

# 转 *PCD* 基因棉花对棉田主要病害、虫害及天敌的影响

## Effects of the *PCD* transgenic cotton on cotton main diseases, pests and natural enemies of insects

冯自力 李志芳 师勇强 赵丽红 朱荷琴\*

(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)

Feng Zili Li Zhifang Shi Yongqiang Zhao Lihong Zhu Heqin\*

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

目前,利用转基因技术获得抗病品种,成为解决棉花黄萎病暴发危害的最具前景的途径之一(朱荷琴等,2011)。随着转基因抗病棉花的推广,其安全性评价已成为亟待解决的问题。中国农业科学院棉花研究所转基因课题组将细胞程序化死亡(programmed cell death, PCD)相关基因导入棉花,获得转 *PCD* 基因株系,本试验以该株系 08KB06 为对象,研究其对主要病害、虫害及天敌发生的影响,拟为建立转基因抗病棉花的安全评价标准提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

转 *PCD* 基因棉花株系 08KB06,基因已达纯合,并进入环境释放阶段;受体材料为中 99668 和转 *Bt* 棉花品种冀棉 228,均由中国农业科学院棉花研究所转基因课题组提供。

#### 1.2 方法

2011 和 2012 年在本单位棉花黄萎病重病田进行试验。每品种 4 次重复,随机排列,每重复 8 行区,行长 8 m,小区面积为 51.2 m<sup>2</sup>,每行留苗 36 株。于出苗后每 3 d 调查 1 次死苗数,直至不再死苗为止,计算死苗率;角斑病、枯萎病、黄萎病和早衰病分别于发病高峰期调查,并计算病情指数,病情指数 =  $\Sigma(\text{相应病级} \times \text{相应病级病株数}) / (\text{总株数} \times 4) \times 100$ ;铃病于 9 月上旬调查,每小区随机调查 25 株的单株总铃数和烂铃数,计算烂铃率。棉花出苗至吐絮,每 7 d 调查 1 次害虫及天敌数量。苗期蚜虫和成株期棉盲蝽为害严重时,根据为害症状分级调查(冯自力等,2013)。利用 SAS 9.1 软件进行数据处理,采用最小显著差异法(LSD)进行差异显著性

检验。

### 2 结果与分析

#### 2.1 转 *PCD* 基因对棉花主要病害的影响

在重病田,转 *PCD* 基因株系 08KB06 上,黄萎病 2 年的平均病情指数分别为 23.2 和 10.5,显著低于中 99668(36.4 和 21.9);角斑病的病情指数连续 2 年显著低于中 99668;苗病死苗率高于受体品种,枯萎病、叶斑病的病情指数和早衰病的早衰指数与中 99668 相当,无显著差异;铃病烂铃率 2 年平均值比中 99668 低 36.3%,差异不显著(表 1)。

#### 2.2 转 *PCD* 基因对棉花主要害虫的影响

转基因株系 08KB06 连续 2 年的苗蚜危害指数(25.0 和 22.5)显著低于中 99668(38.3 和 38.0),与冀棉 228 相当(27.5 和 26.6),2 年伏蚜发生量、棉铃虫落卵量,以及红蜘蛛、白粉虱和蓟马数量均与 2 个受体品种差异不显著,而 2~4 代棉铃虫幼虫发生量均比中 99668 低,但差异不显著;棉盲蝽危害指数 2 年均显著低于中 99668,平均减轻 47.8%。

#### 2.3 转 *PCD* 基因对棉田主要天敌的影响

转基因株系 08KB06 上瓢虫和草蛉的卵、幼虫和成虫数量,及小花蝽和蜘蛛数量均多于中 99668 和冀棉 228(除 2011 年小花蝽),但差异不显著。

### 3 讨论

本试验连续 2 年的研究结果表明转 *PCD* 基因能显著提高棉花对黄萎病的抗性,且可以稳定遗传,这为棉花抗黄萎病育种提供了材料;而对枯萎病、早衰病、叶斑病和铃病无显著影响,与转双价抗病基因

表 1 转 *PCD* 基因棉花株系主要病害、虫害和天敌的发生情况

| Table 1 Occurrence of main diseases, pests and natural enemies of insects on transgenic <i>PCD</i> cotton line 08KB06 |          |       |                      |                      |                          |                        |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|----------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 调查对象                                                                                                                  |          | 指标    | 08KB06               |                      | 中 99668 Zhong 99668      |                        | 冀棉 228 Jimian 228      |
| Symptom surveyed                                                                                                      |          | Index | 2011                 | 2012                 | 2011                     | 2012                   | 2011                   |
|                                                                                                                       |          |       |                      |                      |                          |                        | 2012                   |
| 黄萎病 Verticillium wilt                                                                                                 |          | DI    | 23.2 ± 5.6 b         | 10.5 ± 2.3 b         | 36.4 ± 2.5 a             | 21.9 ± 4.4 a           | 30.6 ± 0.9 a           |
| 枯萎病 Fusarium wilt                                                                                                     |          | DI    | 1.2 ± 1.9 a          | 2.0 ± 2.0 a          | 1.1 ± 1.3 a              | 3.3 ± 1.9 a            | 2.8 ± 2.3 a            |
| 苗病 Seedling disease                                                                                                   |          | SM    | 45.3 ± 8.6 a         | 32.6 ± 8.1 a         | 25.5 ± 8.1 b             | 15.3 ± 4.6 b           | 32.7 ± 8.6 ab          |
| 角斑病 Angular leaf spot                                                                                                 |          | DI    | 1.7 ± 0.1 c          | 0.6 ± 0.1 c          | 8.0 ± 1.2 a              | 8.5 ± 1.4 a            | 5.8 ± 1.3 b            |
| 叶斑病 Leaf spot disease                                                                                                 |          | DI    | 29.6 ± 9.5 a         | 34.5 ± 8.9 a         | 29.9 ± 7.8 a             | 36.5 ± 7.6 a           | 22.9 ± 7.5 a           |
| 早衰病 Premature senility                                                                                                |          | DI    | 34.6 ± 3.7 a         | 37.7 ± 7.9 ab        | 30.6 ± 1.3 a             | 32.8 ± 4.0 b           | 31.1 ± 4.0 a           |
| 铃病 Boll rot                                                                                                           |          | BR    | 10.9 ± 4.2 ab        | 16.2 ± 7.7 a         | 19.7 ± 7.5 a             | 22.8 ± 3.1 a           | 9.6 ± 2.9 b            |
| 苗蚜 Bud aphid                                                                                                          |          | HI    | 25.0 ± 1.6 b         | 22.5 ± 3.4 b         | 38.3 ± 7.2 a             | 38.0 ± 4.7 a           | 27.5 ± 2.0 b           |
| 伏蚜 Summer aphid                                                                                                       |          | N     | 4 124.0 ±<br>277.2 a | 2 762.5 ±<br>960.1 a | 14 253.3 ±<br>12 787.8 a | 4 387.5 ±<br>1 252.7 a | 4 762.0 ±<br>2 511.2 a |
| 棉铃虫卵                                                                                                                  | G2       | N     | 13.3 ± 3.8 a         | 177.5 ± 13.2 a       | 6.7 ± 6.8 a              | 163.0 ± 31.4 a         | 8.0 ± 3.3 a            |
| Bollworm egg                                                                                                          | G3       | N     | 4.0 ± 5.7 a          | 119.0 ± 27.0 a       | 6.7 ± 3.8 a              | 75.0 ± 45.7 ab         | 0.0 ± 0.0 a            |
|                                                                                                                       | G4       | N     | 0.0 ± 0.0 a          | 67.5 ± 23.8 a        | 0.0 ± 0.0 a              | 65.0 ± 41.5 a          | 0.0 ± 0.0 a            |
| 棉铃虫幼虫                                                                                                                 | G2       | N     | 0.0 ± 0.0 a          | 9.0 ± 7.7 ab         | 2.7 ± 3.8 a              | 21.5 ± 7.4 a           | 0.0 ± 0.0 a            |
| Bollworm larva                                                                                                        | G3       | N     | 0.0 ± 0.0 a          | 2.0 ± 2.0 a          | 6.7 ± 9.4 a              | 11.0 ± 9.2 a           | 3.3 ± 4.7 a            |
|                                                                                                                       | G4       | N     | 0.0 ± 0.0 a          | 0.0 ± 0.0 a          | 23.3 ± 18.9 a            | 5.0 ± 5.0 a            | 3.3 ± 4.7 a            |
| 盲蝽象 Cotton lygus                                                                                                      |          | HI    | 24.2 ± 2.9 b         | 19.1 ± 12.1 b        | 42.5 ± 8.0 a             | 40.2 ± 8.2 a           | 28.3 ± 2.1 b           |
| 红蜘蛛 Red spider                                                                                                        |          | N     | 93.3 ± 20.7 a        | 200.5 ± 97.2 a       | 74.7 ± 26.6 a            | 142.0 ± 25.0 a         | 92.0 ± 19.9 a          |
| 白粉虱 Whitefly                                                                                                          |          | N     | 323.3 ± 33.0 a       | 435.0 ± 117.1 a      | 230.0 ± 53.5 a           | 365.0 ± 96.0 a         | 333.3 ± 57.3 a         |
| 蓟马 Thrips                                                                                                             |          | N     | 1 116.7 ±<br>471.4 a | 869.0 ±<br>304.5 a   | 1 766.7 ±<br>740.9 a     | 1 100.0 ±<br>406.0 a   | 1 670.0 ±<br>374.8 a   |
|                                                                                                                       |          |       |                      |                      |                          |                        | 491.3 a                |
| 瓢虫 卵 Egg                                                                                                              |          | N     | 142.7 ± 66.0 a       | 92.5 ± 110.3 a       | 36.0 ± 42.7 a            | 12.5 ± 21.7 a          | 81.3 ± 59.4a           |
| Ladybug                                                                                                               | 幼虫 Larva | N     | 166.7 ± 37.7 a       | 25.0 ± 43.3 a        | 146.7 ± 68.5 a           | 0.0 ± 0.0 a            | 123.3 ± 75.9 a         |
|                                                                                                                       | 成虫 Adult | N     | 9.3 ± 3.8 a          | 33.0 ± 4.4 a         | 5.7 ± 1.2 a              | 24.0 ± 28.1 a          | 14.7 ± 8.2 a           |
| 草蛉 卵 Egg                                                                                                              |          | N     | 163.3 ± 18.9 a       | 39.0 ± 4.4 a         | 93.3 ± 46.4 a            | 52.0 ± 21.0 a          | 116.7 ± 4.7 a          |
| Lacewing                                                                                                              | 幼虫 Larva | N     | 12.0 ± 5.7 a         | 10.0 ± 10.0 a        | 5.3 ± 5.0 a              | 5.0 ± 5.0 a            | 6.7 ± 6.8 a            |
|                                                                                                                       | 成虫 Adult | N     | 23.3 ± 4.7 a         | 20.0 ± 10.0 a        | 16.7 ± 9.4 a             | 10.0 ± 7.1 a           | 23.3 ± 9.4 a           |
| 小花蝽 Minute pirate bug                                                                                                 |          | N     | 123.3 ± 33.0 a       | 110.0 ± 32.1 a       | 116.7 ± 38.6 a           | 106.0 ± 15.6 a         | 153.3 ± 26.2 a         |
| 蜘蛛 Spider                                                                                                             |          | N     | 43.3 ± 9.4 a         | 14.0 ± 4.5 a         | 23.3 ± 12.5 a            | 12.0 ± 7.5 a           | 36.7 ± 12.5 a          |

表中数据为平均数 ± 标准差。同行相同年份间不同字母表示经 LSD 法检验在  $P < 0.05$  水平差异显著。DI: 病情指数; SM: 死苗率; BR: 烂铃率; HI: 危害指数; N: 百株虫数或百株卵数; G2: 2 代; G3: 3 代; G4: 4 代。Data are mean ± SD. Different letters in the same row of same year indicate significant difference at  $P < 0.05$  level by LSD test. DI: Disease index; SM: seedling mortality; BR: boll rot rate; HI: hazard index; N: number of insects or eggs per 100 plants; G2: 2nd generation; G3: 3rd generation; G4: 4th generation.

(*Chi + Glu*) 棉花不尽相同(冯自力等,2013),可能与导入的目的基因及作用机理不同有关,有待进一步研究。本试验中,转 *PCD* 基因棉花与受体品种相比,苗蚜和棉盲蝽的发生为害显著减轻,对伏蚜、棉铃虫等害虫及天敌均无显著影响,说明转 *PCD* 基因棉花对棉田昆虫的影响较小或无影响。此外,冀棉 228 为转 Bt 棉花,对棉田害虫的影响与转 *PCD* 基因棉花无显著差异,可能 *PCD* 基因的导入对蚜虫和盲蝽象有一定的控制作用,其机理有待进一步研究。

参 考 文 献 (References)

Feng ZL, Li ZF, Shi YQ, Zhao LH, Zheng HS, Zhu HQ. 2013.

Effect of transgene (*Chi + Glu*) on cotton main diseases, pests and natural enemy of insects. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 22(12): 62 – 67 (in Chinese) [冯自力, 李志芳, 师勇强, 赵丽红, 郑鋆爽, 朱荷琴. 2013. 转双价几丁质酶和葡聚糖酶基因对棉花主要病虫害及天敌发生的影响. *西北农业学报*, 22(12): 62 – 67]

Zhu HQ, Feng ZL, Li ZF, Zhao LH, Shi YQ, Yin ZX. 2011. Verticillium wilt resistance of a transgenic cotton line with chitinase and glucanase genes. *Cotton Science*, 23(1): 58 – 63 (in Chinese) [朱荷琴, 冯自力, 李志芳, 赵丽红, 师勇强, 尹志新. 2011. 转几丁质酶和葡聚糖酶双价基因棉花株系对黄萎病的抗性. *棉花学报*, 23(1): 58 – 63]

(责任编辑:李美娟)