆分社, 1990.
- [14] HITT GP, WILSON LJ, KENNEDY GG. Genetic engineering in IPM: B cotton [C]// KENNEDY G G, SUTTON T B. Emerging technologies for integrated pest management: concepts, research, and implementation. North Carolina: APS Press, 2000: 108-125.
- [15] 束春娥, 孙洪武, 孙以文, 等. 转基因棉B<sub>1</sub>毒性表达的时空动态及对棉铃虫生存繁殖的影响[J]. 棉花学报, 1998, 10(3): 131-135.
- [16] 刘万学, 万方浩, 郭建英. 转B基因棉田节肢动物群落营养层及优势功能团的组成与变化[J]. 生态学报, 2002, 22(5): 729-735.