

江苏沿海地区转 Bt 基因抗虫棉对棉田昆虫种群的影响

徐文华¹, 刘 标^{2①}, 王瑞明³, 郑央萍², 张 毅², 李孝刚⁴ (1. 江苏沿海地区农业科学研究所, 江苏 盐城 224002; 2. 国家环境保护总局 南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042; 3. 江苏省盐城市植保植检站, 江苏 盐城 224002; 4. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要: 2004—2005 年, 在江苏沿海地区采用系统调查与面上普查相结合的方法, 比较分析转 Bt 基因抗虫棉(中棉所 44)与常规棉(中棉所 17)2 类棉田昆虫种群的差异。结果表明, 与常规棉田相比, Bt 棉田棉铃虫、玉米螟、金刚钻、棉小造桥虫等鳞翅目害虫种群数量显著降低, 而盲蝽象、红蜘蛛、棉蚜、烟粉虱等非靶标刺吸式害虫种群数量显著增加; 蜘蛛、瓢虫等捕食性天敌种群数量显著增加, 而棉铃虫的寄生性天敌种群数量则显著下降。转 Bt 基因抗虫棉对棉田昆虫种群的影响在数年间保持相对稳定的状态。

关键词: 转 Bt 基因抗虫棉; 棉田; 昆虫种群

中图分类号: S562; S186 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-4831(2008)01-0032-07

Effects of Transgenic Bt Cotton on Insect Populations in Cotton Fields in Coastal Agricultural Region of Jiangsu Province. XU Wen-hua¹, LIU Biao², WANG Rui-ming³, ZHENG Yang-ping², ZHANG Yi², LI Xiao-gang⁴ (1. Jiangsu Coastal Region Institute of Agricultural Science, Yancheng 224002, China; 2. Nanjing Institute of Environmental Sciences, State Environmental Protection Administration, Nanjing 210042, China; 3. Yancheng Plant Protection Station of Jiangsu Province, Yancheng 224002, China; 4. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forest University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The insect populations in the fields of insect-resistant transgenic Bt cotton (BT) and in the fields of conventional non-transgenic cotton (CV) in the coastal agricultural region of Jiangsu Province were surveyed and systematically compared in the year of 2004—2005. Results show that the insect community structure in the Bt fields differed sharply from that in the CV fields. The populations of the Lepidopterous pests, such as cotton bollworm, corn borer, diamond bollworm and cotton leaf caterpillar, decreased significantly in the BT fields, while the populations of non-target pests with piercing-sucking mouthparts, such as leaf bugs, cotton spider mites, cotton aphids and whiteflies, increased obviously. Much more predators, such as spiders and ladybirds, and much less parasitoids of *Helicoverpa armigera* were observed in the BT fields. The findings of the present study and others suggest that the effects of insect-resistant transgenic Bt cotton on insect population in cotton fields were relatively steady in recent years.

Key words: transgenic Bt cotton; cotton fields; insect population

上世纪 90 年代初, 棉铃虫 (*Helicoverpa armigera*) 在江苏沿海棉区连年暴发, 造成很大经济损失。自 1995 年开始引进转 Bt 基因抗虫棉(以下简称 Bt 棉)以来, 该区 Bt 棉的种植比例一直呈直线上升的趋势^[1-2]。据盐城市经济作物站 2006 年统计, 江苏沿海棉区 Bt 棉的种植比例高达 93.4%, 已经成为当地的主栽品种。近年来, 相继在江苏沿海棉区种植的 Bt 棉种源主要有中棉所、鲁棉、科棉、皖棉、苏棉、湘棉等系列的 80 多个品种(系)^[3-6]。国内外研究表明, 转基因抗虫棉不仅对棉田生态系统内鳞翅目靶标生物(棉铃虫等)产生显著的控制作

用, 而且对鳞翅目非靶标生物、刺吸式口器的非靶标昆虫以及天敌生物也产生显著影响^[7-12]。另外, 转基因抗虫棉种植比例过大还可能导致靶标害虫对转基因抗虫棉产生抗性, 进而对棉田昆虫生态系统产生不利影响^[13]。在 Bt 棉种植面积不断增加、种植比例占绝对优势的江苏沿海棉区, 揭示 Bt 棉对棉田

基金项目: 江苏省自然科学基金(BK2006501); 环保科研专项(200709047); 公益性科研院所基本科研业务费专项; 江苏省“十五”农业攻关项目(B6-101); 盐城市科技发展计划项目(YK2001149)

收稿日期: 2007-09-25

①通讯联系人

昆虫种群的影响有重要的实际意义。为此,笔者于 2004—2005 年采用系统调查与面上普查相结合的方法,分析 2 类棉田主要昆虫种群的差异。

1 材料与方法

1.1 棉花品种

系统调查的转 Bt 基因抗虫棉为中棉所 44,非转基因常规棉(对照)为中棉所 44 的亲本材料中棉所 17,均系中国农业科学院棉花研究所育成的品种。系统调查于 2005 年在盐城市亭湖区南洋镇南映村棉田进行,面积 0.33 hm²,该棉田为粉砂壤土;棉花苗床拱膜育苗、大田地膜移栽,栽培密度均为 27 000 株·hm⁻²。

面上普查的转 Bt 基因抗虫棉主要为鲁棉系列与中棉所系列,常规棉以苏棉 9 号、苏棉 22 为主。

1.2 调查方法

1.2.1 昆虫消长动态的系统调查

在 2 个供试品种的试验田内,于棉花移栽后,各定 0.134 hm² 面积,采用棋盘式 5 点取样法,每点挂牌固定 20 株棉花,5 d 系统调查 1 次 2 类棉田主要昆虫种群数量,同时根据棉田昆虫发生的实际情况适当调整调查时间。

1.2.2 棉铃虫寄生率调查

(1)卵寄生调查 于 2、3、4 代棉铃虫产卵高峰期,分别从 2 个供试品种试验田各采集 500 粒棉铃虫卵,连同棉叶带回室内,按每 50 粒为 1 组放入经过高温消毒的大口罐头玻璃瓶内,以黑色厚布扎口密封,剔除非寄生卵并逐日观察卵寄生率。

(2)幼虫寄生率调查 于 2、3、4 代棉铃虫 2、3 龄幼虫高峰期,分别从 2 个供试品种试验田各采集 100 头棉铃虫幼虫带回室内,用经过高温消毒的 10 cm×2 cm 平底透明玻璃试管,按每管 1 头幼虫单管饲养,管口以脱脂棉球塞密封,剔除自然死亡虫体,并逐日更换相应品种棉叶,观察幼虫的寄生率。

调查期间,除规定项目外,2 个供试品种的其他栽培管理措施力求一致。

1.2.3 面上普查

于 2004—2005 年在江苏沿海棉区的大丰市、射阳县、东台市、阜宁县进行,各抽查 10 块转 Bt 基因抗虫棉田和常规棉田,于各代昆虫发生前,调查 1 次卵量基数,发生结束后调查 1 次植株残虫量与受害量。

1.3 数据处理

调查结束后,用 Excel 软件绘制昆虫种群消长

曲线图,对相关数据进行 *t* 检验分析,比较 2 类棉田各类昆虫种群累计数量的差异显著性。

2 结果

2.1 Bt 棉田与常规棉田鳞翅目害虫种群的差异

江苏沿海棉区鳞翅目害虫主要包括棉铃虫、玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)、金刚钻(*Earias cupreoviridis*)、棉小造桥虫(*Anomis flava*)。

2.1.1 Bt 棉田与常规棉田棉铃虫种群的差异

2 类棉田的棉铃虫落卵量分别在 2005 年 6 月底至 7 月初、7 月中下旬和 8 月中下旬出现 3 个落卵峰次,卵量的消长曲线变化基本同步(图 1),中棉所 44 和常规棉全年的百株累计卵量分别为 156.62 粒和 147.16 粒,二者之间无显著差异。

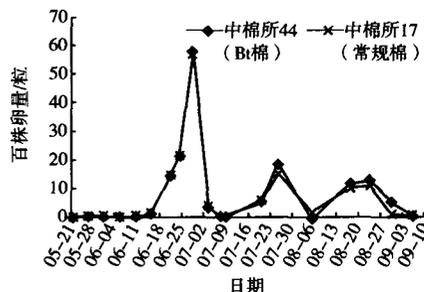


图 1 江苏沿海棉区 2005 年 Bt 棉田与常规棉田棉铃虫落卵量动态

Fig. 1 Oviposition dynamics of cotton bollworm in BT and CV fields in 2005

2 类棉田棉铃虫数量的消长峰谷曲线与卵量趋势相似,仅时间略有不同(图 2)。2 类棉田棉铃虫幼虫数量均分别于 2005 年 6 月底至 7 月初、7 月底至 8 月初和 8 月底至 9 月初出现 3 个峰次,其峰次及消长曲线起伏同步,但中棉所 44 和常规棉的全年百株累计虫量相差较大,分别为 13.39 头和 47.06 头,后者是前者的 3.5 倍。

据大丰市植保站 2004—2005 年普查统计,Bt 棉田在棉铃虫 2 代发生期的百株累计卵量、百株残虫量和蕾铃受害率分别比常规棉降低 8.57%、100% 和 0.29%;在 3 个代次发生期分别比常规棉降低 0.50%、66.67% 和 1.36%;在 4 代发生期分别比常规棉降低 2.87%、35.14% 和 3.35%。射阳县 2005 年普查资料也表明,Bt 棉 2、3、4 代棉铃虫的平均百株残虫量分别比常规棉降低 94.29%、57.83%

和37.74%, Bt棉2、3、4代棉铃虫的平均蕾铃受害率分别比常规棉降低96.25%、87.35%和66.67%。

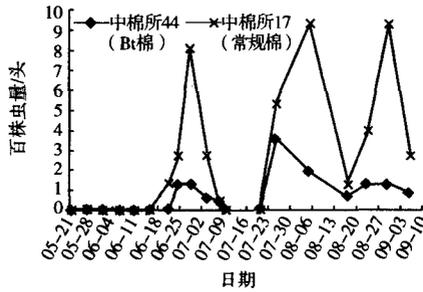


图2 江苏沿海棉区2005年Bt棉田与常规棉田棉铃虫种群动态

Fig.2 Population dynamics of cotton bollworm larvae in BT and CV fields in 2005

玉米螟1代盛末期, Bt棉田每hm²虫量和受害株率分别比常规棉田低92.30%和97.59%;玉米螟2代盛末期, Bt棉田每hm²虫量和受害株率分别比常规棉田低85.71%和88.40%; Bt棉田玉米螟3代盛末期的残虫量和受害铃数分别比常规棉田降低81.97%和76.00%,二者之间无显著差异。

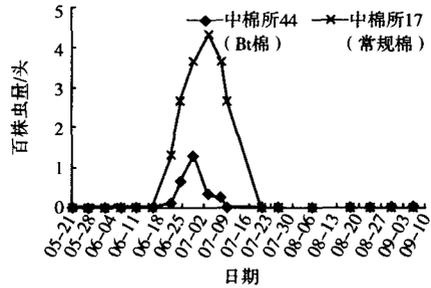


图4 江苏沿海棉区2005年Bt棉田与常规棉田玉米螟种群动态

Fig.4 Population dynamics of corn borer larvae in BT and CV fields in 2005

2.1.2 Bt棉田与常规棉田玉米螟种群的差异

2类棉田的玉米螟落卵量分别在2005年6月中旬至7月上旬出现2个落卵峰次,其卵量的消长曲线起伏同步,中棉所44和常规棉全年的百株累计卵量平均值分别为19.77粒和22.13粒,二者之间无显著差异(图3)。

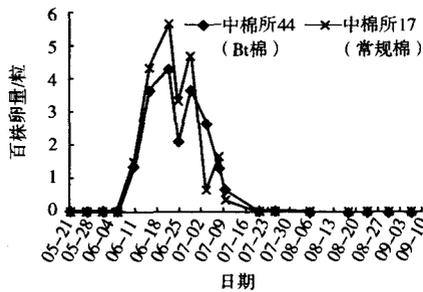


图3 江苏沿海棉区2005年Bt棉田与常规棉田玉米螟卵量动态

Fig.3 Oviposition Dynamics of corn borer in BT and CV fields in 2005

2.1.3 Bt棉田与常规棉田金刚钻种群的差异

系统调查结果显示, Bt棉田与常规棉田相比, 2、3、4代金刚钻百株虫量分别降低100%、75.00%和92.85%(图5),棉花全生长期累计虫量减少85%, 2、3代蕾受害率和4代铃受害率分别降低100%、78.10%和84.25%。

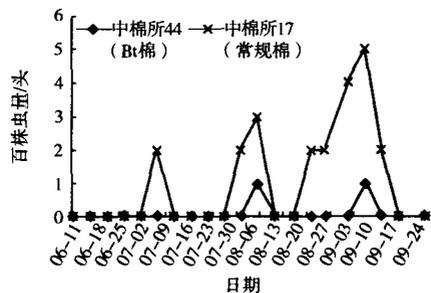


图5 江苏沿海棉区2005年Bt棉田与常规棉田金刚钻种群动态

Fig.5 Population dynamics of diamond bollworm larvae in BT and CV fields in 2005

2类棉田玉米螟幼虫数量仅在2005年6月底至7月上旬出现1个虫量峰次,其峰次及消长曲线起伏同步(图4)。但中棉所44和常规棉全年的百株累计虫量相差很大,分别为2.72头和18.34头,常规棉的玉米螟虫量是Bt棉的6.74倍,差异达极显著水平(P=0.009)。

2类棉田玉米螟的面上普查结果表明,在棉田

面上普查结果显示, Bt棉田与常规棉田相比, 2、3、4代金刚钻百株残虫量分别降低100%、66.67%和62.50%, 2、3代蕾受害率和4代铃受害率分别降低100%、85.22%和69.89%。

2.1.4 Bt 棉田与常规棉田棉小造桥虫种群的差异

系统调查结果显示, Bt 棉田棉小造桥虫百株累计虫量 4 头, 常规棉田 16 头。2005 年棉小造桥虫的虫量消长动态表现为 Bt 棉仅在 7 月上中旬出现 1 个峰值, 而常规棉先后共出现 4 个峰值, 以第 1 个虫峰最大(图 6)。

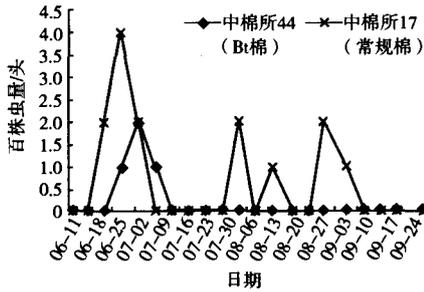


图 6 江苏沿海棉区 2005 年 Bt 棉田与常规棉田棉小造桥虫种群动态

Fig. 6 Population dynamics of cotton leaf caterpillar larvae in BT and CV fields in 2005

面上普查结果显示, 2004 年 Bt 棉田百株累计虫量 6 头, 常规棉田 15 头; 2005 年 Bt 棉田百株累计虫量 2 头, 常规棉田 8 头。

可见, 在江苏沿海棉区 Bt 棉对棉铃虫、玉米螟、金刚钻、棉小造桥虫的产卵量没有显著影响, 但 Bt 棉田的幼虫数量却较常规棉田显著减少, 表明 Bt 棉对上述鳞翅目害虫仍然具有明显的控制效果。

2.2 Bt 棉田与常规棉田非靶标害虫种群的差异

江苏沿海棉区的非靶标害虫主要是刺吸式口器害虫, 包括盲蝽象、朱砂叶螨 (*Tetranychus cinnabarinus*)、棉蚜 (*Aphis gossypii*)、烟粉虱 (*Bemisia tabaci*)。

2.2.1 Bt 棉田与常规棉田盲蝽象种群的差异

江苏沿海棉区的盲蝽象主要是绿盲蝽 (*Lygus lucorum*) 和中黑盲蝽 (*Adelphocoris suturalis*)。从图 7 可以看出, 2 类棉田的绿盲蝽虫量分别于 2005 年 6 月中下旬、7 月下旬、8 月中下旬和 9 月上旬出现 4 个高峰, 其峰次表现为后峰高于前峰, 虫量的消长曲线也表现为起伏同步, 中棉所 17 的峰期略显滞后; 中棉所 44 和常规棉绿盲蝽百株累计虫量分别为 53.87 头和 29.30 头, 二者之间的差异达显著水平 ($P=0.02$)。

与绿盲蝽比较, 中黑盲蝽虫量消长曲线具有峰期较早、峰次少及单峰持续时间长等特点, 2 类棉田

的增长曲线也表现为起伏同步(图 8); 中棉所 44 和常规棉绿盲蝽百株累计虫量分别为 23.80 头和 17.92 头, 前者显著高于后者 ($P=0.014$)。

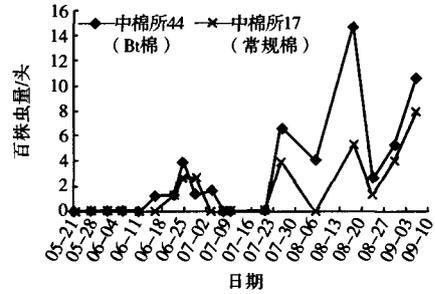


图 7 江苏沿海棉区 2005 年 Bt 棉田与常规棉田绿盲蝽种群动态

Fig. 7 Population dynamics of the larvae *Lygus lucorum* in BT and CV fields in 2005

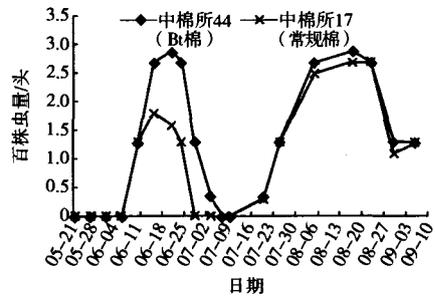


图 8 江苏沿海棉区 2005 年 Bt 棉田与常规棉田中黑盲蝽种群动态

Fig. 8 Population dynamics of the larvae *Adelphocoris suturalis* in BT and CV fields in 2005

2 类棉田不仅在盲蝽象虫量方面出现显著差异, 新受害株数量也不相同。图 9 表明, 2 类棉田盲蝽象新受害量的消长曲线也表现为起伏同步, 中棉所 44 比常规棉百株新受害株的累计数量减少 61.86%, 差异达显著水平 ($P=0.015$)。

面上普查结果显示, 2004 年 Bt 棉绿盲蝽百株累计残虫量比常规棉高 23.33%。2005 年, 在 3 代绿盲蝽危害高峰日普查, 大多数 Bt 棉田的绿盲蝽虫量都高于常规棉田。2 类棉田中黑盲蝽虫量消长、百株累计虫量动态趋势与绿盲蝽相似。2 种盲蝽象在 2 类棉田总的新受害株差异与虫量动态相似, 也表现为 Bt 棉田的受害蕾铃数量大于常规棉田。

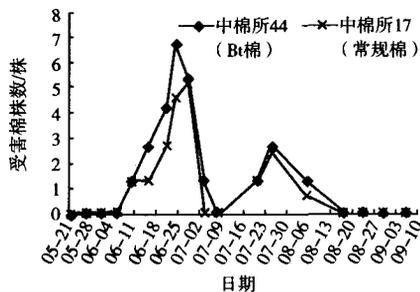


图 9 江苏沿海棉区 2005 年 Bt 棉田与常规棉田盲蝽象新受害棉株量动态

Fig. 9 Dynamics of number of cotton plants damaged by leaf bugs in BT and CV fields in 2005

6 月上旬同期进入蚜害高峰;从发生量来看,Bt 棉和常规棉苗蕾期累计百株棉蚜量分别为 5 985 头和 5 600 头,前者比后者增加了 6.88%。棉蚜危害高峰日在面上各普查 10 块棉田,当日 2 个棉花品种的有蚜株率均为 100%,百株平均蚜量 Bt 棉为 2 276 头、常规棉为 2 155 头,前者比后者增加了 5.61%。系统调查和普查的结果都表明 Bt 棉的棉蚜种群大于常规棉,但是差异未达显著水平。

2 类棉田烟粉虱的发生量和危害程度亦与棉红蜘蛛相似,表现为 Bt 棉田显著高于常规棉田。

上述调查结果表明,在中棉所 44 棉田中,以绿盲蝽、中黑盲蝽和棉红蜘蛛为代表的非靶标害虫种群数量高于甚至显著高于常规棉;中棉所 44 不仅没有控制刺吸式口器非靶标害虫的种群数量,反而导致此类害虫种群数量与为害程度的增加。

2.3 Bt 棉田与常规棉田天敌种群数量的差异

2.3.1 Bt 棉田与常规棉田主要捕食性天敌种群数量的差异

江苏沿海地区棉田中的捕食性天敌主要包括蜘蛛类、瓢虫类、捕食蜂类、食蚜蝇类、捕食螨类。图 11 表明,中棉所 44 和中棉所 17 棉田的捕食性天敌总量分别为 4 755 头和 3 430 头,常规棉田减少 38.63%,差异达极显著水平。棉田主要捕食性天敌种群的累计数量排序为:蜘蛛 > 瓢虫 > 草蛉 > 捕食蜂 > 食蚜蝇 > 捕食螨,除中华大草蛉 (*Chrysopa sinica*) 和捕食螨 (*Allotombium* sp.) 外,中棉所 44 棉田的种群数量均高于常规棉田。

面上普查结果表明,Bt 棉田捕食性天敌种群总量比常规棉田增加 25.63% ~ 47.50%,差异均达显著至极显著水平。

2.2.2 Bt 棉田与常规棉田棉红蜘蛛有虫株数量的差异

沿海棉区棉红蜘蛛 (*Tetranychus cinnabarinus*) 在 5—8 月有 2 个转移和危害高峰,分别在 6 月中旬和 7 月底,2 类棉田有虫株的消长曲线同步起伏(图 10),中棉所 44 和中棉所 17 的累计有虫株分别为 107 株和 74 株,中棉所 44 比常规棉高 44.59%,差异达显著水平 ($P = 0.032$)。

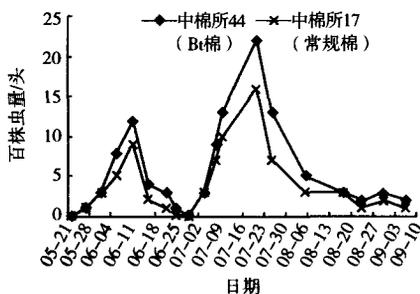


图 10 江苏沿海棉区 2005 年 Bt 棉田与常规棉田中棉红蜘蛛种群动态

Fig. 10 Population dynamics of the cotton spider mites in BT and CV fields in 2005

大丰市植保站于 2004 年各普查 10 块棉田,Bt 棉田和常规棉田的平均有虫株率分别为 5.94% 和 4.24%,前者比后者高 40.09%,二者之间无显著差异。阜宁县 2005 年的多点普查结果表明,Bt 棉田和常规棉田的平均有虫株率分别为 20.20% 和 14.60%,前者比后者高 38.36%,二者之间亦无显著差异。

2.2.3 Bt 棉田与常规棉田棉蚜、烟粉虱种群的差异

Bt 棉和常规棉在苗蕾期棉蚜的发生期相同,

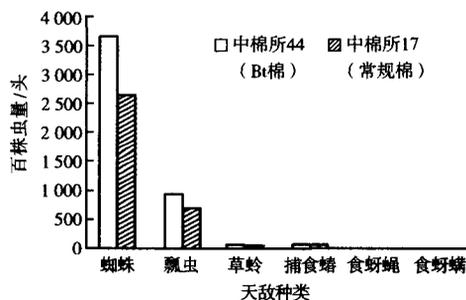


图 11 江苏沿海棉区 2005 年 Bt 棉田与常规棉田中捕食性天敌总量的种群分布

Fig. 11 Total populations of predators in BT and CV fields in 2005

2.3.2 Bt 棉田与常规棉田主要寄生性天敌种群数量的差异

江苏沿海棉区棉铃虫的卵寄生蜂主要为拟澳洲赤眼蜂 (*Trichogramma confusum*), 棉铃虫幼虫寄生蜂主要为棉铃虫齿唇姬蜂 (*Camponotus chloridae*) 与斑痣悬茧蜂 (*Meteorus pulchricornis*)。系统调查结果显示, 中棉所 44 在各代棉铃虫幼虫期均未查到被寄生的幼虫, 而常规棉 3、4 代幼虫期的寄生率分别为 4.17% 和 6.11%。采集田间 2、3、4 代棉铃虫幼虫转入室内饲养观察, 中棉所 44 室内寄生率分别为 6.67%、3.57% 和 0; 中棉所 17 室内寄生率分别为 13.33%、10.00% 和 0。据滨海、阜宁、大丰等地田间调查统计, 2 代棉铃虫发生期间中棉所 44 棉田未查到棉铃虫的寄生卵, 3、4 代发生期该品种的卵寄生率依次为 2.63% 和 1.22%, 分别比常规棉降低 14.05% 和 11.59%。

本研究结果显示, 在 Bt 棉田内, 主要捕食性天敌的种群数量高于或者显著高于常规棉, 而主要寄生性天敌的种群数量则低于或者显著低于常规棉。

3 讨论

3.1 Bt 棉对鳞翅目害虫种群的影响

靶标害虫对 Bt 杀虫蛋白的抗性发展是转 Bt 基因作物能否长期应用所面临的最主要问题之一^[9,14]。本研究结果表明, 在连续种植 10 a 之后, 与常规棉相比, Bt 棉对江苏沿海棉区的棉铃虫、玉米螟、金刚钻、棉小造桥虫等鳞翅目害虫种群仍然具有很好的毒杀和控制作用。Bt 棉在美国也大规模种植。1992—2001 年连续 10 a 大田调查结果显示, Bt 棉对美国棉花的主要害虫红铃虫 (*Pectinophora gossypiella*) 依然具有很好的控制作用^[15-16]。在连续种植 10 a 之后, 江苏沿海棉区转基因抗虫棉仍然能够有效地控制靶标害虫种群, 究其原因可能是: Bt 棉表达的 Bt 蛋白量很高, 能够杀死绝大部分靶标害虫, 大大降低靶标害虫产生抗性的几率; 另外, 江苏沿海棉区 Bt 棉与玉米、大豆和落花生等作物连片种植, 这些作物充当了天然避难所, 降低了靶标害虫产生抗性的几率^[16]。

尽管目前 Bt 棉能够有效地控制棉铃虫等靶标害虫, 但是从理论上讲, 靶标害虫对 Bt 棉产生抗性的可能性是非常大的。所以, 必须高度重视棉铃虫对 Bt 棉产生抗性的问题, 跟踪棉铃虫对 Bt 棉抗性发展的动态, 并采取有效的抗性治理策略^[13-14]。

3.2 Bt 棉对刺吸式口器非靶标害虫种群的影响

虽然 Bt 棉对棉铃虫等靶标害虫种群具有很好的控制作用, 但是, Bt 棉田刺吸式口器非靶标害虫的种群数量与危害程度均高于甚至显著高于常规棉, 这种趋势近年来在江苏沿海棉区越来越严重。其原因可能有 3 方面: 第 1, Bt 棉表达的 Bt 杀虫蛋白的主要作用对象是棉铃虫等鳞翅目类昆虫, 而对刺吸式口器害虫没有控制效果; 第 2, Bt 棉由于可以有效控制鳞翅目害虫, Bt 棉田施用化学杀虫剂的数量显著低于常规棉田。在本研究的系统调查中, 种植 Bt 棉可不需防治 2 代棉铃虫和减少 3、4 代棉铃虫的防治次数, Bt 棉全生育期可减少 4 次用药; 据 2004—2005 年在沿海棉区多点调查, Bt 棉推广以来, 用于棉田害虫防治的农药用量、施药次数均较常规棉显著减少, 甲胺磷、1605 等高毒农药的用量比上世纪 90 年代下降 65% 以上。化学杀虫剂用量的下降直接导致非靶标刺吸式口器害虫种群数量显著上升, 为害加重; 第 3, 由于本地种植的 Bt 棉多数为抗虫杂交棉, 常因棉株生长旺盛、田间郁闭而招致多种非靶标害虫为害加重。另外, 有研究结果显示, Bt 棉由于外源基因的导入和表达会引起棉株体内生理生化发生显著变化, 此类变化可能有利于某些非靶标害虫的严重发生^[17-18]。

3.3 Bt 棉对棉田天敌种群的影响

本研究结果表明, Bt 棉田捕食性天敌种群的数量极显著地高于常规棉田。主要原因可能是 Bt 棉田虽然对鳞翅目害虫种群有较强的控制作用, 但刺吸式口器害虫种群数量却显著增加, 为捕食性天敌种群提供了充足的食物来源; 其次, Bt 棉可显著减少化学杀虫剂的用量, 这就相应地减少了对捕食性天敌种群的直接杀伤, 因而较常规棉具有更加安全稳定的生存环境; 第 3, 目前本地推广应用的 Bt 棉品种主要是抗虫杂交棉, 具有明显的生长优势, 植株高大、枝叶茂盛, 为捕食性天敌种群提供了良好的活动空间和隐蔽栖息场所。但是, 江苏沿海棉区 Bt 棉田棉铃虫卵和幼虫的寄生性天敌数量与寄生率却显著或极显著低于常规棉田。

在连续种植 10 余年而且 Bt 棉种植比例超过 90% 的情况下, 江苏沿海棉区 Bt 棉对棉田昆虫种群产生显著影响。与常规棉田相比, Bt 棉田棉铃虫、玉米螟、金刚钻、棉小造桥虫等鳞翅目害虫种群数量显著降低, 而盲蝽象、棉红蜘蛛、棉蚜、烟粉虱等非靶标刺吸式害虫种群数量显著增加; 蜘蛛、瓢虫等捕食

性天敌种群数量显著增加,而棉铃虫的寄生性天敌种群数量则显著下降。1997年以来国内外的研究结果显示,Bt棉对不同地区棉田生态系统中各类昆虫种群产生的影响与本研究结果基本相同^[8,12-13,19-25]。这说明转Bt基因抗虫棉对棉田昆虫种群的影响在近10a内保持相对稳定的状态。

自从1997年被农业部批准进行商业化生产以来,转基因抗虫棉在我国的种植面积越来越大。2006年,我国转基因棉花种植面积达到350多万 hm^2 ,约占我国当年棉花种植总面积的66%。虽然目前棉田生态系统中Bt棉与靶标害虫、非靶标害虫、害虫天敌种群之间的相互关系与数年前相比仍然处于相对稳定的状态,但是,一旦Bt棉失去对棉铃虫等靶标害虫的控制作用,这种稳定状态便难以存在。为了确保转基因抗虫棉产业的持续、健康发展,应该连续监测和跟踪转基因抗虫棉对棉田生态系统中昆虫种群的影响。

参考文献:

- [1] 徐文华,王瑞明,吴春,等.江苏沿海农区转Bt基因抗虫棉的研究进展[J].华东昆虫学报,2005,14(1):33-37.
- [2] 徐文华,李清云,吴翠英,等.江苏沿海地区棉田玉米螟综合控制新技术的研究与应用效果[J].华东昆虫学报,2003,12(2):51-55.
- [3] 徐文华,王永山,王义成,等.江苏沿海地区Bt棉主栽品种的性状评价[J].江西农业学报,2003,15(4):21-26.
- [4] 徐文华,王瑞明,吉荣龙,等.“中棉所29”在江苏沿海棉区的抗性及生育特性研究[J].江西农业学报,2002,14(4):23-30.
- [5] 徐文华,周加春,李万青,等.江苏沿海地区转Bt基因抗虫棉的抗虫性及生长发育研究[J].江西农业学报,1999,11(1):30-37.
- [6] 徐文华,万桂喜,王昆,等.江苏沿海地区转基因棉及其生态与经济效益[J].中国棉花,2001,28(1):17-20.
- [7] 徐文华,王瑞明,王永山,等.Bt棉不同种植比例对棉铃虫发生量的影响[J].江苏农业科学,2004(6):83-84.
- [8] 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.
- [9] 张永军,吴孔明,彭于发,等.转基因植物的生态风险[J].生态学报,2002,22(11):1951-1959.
- [10] 董双林,马丽华,夏敬源,等.棉铃虫幼虫对转Bt基因棉的行为反应研究[J].植物保护学报,1997,24(4):373-384.
- [11] 夏敬源.转Bt基因棉在害虫综合治理中的作用研究[J].棉花学报,1999,11(2):57-64.
- [12] 刘耀武,付桂月,刘洪春,等.抗虫棉棉田害虫动态变化研究[J].江西棉花,2000,22(1):19-22.
- [13] WU K M, GUO Y Y. The Evolution of Cotton Pest Management Practices in China[J]. Annual Review of Entomology, 2005, 50: 31-52.
- [14] CARRIERE Y, ELLERS-KIRK C, SISTERTSON M, et al. Long-term Regional Suppression of Pink Bollworm by *Bacillus thuringiensis* Cotton[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2003, 100(4): 1519-1523.
- [15] TABASHNIK B E, PATIN A L, DENNEHY T J, et al. Frequency of Resistance to *Bacillus thuringiensis* in Field Populations of Pink Bollworm[J]. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 2000, 97(24): 12980-12984.
- [16] 谭声江,陈晓峰,李典谟,等.其他寄主作物能成为Bt感性棉铃虫的庇护所吗?[J].科学通报,2001,46(13):1101-1104.
- [17] 沈敏,芮玉奎.抗虫棉sGK321与亲本石远321种子中棉酚含量的比较[J].中国农业大学学报,2004,9(4):97-98.
- [18] 阎凤鸣,许崇任,MARIE B,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.
- [19] 崔金杰,夏敬源.转Bt基因棉对棉田主要害虫及其天敌种群消长的影响[J].河南农业大学学报,1997,31(4):351-356.
- [20] 邓曙东,徐静,张青文,等.转Bt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):1-5.
- [21] 崔金杰,夏敬源.麦套夏播转Bt基因棉田主要害虫及其天敌的发生规律[J].棉花学报,1998,10(5):255-262.
- [22] 万方浩,刘万学,郭建英.不同类型棉田棉铃虫天敌功能团的组成及时空动态[J].生态学报,2002,22(6):935-942.
- [23] 魏国树,崔龙,张小梅,等.转Bt基因棉田节肢动物种群结构特征研究[J].应用生态学报,2001,12(4):576-580.
- [24] SHARMA H C, PAMPAPATHY G. Influence of Transgenic Cotton on the Relative Abundance and Damage by Target and Non-Target Insect Pests Under Different Protection Regimes in India[J]. Crop Protection, 2006, 25(8): 800-813.
- [25] MA X M, LIU X X, ZHANG Q W, et al. Impact of Transgenic *Bacillus thuringiensis* Cotton on a Non-Target Pest *Tetranychus* spp. in Northern China[J]. Insect Science, 2006, 13(4): 279-286.

作者简介:徐文华(1958—),男,江苏盐城人,副研究员,研究方向为农田生态环境保护和害虫防治。