

转基因抗草甘膦抗虫棉对棉田冠层 节肢动物群落的影响

姜伟丽, 马艳*, 马小艳, 奚建平, 马亚杰, 李希凤

中国农业科学院棉花研究所, 棉花生物学国家重点实验室, 河南 安阳 455000

摘要:【背景】随着转基因抗虫棉在我国的广泛种植,一种具有抗虫和耐除草剂(草甘膦)的双价棉被培育成功。这种转双价基因棉和转单价基因抗虫棉对棉田节肢动物群落结构的影响可能不同。因此,在该类转双价基因棉花进行环境释放之前,有必要研究其对棉田节肢动物群落的影响,评价其环境安全性。【方法】试验于2010年5月9日~9月23日和2011年5月10日~9月24日在河南省安阳市中国农业科学院棉花研究所试验农场进行,棉田类型有3种——转基因抗草甘膦抗虫棉田、转Bt棉田和常规棉田,每种棉田种植3个小区,每个小区面积为200 m² (8 m×25 m)。采用对角线5点取样方法,每5 d调查1次棉田的节肢动物群落,通过目测对节肢动物鉴定到属。【结果】抗草甘膦抗虫棉田、Bt棉田和常规棉田节肢动物群落、害虫亚群落和天敌亚群落的结构与组成无明显差异;抗草甘膦抗虫棉田害虫种群数量低于抗虫棉田和常规棉田,而其天敌种群数量与常规棉田相当,略低于Bt棉田;3种棉田节肢动物群落、害虫亚群落和天敌亚群落的多样性指数、均匀性指数均无明显差异。【结论与意义】种植转基因抗草甘膦抗虫棉花不会对棉田节肢动物群落组成造成显著影响。本研究为转基因抗草甘膦抗虫棉田的环境安全性评价提供了依据。

关键词: 转基因抗草甘膦抗虫棉; 节肢动物群落; 生物多样性

Effects of transgenic glyphosate-insect resistant cotton on arthropod communities in cotton fields in Henan Province, east central China

Wei-li JIANG, Yan MA*, Xiao-yan MA, Jian-ping XI, Ya-jie MA, Xi-feng LI

State Key Laboratory of Cotton Biology, Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Anyang, Henan 455000, China

Abstract: 【Background】After the widespread adoption of transgenic insect-resistant cotton in China, a double-gene transgenic cotton was developed that confers resistance to the herbicide glyphosate. The overall impact of such multiple constructs could be different from their single-gene equivalent, thus field studies on the effects of this double-gene cotton on arthropod communities should be carried out as part of the pre-release biosafety evaluations. 【Method】We did a visual survey of the arthropod communities in transgenic glyphosate-insect resistant cotton, Bt transgenic cotton and non-transgenic cotton plots, planted on the research farm of the Cotton Research Institute of the Chinese Academy of Agricultural Sciences in Anyang, Henan Province. The survey was carried on every other five days by the method of five point sampling from May 9 to September 23, 2010, and May 10 to September 24, 2011. Each cotton cultivar was planted on three separate plots of 200 m² (8 m×25 m). Arthropods were visually identified to genus. 【Result】There were no significant differences in the structure and composition of arthropod community, pest sub-community and natural enemy sub-community among the three cotton fields. The observed number of pest arthropods in glyphosate-insect resistant cotton were lower than in Bt- or non-transgenic cotton. The overall numbers of natural enemies in the double-gene transgenic cotton were equal to the non-transgenic one and lower than in Bt cotton. The values of the biological diversity index and the evenness indexes of the arthropod communities, pest or natural enemy sub-communities showed no significant differences among the three cotton fields. 【Conclusion and significance】It seems that the planting of transgenic glyphosate-insect resistant cotton causes no drastic rearrangement in the composition of the arthropod communities. This study will make help for the assessment of environment safety of transgenic glyphosate-insect resistant cotton.

Key words: transgenic glyphosate-insect resistant cotton; arthropod community; biological diversity

收稿日期(Received): 2012-05-14 接受日期(Accepted): 2012-12-21

基金项目: 国家转基因生物培育重大专项(2011ZX08011-002); 中央级公益性科研院所基本科研业务专项基金(SJA1207); 国家棉花产业技术体系功能科学家经费资助

作者简介: 姜伟丽, 女, 研究实习员, 硕士。研究方向: 棉田杂草化学防除及转基因棉花环境安全评价技术。E-mail: zhsjwl@126.com

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: mayan@cricaas.com.cn

草甘膦作为一种高效、低毒、广谱的非选择性叶面喷施除草剂,已成为当今世界上生产量最大的农药品种之一。但草甘膦在除草的同时会杀死农作物,因此,选育耐草甘膦的转基因作物成为大家所关注的一个热门领域(梁雪莲等,2001)。目前,已经商品化的转基因抗草甘膦作物主要有大豆、棉花、玉米、油菜、甜菜等。至 2011 年,耐除草剂作物已占转基因作物总面积的 61% 以上,是世界上商品化最早、推广应用最快的转基因作物(James,2011)。

人们在关注转基因抗草甘膦作物经济、社会效益的同时,非常重视对其生态风险的评估,研究内容主要包括基因漂移、对草甘膦的抗性以及对土壤生态系统的影响。节肢动物群落是农田生态系统的重要组成部分,也是转基因作物安全性评价的重要内容之一。目前,研究最多的是转基因抗草甘膦大豆对田间节肢动物群落结构的影响(吴奇等,2008;张卓等,2011),而有关转基因抗草甘膦棉对田间节肢动物群落多样性影响的报道甚少(马艳等,2011)。因此,笔者研究了转基因抗草甘膦抗虫棉对棉田冠层节肢动物群落的影响,以期对转基因棉田的环境安全性评价提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

转基因抗草甘膦抗虫棉品种 KCM201001、转 Bt 基因(Cry1Ac)棉品种中棉所 44 号、常规棉品种中棉所 49 号均由中国农业科学院棉花研究所遗传育种研究室提供。

1.2 试验处理

试验于 2010~2011 年在中国农业科学院棉花研究所试验农场进行,试验地四周有围墙隔离。试验设 3 个处理:(1)转基因抗草甘膦抗虫棉田(以下简称双抗棉田);(2)转 Bt 基因棉田(以下简称 Bt 棉田);(3)常规棉田。每个处理种植 3 个小区,共 9 个小区,小区随机排列,小区面积 200 m²(8 m×25 m),棉花种植密度为 5.5 万株·hm⁻²。3 种棉田全生育期不使用任何化学农药,其他农事操作按常规进行。

1.3 调查方法

采用对角线 5 点取样方法,每个小区每次调查 5 个样点,每个样点连续调查 2 行(20 株)棉花,共 100 株。5 月上旬~9 月中旬,每 5 d 调查 1 次,采用目测法详细调查、记载棉株冠层上所有昆虫的种类和数量,未知种类按统一编号进行记载。对于棉

蚜 *Aphis gossypit* Glover、僵蚜、烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius)、棉叶螨 *Tetranychus truncatus* (Ehara), 仅调查植株上、中、下部 3 片展开叶上的数量;随机调查 1 朵花内的蓟马 *Thrips tabaci* Lindeman 数量。

1.4 分析方法

统计 3 种棉田节肢动物群落组成的目、科、属及个体数。群落相似性采用群落系数(C')进行比较(赵志模和郭依泉,1990)。

$$C' = 2w / (a + b)$$

式中, w 为 A、B 群落样本中共有物种的 2 个个体数相对低值的总和, a 、 b 分别为 A、B 群落样本中所有物种个体数的总和。

节肢动物群落的特征参数用物种丰富度(S)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')、均匀性指数(J)和 Simpson 优势集中性指数(C)表示(何洪俊,1991;赵志模和郭依泉,1990)。

S 为节肢动物群落中的种类数;

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

式中, P_i 为第 i 种物种个体数占群落个体数的比例;
 $J = H' / \ln S$

$$C = \sum_{i=1}^S \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

式中, N 为群落中所有物种的个体数之和, N_i 为第 i 种物种的个体数。

通过 SPSS 13.0 统计分析软件对调查结果进行 Duncan's 差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 群落的组成

2 年的研究表明,双抗棉田节肢动物群落主要由 11 目 19 科 22 属组成,其中,害虫亚群落主要由 7 目 9 科 10 属组成,天敌亚群落主要由 8 目 9 科 12 属组成;Bt 棉田节肢动物群落主要由 10 目 18 科 20 属组成,其中,害虫亚群落主要由 7 目 9 科 10 属组成,天敌亚群落主要由 6 目 8 科 10 属组成;常规棉田节肢动物群落主要由 10 目 17 科 19 属组成,其中,害虫亚群落主要由 7 目 9 科 10 属组成,天敌亚群落主要由 5 目 8 科 9 属组成。由此可见,双抗棉田、Bt 棉田和常规棉田三者间的节肢动物群落、害虫亚群落和天敌亚群落的组成无明显差异,但双抗棉田的物种丰富度略高于其他 2 种棉田。

2.2 对害虫种群数量的影响

双抗棉田、Bt 棉田和常规棉田害虫的口器可以

分为刺吸式和咀嚼式 2 种。其中,常规棉田刺吸式害虫主要有棉蚜、棉叶螨、烟粉虱、棉叶蝉 *Empoasca biguttula* (Shiraki)、棉蓟马、绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)、中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev 等;咀嚼式害虫主要有棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hubner)、隆背花蓊甲 *Cortinicara gibbosa* (Herbst)、啮虫 Corrodentia 等。双抗棉田和 Bt 棉田的害虫主要为刺吸式和除棉铃虫外的咀嚼式害虫。

由表 1 可以看出,在不同年份,由于受气候环境和栽培条件的影响,3 种棉田害虫的发生数量有

所不同。2010 年,与常规棉田相比,双抗棉田的刺吸式害虫和害虫总数明显减少,差异达显著水平,而其咀嚼式害虫数量略多,差异不显著;与 Bt 棉田相比,双抗棉田的刺吸式害虫、咀嚼式害虫和害虫总数均无明显差异。2011 年,与常规棉田相比,双抗棉田的刺吸式害虫和害虫总数同样明显减少,差异达极显著水平,其咀嚼式害虫数量也极显著增多;与 Bt 棉田相比,双抗棉田的刺吸式害虫和害虫总数明显减少,差异达显著水平,而其咀嚼式害虫数量略多,无明显差异。

表 1 不同类型棉田冠层害虫亚群落的组成和数量

Table 1 Species composition and quantity of pest sub-community in different cotton treatments

年份 Year	棉田类型 Cotton style	害虫数量(头·百株 ⁻¹) Number of pests per 100 plants		
		刺吸式 Sucking	咀嚼式 Chewing	合计 Total
2010	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	2002.7 ± 115.9bA	161.2 ± 15.3aA	2163.9 ± 126.2bA
	Bt 棉田 Bt cotton	2254.1 ± 175.5abA	147.5 ± 27.0aA	2401.6 ± 175.8abA
	常规棉田 Non-transgenic cotton	2320.1 ± 239.8aA	142.1 ± 12.9aA	2462.2 ± 245.5aA
2011	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	1766.9 ± 45.5cC	264.9 ± 14.8aA	2031.8 ± 58.3cC
	Bt 棉田 Bt cotton	2183.3 ± 195.4bB	252.8 ± 13.9aA	2436.1 ± 196.1bB
	常规棉田 Non-transgenic cotton	3446.1 ± 197.6aA	125.9 ± 16.3bB	3572.0 ± 189.4aA

数据为平均值 ± 标准差;同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($P < 0.01$)。
Values represent mean ± SD. Different small letters in same row represent significant differences ($P < 0.05$), and different capital letters represent extremely significant differences ($P < 0.01$).

2 年的试验结果表明,双抗棉田和 Bt 棉田的刺吸式害虫的发生数量显著少于常规棉田,而咀嚼式害虫数量多于常规棉田。这主要是由于常规棉棉苗易早发,苗期长势旺盛,导致其棉蚜发生数量高于其他 2 种棉田;同时,由于双抗棉田和 Bt 棉田中棉铃虫发生数量减少,而一些次要害虫如隆背花蓊

甲、啮虫等种群数量上升,导致这 2 种棉田中咀嚼式害虫数量多于常规棉田。

2.3 对天敌种群数量的影响

双抗棉田、Bt 棉田和常规棉田的天敌种类主要包括草蛉类、瓢虫类、蜘蛛类、蝽类和寄生蜂类(表 2)。

表 2 不同类型棉田冠层的天敌种类和数量

Table 2 Species and amount of the natural enemy in different cotton treatments

年份 Year	棉田类型 Cotton style	天敌数量(头·百株 ⁻¹) Number of natural enemies per 100 plants					合计 Total
		草蛉类 Lacewing	瓢虫类 Ladybug	蜘蛛类 Spider	蝽类 Stinkbug	寄生蜂类 Parasitic wasp	
2010	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	46.0 ± 6.4bB	39.4 ± 4.5abA	51.2 ± 6.1aA	37.6 ± 3.2aA	15.7 ± 5.0aA	189.7 ± 13.3aA
	Bt 棉田 Bt cotton	45.9 ± 2.7bB	46.5 ± 11.5aA	45.9 ± 3.7aA	32.3 ± 2.1bA	11.1 ± 5.0aA	182.0 ± 10.2aA
	常规棉田 Non-transgenic cotton	58.3 ± 4.9aA	31.5 ± 4.4bA	50.0 ± 2.8aA	33.6 ± 3.2abA	10.1 ± 2.8aA	183.4 ± 9.3aA
2011	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	76.5 ± 3.8bB	58.3 ± 9.7bA	180.1 ± 25.8aA	62.8 ± 6.0abA	9.0 ± 1.4bA	386.6 ± 28.1bB
	Bt 棉田 Bt cotton	103.9 ± 16.9aA	60.9 ± 14.4bA	200.7 ± 11.8aA	74.5 ± 18.5aA	14.5 ± 6.4abA	454.6 ± 38.3aA
	常规棉田 Non-transgenic cotton	82.1 ± 10.6bAB	83.2 ± 16.8aA	129.1 ± 6.2bB	55.6 ± 1.3bA	17.2 ± 5.3aA	367.3 ± 16.0bB

数据为平均值 ± 标准差;同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($P < 0.01$)。
Values represent mean ± SD. Different small letters in same row represent significant differences ($P < 0.05$), and different capital letters represent extremely significant differences ($P < 0.01$).

2010 年,双抗棉田瓢虫类、蜘蛛类、蝽类和寄生蜂类的数量及天敌总数略高于常规棉田,差异不显著,而草蛉类数量显著低于常规棉田;双抗棉田草蛉类、瓢虫类、蜘蛛类和寄生蜂类的数量及天敌总数均高于 Bt 棉田,但差异不显著,而蝽类数量显著高于 Bt 棉田。2011 年,双抗棉田草蛉类、蝽类的数量及天敌总数与常规棉田差异不显著,其蜘蛛类数量高于常规棉田,差异达显著水平,其瓢虫类和寄生蜂类数量却显著低于常规棉田;双抗棉田的各类天敌数量均低于 Bt 棉田,其中,草蛉类数量和天敌总数显著低于 Bt 棉田,其他天敌数量差异不显著。

2 年的试验结果表明,双抗棉田的天敌总数与常规棉田相当,差异不显著;但与 Bt 棉田相比,年度间差异明显,主要是由于不同年份间害虫发生种类及数量不同。

2.4 对节肢动物群落相似性的影响

群落的相似性系数是群落组成相似程度的定量指标。由表 3 可以看出,2010 年,3 种棉田的害虫亚群落、天敌亚群落及节肢动物群落的相似性系数均较高,其中,双抗棉田与 Bt 棉田的害虫亚群落

的结构最相似,相似性系数达 0.9315; Bt 棉田与常规棉田天敌亚群落的相似性系数最低,为 0.8953。但是,双抗棉田与 Bt 棉田的害虫亚群落、天敌亚群落及节肢动物群落的相似性系数均略高于双抗棉田与常规棉田及 Bt 棉田与常规棉田,说明双抗棉田与 Bt 棉田节肢动物群落的相似程度略高于常规棉田,这可能与双抗棉和 Bt 棉均含有抗虫基因有关。

2011 年,3 种棉田节肢动物群落结构的相似程度低于 2010 年,相似性系数为 0.6636 ~ 0.8973。双抗棉田与 Bt 棉田害虫亚群落和节肢动物群落的相似性系数(分别为 0.8959 和 0.8962)高于这 2 种棉田与常规棉田(0.6636 ~ 0.7613),说明双抗棉田与 Bt 棉田害虫亚群落和节肢动物群落的相似程度高于常规棉田;但是,3 种棉田天敌亚群落的相似性系数均较高,且差异较小,分别为 0.8973(双抗棉田与 Bt 棉田)、0.8589(双抗棉田与常规棉田)和 0.8089(Bt 棉田与常规棉田)。可见,3 种棉田节肢动物群落结构虽然存在较大的差异,但田间转移活动较频繁的天敌亚群落的结构比较相似。

表 3 不同类型棉田冠层节肢动物群落结构的相似性系数
Table 3 Comparability coefficient of arthropod community structure in different cotton treatments

棉田类型 Cotton style	群落种类 Community species	相似性系数								
		I			II			III		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
I	A				0.9315 ^a			0.9127 ^a		
	B					0.9094 ^a			0.9001 ^a	
	C						0.9299 ^a			0.9117 ^a
II	A	0.8959 ^b						0.9122 ^a		
	B		0.8973 ^b						0.8953 ^a	
	C			0.8962 ^b						0.9110 ^a
III	A	0.6636 ^b			0.7548 ^b					
	B		0.8589 ^b			0.8089 ^b				
	C			0.6867 ^b			0.7613 ^b			
		A			B			C		
I		0.5742			0.5647			0.5734		
II		0.6251			0.4420			0.6038		
III		0.6357			0.5139			0.6209		

^a 和^b 分别表示 2010 和 2011 年的数据。I. 双抗棉田; II. Bt 棉田; III. 常规棉田。A. 害虫亚群落; B. 天敌亚群落; C. 节肢动物群落。
^a and ^b indicate datas of 2010 and 2011 respectively. I. Glyphosate-insect resistant cotton; II. Bt cotton; III. Non-transgenic cotton. A. Pest sub-community; B. Enemy sub-community; C. Arthropod community.

由表 3 还可以看出,同一类型棉田不同年份间节肢动物群落的结构差异大于同一年内不同类型棉田间的差异。2010 年与 2011 年双抗棉田害虫亚群落、天敌亚群落和节肢动物群落的相似性系数为 0.5742、0.5647 和 0.5734; 2 年间 Bt 棉田与常规棉田节肢动物群落的相似性系数仅为 0.4420 ~ 0.6357。

2.5 对节肢动物群落特征参数的影响

生物多样性是生态系统抗干扰能力和恢复能力的物质基础。一般而言,多样性指数和均匀性指数较高而优势集中性指数较低的群落,其稳定性较好,对于环境变化或来自群落内部种群波动的缓冲作用较强,这样的节肢动物群落优势种不太突出,

害虫不易大发生(崔金杰和夏敬源,2000a;夏敬源等,1995)。

2010 年试验结果(表 4)表明,3 种棉田节肢动物群落和害虫亚群落的多样性指数和均匀性指数相似,差异不显著;而优势集中性指数则以 Bt 棉田较高,但与双抗棉田和常规棉田均无显著差异,说

明 2010 年 3 种棉田节肢动物群落和害虫亚群落在稳定性方面均无明显差异。比较 3 种棉田天敌亚群落的参数发现,除了 Bt 棉田的多样性指数高于双抗棉田和常规棉田外,均匀性指数和优势集中性指数均相当,差异不明显,说明 3 种棉田在天敌亚群落稳定性方面也无明显差异。

表 4 不同类型棉田冠层节肢动物群落的结构参数
Table 4 Parameters of arthropod communities in different cotton treatments

年份 Year	群落种类 Community species	棉田类型 Cotton style	多样性指数 (H') Diversity index	均匀性指数 (J) Evenness index	优势集中性指数 (C) Dominant concentration index
2010	节肢动物群落 Arthropod community	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	1.6234 ± 0.0509aA	0.7180 ± 0.2581aA	0.3664 ± 0.0420abA
		Bt 棉田 Bt cotton	1.5064 ± 0.1059aA	0.6960 ± 0.2784aA	0.4156 ± 0.0349aA
		常规棉田 Non-transgenic cotton	1.6298 ± 0.0906aA	0.7420 ± 0.2365aA	0.3524 ± 0.0476bA
	害虫亚群落 Pest sub-community	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	1.1540 ± 0.1469aA	0.5620 ± 0.0427aA	0.4260 ± 0.0503abA
		Bt 棉田 Bt cotton	1.0920 ± 0.1180aA	0.5100 ± 0.0583aA	0.4760 ± 0.0550aA
		常规棉田 Non-transgenic cotton	1.2040 ± 0.1898aA	0.5840 ± 0.0522aA	0.3840 ± 0.0270bA
	天敌亚群落 Enemy sub-community	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	1.8380 ± 0.0540bA	0.8360 ± 0.0611aA	0.1120 ± 0.1026aA
		Bt 棉田 Bt cotton	1.9600 ± 0.0957aA	0.8680 ± 0.0576aA	0.1060 ± 0.0979aA
		常规棉田 Non-transgenic cotton	1.8360 ± 0.0594bA	0.8920 ± 0.0536aA	0.1200 ± 0.1098aA
2011	节肢动物群落 Arthropod community	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	1.8800 ± 0.0188aA	0.6365 ± 0.0120aA	0.2543 ± 0.0041bB
		Bt 棉田 Bt cotton	1.8379 ± 0.0464aA	0.6289 ± 0.0208aA	0.2631 ± 0.0144bB
		常规棉田 Non-transgenic cotton	1.4807 ± 0.0480bB	0.5066 ± 0.0157bB	0.3985 ± 0.0287aA
	害虫亚群落 Pest sub-community	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	1.3905 ± 0.0206aA	0.6097 ± 0.0150aA	0.3509 ± 0.0037bB
		Bt 棉田 Bt cotton	1.3378 ± 0.0466aA	0.5810 ± 0.0202bA	0.3614 ± 0.0171bB
		常规棉田 Non-transgenic cotton	1.0897 ± 0.0476bB	0.4732 ± 0.0207cB	0.4670 ± 0.0200aA
	天敌亚群落 Enemy sub-community	双抗棉田 Glyphosate-insect resistant cotton	1.7837 ± 0.1027bB	0.8065 ± 0.0642bB	0.2580 ± 0.0360aA
		Bt 棉田 Bt cotton	1.9688 ± 0.0477aA	0.9161 ± 0.0260aA	0.2581 ± 0.0123aA
		常规棉田 Non-transgenic cotton	1.9871 ± 0.0229aA	0.9250 ± 0.0364aA	0.1900 ± 0.0082bB

数据为平均值 ± 标准差;同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 ($P < 0.01$)。
Values represent mean ± SD. Different small letters in same row represent significant differences ($P < 0.05$), and different capital letters represent extremely significant differences ($P < 0.01$).

2011 年试验结果(表 4)表明,双抗棉田和 Bt 棉田节肢动物群落和害虫亚群落的多样性指数和均匀性指数均显著高于常规棉田,而优势集中性指数却极显著低于常规棉田,说明 2011 年双抗棉田和 Bt 棉田节肢动物群落和害虫亚群落的稳定性优于常规棉田,出现某种害虫大暴发的可能性较小。从天敌亚群落的参数来看,双抗棉田天敌亚群落的多样性指数和均匀性指数均极显著低于 Bt 棉和常规棉田,而其优势集中性指数与 Bt 棉田相当,极显著高于常规棉田,说明 2011 年双抗棉田的天敌亚群落在稳定性方面不及 Bt 棉和常规棉田。

由此可见,与 Bt 棉和常规棉田相比,双抗棉田节肢动物群落和害虫亚群落稳定性较好,害虫大发生的可能性低。

3 讨论

转基因作物在直接作用靶标生物的同时,可能

通过食物链等对非靶标生物产生影响。Taylor (1999)对于转基因抗除草剂大豆和玉米的广泛推广和应用表示担忧,认为其会造成田间马利筋种群的减少,进而对以马利筋为惟一食物源的大斑蝶 *Danaus plexippus* L. 幼虫产生严重影响,最终威胁大斑蝶的生存。Mcpherson *et al.* (2003)报道,转基因抗除草剂大豆对昆虫群落的影响很小,转基因豆田害虫的丰富度与常规豆田没有差异,对阶段性发生的害虫也没有不利影响。

本研究表明,抗草甘膦抗虫棉、转 Bt 基因棉及常规棉田中节肢动物群落、害虫亚群落和天敌亚群落的结构与组成无明显差异;与常规棉田相比,抗草甘膦抗虫棉和转 Bt 基因棉不仅可以显著减少害虫数量,而且能有效保护自然天敌,这与曾华兰等(2009)对转基因抗虫棉的研究结果一致。2010 年,抗草甘膦抗虫棉田节肢动物群落、害虫亚群落

和天敌亚群落的各项特征参数(相似性系数、多样性指数、均匀性指数、优势集中性指数)与转 Bt 基因棉田和常规棉田相比均无明显差异,这与蔡万伦等(2005)、崔金杰和夏敬源(1999、2000b、2002)、吴奇等(2006、2008)、张永军等(2002)的研究结果一致;由于棉田节肢动物群落的发生和变动受环境气候条件、作物布局、病虫害基数及人为活动等多种因素的影响,2011 年抗草甘膦抗虫棉田节肢动物群落的各项特征参数与常规棉田相比,存在较大差异,表现为抗草甘膦抗虫棉田节肢动物群落和害虫亚群落的稳定性优于常规棉田,而其天敌亚群落的稳定性不及常规棉田,这与杨国正等(2005)的研究结果一致。

2 年的调查结果表明,与转 Bt 基因棉田和常规棉田相比,转基因抗草甘膦抗虫棉田物种丰富度有所增大,其害虫的优势度和优势种与其他 2 种棉田相比略有不同,节肢动物群落、害虫亚群落和天敌亚群落多样性指数在不同年份受外界环境条件的影响较大,总体表现为种群变化比较有规律,群落结构稳定性较好,具有良好的生态效应,对棉田生态环境的不良影响较小。

转多基因作物涉及多个转入基因,基因之间可能存在相互作用,从而引发协同效应或拮抗作用,国内外尚未见相关报道。因此,抗草甘膦基因与 Bt 基因间的相互作用尚需进一步研究。

参考文献

蔡万伦, 石尚柏, 杨长举, 彭于发. 2005. 不同种植方式下转 Bt 基因水稻对稻田节肢动物群落的影响. *昆虫学报*, 48(4): 537–543.

崔金杰, 夏敬源. 1999. 一熟转 Bt 基因棉田昆虫群落研究. *西北农业大学学报*, 27(6): 28–32.

崔金杰, 夏敬源. 2000a. 麦套夏播转基因棉 R93-6 对昆虫群落的影响. *昆虫学报*, 43(1): 43–51.

崔金杰, 夏敬源. 2000b. 转 Bt 基因棉田昆虫群落多样性及其影响因素研究. *生态学报*, 20(5): 824–829.

崔金杰, 夏敬源. 2002. 转双价基因棉花对棉铃虫的抗性

及时空动态. *棉花学报*, 14(6): 323–329.

何洪俊. 1991. 水旱轮作棉田昆虫群落的初步研究. *湖北农业科学*, (1): 22–44.

梁雪莲, 王引斌, 卫建强, 侯建芳. 2001. 作物抗除草剂转基因研究进展. *生物技术通讯*, (2): 17–21.

马艳, 马小艳, 奚建平, 姜伟丽, 马亚杰, 李希风. 2011. 转基因抗草甘膦抗虫棉田主要害虫及其天敌的种群动态. *中国棉花*, 38(10): 9–13.

吴奇, 彭德良, 彭于发. 2008. 抗草甘膦转基因大豆对非靶标节肢动物群落多样性的影响. *生态学报*, 28(6): 2622–2628.

吴奇, 彭焕, 彭可维, 陈强强, 彭于发, 彭德良. 2006. 抗草甘膦转基因大豆对豆田主要害虫发生动态的影响//成卓敏. *中国植物保护学会 2006 年学术年会论文集*. 北京: 中国农业科学技术出版社, 116–120.

夏敬源, 王月恒, 马艳, 王春义. 1995. 不同类型棉田昆虫群落调查的抽样方法研究. *棉花学报*, 7(3): 179–183.

杨国正, 展茗, 杨长举, 骆炳山. 2005. Bt 转基因抗虫棉田昆虫群落结构研究. *湖北农业科学*, (5): 53–56.

曾华兰, 何炼, 叶鹏盛, 刘朝辉, 韦树谷, 张骞方. 2009. 四川棉区转基因抗虫棉对棉田昆虫群落的影响. *西南农业学报*, 22(3): 632–635.

张永军, 吴孔明, 彭于发, 郭予元. 2002. 转抗虫基因植物生态安全性研究进展. *昆虫知识*, 39(5): 321–327.

张卓, 黄文坤, 刘茂炎, 彭德良, 刘二明. 2011. 转基因耐草甘膦大豆对豆田节肢动物群落多样性的影响. *植物保护*, 37(6): 115–119.

赵志模, 郭依泉. 1990. *群落生态学原理与方法*. 重庆: 科学技术出版社重庆分社.

James C. 2011. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops*: 2011. ISAAA Brief No. 43. ISAAA: Ithaca, NY.

Mcpherson R M, Johnson W C, Mullinix B G Jr, Mills W A and Peebles F S. 2003. Influence of herbicide tolerant soybean production systems on insect pest-induced crop damage. *Journal Economic Entomology*, 96: 690–698.

Taylor C. 1999. Monarch butterflies maybe threatened in their North American range. *Environmental Review*, 6(4): 1–9.

(责任编辑:杨郁霞)

