

转 Bt 基因棉田害虫和天敌组成及优势类群时序动态

张龙娃^{1,2}, 柏立新^{1*}, 韩召军², 束春娥¹, 董双林²

(1. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 南京 210014; 2. 南京农业大学昆虫学系, 南京 210095)

摘要:在系统调查棉田节肢动物的基础上,就长江流域下游棉区种植转 Bt 基因棉对棉田害虫和天敌组成、数量以及时序动态的影响进行了分析。结果表明,转 Bt 基因棉田和常规棉田基本接近,均以棉蚜为害虫优势种,天敌优势种为草蛉、龟纹瓢虫、三突花蛛。按照营养关系分析表明,转 Bt 基因棉田和常规棉田均以植食性类群在营养层中占绝对优势,其次是捕食性天敌类群,而寄生性天敌较少;刺吸类害虫是植食性害虫的优势功能集团,瓢虫类、蜘蛛类和草蛉类为优势捕食性类群。转 Bt 基因棉能够显著减少棉田鳞翅目等靶标害虫类群的发生,而对其它非靶标害虫如刺吸类害虫以及棉田天敌发生没有显著影响。

关键词:转 Bt 基因抗虫棉;害虫;天敌;群落组成;时序动态

中图分类号:S435.622 **文献标识:**A

文章编号:1002-7807(2005)04-0222-05

Composition of Pests and Natural Enemies and Dynamics of Dominant Groups in Transgenic Bt Cotton Fields

ZHANG Long-wa^{1,2}, BAI Li-xin^{1*}, HAN Zhao-jun², SHU Chun-e¹, DONG Shuang-lin²

(1. Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Department of Entomology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: In order to study the influence of transgenic Bt (*Bacillus thuringiensis*) cotton on the structure of arthropod community and the dominant groups in Yangtze River Valley, a system survey was conducted in Nanjing, Jiangsu Province, in 2002. Three transgenic Bt cotton varieties (Sukang 103, GK22 and sGK321) and one common cotton variety (Simian 3) were adopted. The component species in transgenic and common cotton fields were similar. But there was a little difference in the individual numbers of some special species. The dominant pests in transgenic cotton fields were aphids (*Aphis gossypii* Glover), cotton whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius) and leafhopper (*Empoasca biguttula* Ishida), whereas aphids, cotton leafroller (*Sylepta derogata* Fabricius) were the dominant pests in common cotton fields. Ladybugs (*Propylaea japonica* Thunberg), green lacewings (*Chrysopa septempunctata* Wesmael), and spiders (*Misumeenops tricuspidatus* Fabricius) were the dominant species of natural enemies in all of cotton fields. Based on their trophic relationships and taxonomy relationship, the field arthropods including pest groups, natural enemy groups and neutral arthropods were divided into four nutrient classes, six guilds and 26 groups. The phytophagous class is the dominant class in the four nutrient classes, following by the predacious class. In the phytophagous class, sucking pests takes the first place in abundance, in both Bt-cotton and common cotton fields. In the predacious groups, ladybugs, spiders and lacewings are the major natural enemy groups. The dynamics of the major pest groups and natural enemy groups were displayed following the sampling times se-

收稿日期:2004-12-13

作者简介:张龙娃(1977-),男,在读博士,zhanglw@ioz.ac.cn; *通讯作者, jaasblx@jaas.ac.cn

基金项目:国家十五攻关项目(长江流域棉区棉花重大病虫害可持续控制技术 2001-BA509B05-02);农业部农业结构调整重大技术研究专项(2003-05-02B)

quence, which was with the growth of cotton plants. The biggest difference between the Bt cotton and common cotton fields is the population of caterpillar, which is significantly lower than the later, for the good control of Bt cotton on target pests. While there is little difference for the sucking pest groups and the natural enemies between the Bt cotton and common cotton fields. These results indicated that transgenic Bt cotton could depress the population of caterpillar, but had little effect on the natural enemies.

Key words: transgenic Bt cotton; pests; natural enemies; composition; population dynamic

在世界范围内,转 Bt 基因抗虫棉的应用使棉铃虫等目标害虫的猖獗危害得到了有效的抑制。我国转 Bt 基因棉花种植面积也在迅速增加,2000 年全国种植抗虫棉达到 14.6 万 hm^2 ,2001 年,山东、河北省棉区 Bt 棉种植面积在 90% 以上^[1]。2002 年,转 Bt 抗虫棉种植面积占到我国棉花总面积的 51%^[2]。

转基因植物进入自然界可能会对环 境及其它生物带来一定风险,包括外源基因向近缘植物或微生物的转移、基因产物对环境及非目标生物的负面效应以及一些长期的生态学效应,其生态安全性问题受到愈来愈多人的关注^[3]。在我国,围绕害虫对 Bt 棉的抗性风险、Bt 棉对棉田害虫和天敌的影响、Bt 棉中 Bt 毒蛋白对非靶标动物乃至对棉田生物多样性等的影响进行了一系列研究^[4-10]。考虑到棉花害虫发生和棉花品种适应的区域性特点,主要针对长江流域棉区气候和害虫发生特点,采用群落生态学的方法,研究了 两类棉田中主要害虫和天敌的组成及其优势类群的时序动态。

1 材料和方法

1.1 供试棉花品种与调查方法

试验于 2002 年在江苏省农业科学院植物保护研究所试验农场进行。供试棉花品种 4 个,其中 GK22(转 Bt 基因),江苏省农业科学院农业生物遗传生理研究所提供。苏抗 103(转 Bt 基因),江苏省农业科学院经济作物研究所提供。sGK321(转 Bt+CpTI 基因),北京市国欣科创生物技术有限公司提供。泗棉 3 号(常规品种),江苏省泗阳棉花原种场提供。播种日期为 4 月 22 日,每个品种分种 2 个大区,随机区组排列,常规栽培管理,整个生育期未施药。从棉花生育期 3 片真叶(6 月 17 日)出现开始,每隔 7 天调查一次;调查采用每区 5 点取样,棉花生育前期(7 月 20 日以前),每点调查 20 株;7 月 20 日以后,每点

调查 10 株,到 9 月 9 日结束,共 12 次。系统记载每株上所有节肢动物种类、数量,未知种类带回室内进一步鉴定,并按其所属类群划统一编号记载。

1.2 功能集团、类群划分

结合棉田节肢动物群落特点,并参考文献^[11-12],从营养关系和分类地位将棉田节肢动物群落归类,区分不同的功能集团、类群、优势类群、关键物种等。

1.3 分析参数

物种丰富度,即群落中的物种数,以 S 表示。相对多度,即某一类群或物种个体数占个体总数百分比, $P_i = \frac{N_i}{N}$ 。Ni 为第 i 个类群或物种的个体数,N 为整个群落中所有类群或物种个体数的总和。

上述各群落参数计算采用 Excel 和 DPS 数据处理系统进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 棉田节肢动物群落物种组成及其优势种

共查到 69 种,分别隶属于 3 纲 13 目 43 科。其中植食性害虫 32 种,隶属于 7 目 19 科;天敌类 33 种,隶属于 9 目 22 科;其它蚊蝇类 4 种。转 Bt 基因与常规棉田节肢动物群落在物种组成上的差异主要体现在害虫亚群落,常规棉田物种数量要高于转 Bt 基因棉田。例如,常规棉田有害虫 28 种,而转 Bt 基因棉苏抗 103 只有 20 种。两类棉田天敌种类数基本接近,节肢动物益害比(物种比)以常规棉泗棉 3 号为最小,即常规棉田害虫种类比转 Bt 基因棉田多,并且常规棉田害虫数量也大于转 Bt 基因棉田。

对比转 Bt 基因棉田与常规棉田害虫均以棉蚜为优势种,其相对多度远高于其它种类。另外,棉粉虱、棉叶螨、棉叶蝉等在两类棉田均为相对多度较大的害虫种类。两类棉田最大的差异在于常

规棉田棉大卷叶螟占有较高比例,其相对多度仅次于棉蚜。另外,绿盲蝽和中黑盲蝽也是一类在长江流域棉区为害较重的害虫种类。比较转 Bt 基因棉田与常规棉田主要天敌种相对多度,两类棉田天敌均以草蛉、龟纹瓢虫、三突花蛛为天敌优势种。

2.2 棉田节肢动物群落营养层及主要功能集团划分

按照营养关系和分类地位将棉田节肢动物群落以棉花为中心划分为 4 个营养层、6 个功能集团和 26 个类群,计算其相对多度,并列出各类群代表物种、关键物种(表 1)。

表 1 不同棉田节肢动物群落营养层结构及主要类群相对多度
Table 1 Composition and abundance of guilds and groups of arthropods in cotton fields

类型	苏抗 103	GK22	sGK321	泗棉 3 号	代表物种	关键物种
植食性类群	0.6652	0.7310	0.7187	0.7274		
刺吸类	0.6442	0.6847	0.6446	0.6001		棉蚜、棉叶螨、棉盲蝽
蚜虫类	0.4986	0.4592	0.4793	0.4714	棉蚜	
叶螨类	0.0314	0.0548	0.0071	0.0207	棉叶螨	
叶蝉类	0.0357	0.0362	0.0400	0.0332	棉叶蝉	
粉虱类	0.0697	0.1069	0.0892	0.0635	棉粉虱	
棉盲蝽类	0.0063	0.0181	0.0171	0.0096	绿盲蝽、中黑盲蝽	
其它害蝽类	0.0025	0.0095	0.0118	0.0018	斑须蝽	
钻蛀类	0.0030	0.0019	0.0009	0.0101		棉铃虫、金刚钻、红铃虫
棉铃虫	0.0023	0.0008	0.0007	0.0027	棉铃虫	
金刚钻	0.0005	0.0011	0.0002	0.0056	鼎点金刚	
红铃虫	0.0003	0.0000	0.0000	0.0018	红铃虫	
食叶类	0.0180	0.0444	0.0732	0.1172		棉大卷叶螟
棉大卷叶螟	0.0112	0.0048	0.0002	0.1020	棉大卷叶螟	
其它鳞翅类	0.0018	0.0015	0.0007	0.0036	棉小造桥虫、斜纹夜蛾	
直翅类	0.0033	0.0033	0.0022	0.0029	蝗虫	
甲虫类	0.0018	0.0348	0.0701	0.0087		
捕食性类群	0.1523	0.1117	0.1728	0.1196		龟纹瓢虫、异色瓢虫、小花 蝽、中华草蛉、三突花蛛
瓢虫类	0.0537	0.0238	0.0236	0.0296	龟纹瓢虫、异色瓢虫	
捕食蝽	0.0069	0.0078	0.0180	0.0067	大眼蝉长蝽、小花蝽	
草蛉类	0.0419	0.0151	0.0589	0.0270	大草蛉、中华草蛉	
蜘蛛类	0.0438	0.0592	0.0638	0.0504	三突花蛛、黄褐新圆蛛	
隐翅虫类	0.0039	0.0027	0.0053	0.0040	蚁形隐翅虫	
捕食性蜂类	0.0003	0.0010	0.0007	0.0004		
食蚜蝇类	0.0015	0.0005	0.0009	0.0009	食蚜蝇	
螳螂类	0.0000	0.0012	0.0004	0.0004		
蜻蜓类	0.0000	0.0000	0.0011	0.0002		
捕食螨	0.0003	0.0004	0.0000	0.0002		
寄生性蜂类	0.0038	0.0002	0.0000	0.0050	蚜茧蜂	蚜茧蜂
腐生性昆虫	0.1786	0.1571	0.1085	0.1480		
蚊蝇类	0.0041	0.0012	0.0047	0.0023		
蚂蚁类	0.1745	0.1559	0.1039	0.1457		

从表 1 可以看出,4 个营养层(植食性类群、捕食性类群、寄生性类群、腐生性类群)中,转 Bt 基因棉田与常规棉田均以植食性类群占绝对优势,其次是捕食性天敌类群,而寄生性天敌较少。两类棉田植食性种类均以刺吸类害虫为优势功能集团,而钻蛀类和食叶类仅在常规棉田占有一定

比例,在 Bt 棉田相对多度很低。两类棉田刺吸类害虫功能集团均以棉蚜为优势类群,其次为粉虱类、叶螨类、叶蝉类,还包括一些棉盲蝽和其它蝽类。瓢虫类、蜘蛛类和草蛉类为两类棉田的捕食性优势类群。常规棉田寄生性类群略高于转 Bt 基因棉田。而两类棉田的腐生性昆虫主要是蚊蝇

类和蚂蚁类,此类昆虫在棉田也占有相当数量,其在棉田中所起的作用尚不清楚。

2.3 棉田主要害虫类群发生动态

棉田害虫的时序动态随棉花生育期而呈现阶段性,常规棉田和转 Bt 基因棉田害虫具有类似的阶段性特点。本试验尤为关注棉大卷叶螟的发生动态。在常规棉田发生严重,在棉花生育中后期表现尤其明显,最高峰出现在 8 月中旬以后(最高达到百株 1000 头左右,棉田卷叶率达到 80% 以上),而转 Bt 基因棉对棉大卷叶螟则表现出明显的抑制作用。2002 年棉铃虫发生较轻,转 Bt 基因棉田发生量低于常规棉田(除苏抗 103 外)。与此类似的金刚钻发生量仍以常规棉田高于转 Bt 基因棉。而刺吸类害虫棉蚜、棉叶螨、棉粉虱、棉盲蝽在两类棉田发生数量和时序变化类似,无明显差异。其中,棉蚜、棉叶螨发生程度与气候因素关系较大,主要在前期为害棉花;棉粉虱类、叶蝉类害虫主要在花铃期(7 月中旬)以后发生量较大,对产量影响不大,主要对棉花品质造成影响。另一类重要刺吸类害虫为棉盲蝽,在棉花现蕾以后一直到吐絮期均发生危害,并且数量波动不大,花铃期数量略高于前期,主要危害顶尖新叶、棉蕾和幼铃,造成棉花异常生长和蕾铃脱落,尤其在长江流域棉区对棉花生产影响较大。

对转 Bt 基因棉田与常规棉田害虫按照鳞翅目类和刺吸类划分,对其数量动态进行比较,结果显示:常规棉田鳞翅目等靶标害虫数量显著高于转 Bt 基因棉田($P < 0.01$),而不同转 Bt 基因棉品种之间无显著差异。常规棉田和转 Bt 基因棉田刺吸类害虫数量没有显著差异。

2.4 棉田主要天敌类群发生动态

常规棉田和转 Bt 基因棉田在天敌类群发生上呈现相似的动态。棉田早期天敌以瓢虫为主,瓢虫类在棉田早期随棉蚜等害虫发生而出现,此后保持在一定种群水平,到 8 月中旬以后逐渐减少。草蛉类主要在棉花蕾期(7 月初)开始出现,花铃期为高峰期。蜘蛛类从开始出现一直到棉田后期都保持较高种群密度。捕食性蜻类出现高峰期在蕾盛期和吐絮期。寄生性类群主要是蚜茧蜂,尤其棉蚜发生盛期表现出较高的寄生率。对常规棉田和转 Bt 基因棉田天敌类群按照捕食性和寄生性划分,对其数量动态进行方差分析,结果显示:常规棉和转 Bt 基因棉以及不同转基因抗虫棉品种间主要捕食性天敌和寄生性天敌在时间动

态上均无显著差异($P = 0.70$; $P = 0.22$)。

3 讨论

3.1 转 Bt 基因棉对棉田节肢动物群落组成结构的影响

转 Bt 基因棉对靶标害虫(鳞翅目钻蛀类、食叶类害虫)表现良好的控制作用,因此在害虫亚群落组成上,转 Bt 基因棉田害虫种类要少于常规棉田;转 Bt 基因棉田和常规棉田在天敌亚群落组成上表现类似。对棉田群落结构营养层分析表明,两类棉田节肢动物群落在营养层、类群组成结构上没有显著变化。

3.2 转 Bt 基因棉对棉田害虫发生特点的影响

经过遗传改造后植物在生理特性(例如次生性物质等)上不同于其亲本^[13-15]。转 Bt 基因棉的大规模种植以后,棉花次生性物质改变除了影响转 Bt 棉抗性水平外,还可能通过生态系统的信息传递间接对生态系统产生影响。就害虫而言,在植食性昆虫寻找寄主和产卵行为的几个阶段中,寄主植物的化学信息物质都发挥着重要作用。那么,害虫发生的数量、类型可能随植物次生性信息物质改变而改变。即植物次生信息化学物质在浓度或成分上的任何改变,都可能影响到植食性昆虫及其天敌的群落组成和种群数量,从而对生物多样性造成影响^[15]。

本研究表明,不论转 Bt 基因棉田还是常规棉田均以刺吸类害虫为优势类群,不同品种棉田间刺吸类害虫在数量动态上无显著差异,与诸多报道^[8,16-18]转基因抗虫棉刺激刺吸类害虫上升的结论不完全一致。分析认为,刺吸类害虫发生严重可能是多方面因素共同作用的结果,并与害虫种群自身发生周期性及气候因素密切相关。

3.3 种植转 Bt 基因棉对棉田天敌种群的影响

大规模种植转基因植物是否影响农业生态系统有益天敌生物的种类和种群数量已经成为各国科学家关注的焦点。崔金杰等^[6]认为 Bt 棉的种植对捕食性天敌影响不大,但对寄生性天敌影响较大。本研究结果显示,转 Bt 基因棉田和常规棉田在天敌发生种类、数量以及时序动态上均无明显差异。说明:目前,长江流域下游棉区 Bt 棉的种植对天敌种群在田间水平上尚未产生明显影响。但由于调查条件的限制,本研究尚有许多寄生性天敌未调查,因此需要进一步的研究。

参考文献:

- [1] 徐荣旗,徐俊,程大新. 中国转基因抗虫棉育种进展[J]. 中国农学通报,2001,17(4):53-56.
- [2] JAMES C. Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2002 [C]. ISAAA Briefs, No. 27, ISAAA, Ithaca, 2003.
- [3] 丁志勇,许崇仁,王戎疆. 转 Bt 基因抗虫棉与常规棉几种同工酶的比较—转基因植物安全性评价生理指标初探[J]. 生态学报,2001,21(2):332-336.
- [4] 柏立新,张龙娃,陈小波,等. 不同抗虫棉品系对棉田害虫与天敌的影响[J]. 中国生物防治,2002,18(3):115-119.
- [5] 柏立新,张龙娃,陈小波,等. 转 Bt 基因保铃棉对棉田杂草群落组成与多样性的影响[J]. 植物生态学报,2003,27(5):610-616.
- [6] 崔金杰,夏敬源. 转 Bt 基因棉对天敌种群动态的影响[J]. 棉花学报,1999,11(2):84-91.
- [7] 崔金杰,夏敬源. 转 Bt 基因棉田昆虫群落多样性及其影响因素研究[J]. 生态学报,2002,20(5):824-829.
- [8] 刘万学,万方浩,郭建英. 转 Bt 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.
- [9] 谭声江,陈晓峰,李典谟. 棉铃虫对转 Bt 基因棉的抗性及其治理策略研究进展[J]. 昆虫学报,2002,45(1):138-144.
- [10] 万方浩,刘万学,郭建英. 不同类型棉田棉铃虫天敌功能集团的组成及时空动态[J]. 生态学报,2002,22(6):938-942.
- [11] 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[J]. 昆虫学报,1998,41(4):343-353.
- [12] 丁伟,赵志模,王进军,等. 玉米地节肢动物群落优势功能集团的组成与演替[J]. 生态学杂志,2002,21(1):38-41.
- [13] WIGLEY P J, Chilcott C N, Broadwell A H. Conservation of *Bacillus thuringiensis* efficacy in New Zealand through the planned deployments of Bt genes in Transgenic crops[J]. Biocontrol science and technology, 1994, 4(4): 527-534.
- [14] 张永军,郭予元. 棉花缩合单宁和 Bt 杀虫蛋白的交互关系[J]. 棉花学报,2000,12(6):294-297.
- [15] 阎凤鸣,徐崇任,Marie BENGTTSSON,等. 转 Bt 基因棉挥发性气味的化学成分及其对棉铃虫的电生理活性[J]. 昆虫学报,2002,45(4):425-429.
- [16] WILSON F D, Flint H M, Deaton W R, et al. Resistance of cotton lines containing a *Bacillus thuringiensis* toxin to pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) and other insects[J]. Journal of economic entomology, 1992, 85: 1516-1521.
- [17] 崔金杰,夏敬源,马丽华,等. 转 Bt 基因抗虫棉在害虫综合治理中的作用研究[J]. 棉花学报,1999,11(2):57-64.
- [18] FITT G P, Mares C L, Llewellyn D J. Field Evaluation and Potential Ecological Impact of Transgenic Cottons in Australia [J]. Biocontrol science and technology, 1994, 4: 535-548. ●