

## 滨海盐碱地不同抗虫棉品种的产量和熟相及去早果枝的效应

张冬梅,董合忠\*,唐薇,李维江

(山东棉花研究中心 山东省棉花栽培生理重点实验室,济南 250100)

**摘要:**为探讨不同抗虫棉品种在滨海盐碱地的产量和熟相及其对去早果枝的反应,以早发型(鲁棉研 17、21)、晚发型(鲁棉研 18、22)抗虫棉和两者的 F<sub>1</sub> 杂交种(01H00、01H01)为材料,于 2006—2007 年在东营市盐碱棉田进行了试验观察。结果表明,早发型和晚发型抗虫棉品种间的早熟性和熟相存在显著差异,两者的杂交种在 2006 和 2007 年分别比常规种增产 5.7%~14.5%和 4.7%~6.8%,并表现出较好的熟相。早发型常规抗虫棉去早果枝增产 5.6%~8.4%,早衰得到延缓;晚发型常规抗虫棉去早果枝减产 9.3%~13.1%,表现晚熟。利用不同熟相类型的常规抗虫棉配置杂交组合以及对早发抗虫棉品种去早果枝都是延缓早衰、提高盐碱地棉花产量的有效途径。

**关键词:**滨海盐碱地;抗虫棉;去早果枝;皮棉产量;早衰

中图分类号:S562 文献标识码:A

文章编号:1002-7807(2008)06-0431-05

## Yield and Maturity Performance of Bt Transgenic Cotton Varieties and Their Response to Removal of Early Fruiting Branches in a Coastal Saline Field

ZHANG Dong-mei, DONG He-zhong\*, TANG Wei, LI Wei-jiang

(Cotton Research Center, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Shandong Provincial Key Lab for Cotton Culture and Physiology, Jinan 250100, China)

**Abstract:** Our previous report has indicated that current Bt transgenic cotton varieties can be divided into two types, the early-developed (ED) and the late-developed type (LD), according to their maturity performance. In the present experiments, cotton cultivars, SCR 17 or SCR 21 (ED type), SCR 18 or SCR 22 (LD type), and 01H00 or 01H01 (hybrids of the two types) were planted in a coastal saline field in Dongying in 2006 and 2007. The effects of removal of early fruiting branches (EFB) on yield and maturity performance were examined. It was shown that, there existed significant differences between ED and LD cotton in earliness and maturity performance. Hybrids (ED × LD) produced 5.7%~14.5% and 4.7%~6.8% more lint in 2006 and 2007, respectively, and exhibited better maturity performance than ED and LD. Removal of EFB increased lint yields by 5.6%~8.4% and considerably delayed premature senescence in the ED type, but lint yield of the LD type was decreased by 9.3%~13.1% with EFB removal and maturity was delayed. It was concluded that planting hybrids of ED × LD and EFB removal for early-developed cotton plants might be potential ways to delay premature senescence and increase yield of cotton in saline fields.

**Key words:** coastal saline field; Bt transgenic cotton; removal of fruiting branch; lint yield; premature senescence

收稿日期:2008-04-17 作者简介:张冬梅(1971-),女,农艺师;\* 通讯作者:donghz@saas.ac.cn

基金项目:山东省农业科学院高技术自主创新基金(2006YCX009)和青年科研基金(2005YQ002,070201-3-9)

山东是全国盐碱地面积最大的省份之一,有滨海盐碱地和内陆盐碱地两大类型,主要分布在棉花主产区<sup>[1]</sup>。利用棉花耐盐性强的特点,开发盐碱地特别是黄河三角洲地区的滨海盐碱地植棉,并不断提高现有盐碱棉田的棉花产量,是全面提升山东棉花生产水平的重要途径。但是,滨海盐碱地种植的棉花不仅受盐离子的毒害,还常常遭受渍涝、养分不平衡等的影响,导致早衰减产<sup>[2-3]</sup>。推广普及抗虫棉以来,滨海盐碱地棉花早衰更为严重,而且烂铃也很普遍,限制了棉花产量和品质的提高。早衰是在有效的生长季节内棉株体过早终止生命活动的一种异常生育现象,与棉株体的库源关系、根冠关系不协调有关<sup>[4-5]</sup>,并因品种(基因型)而异,受环境条件和栽培措施的影响<sup>[6-7]</sup>。我们在内陆非盐碱地的研究表明,去早果枝是调节棉花库源关系、缓解棉花后期早衰的有效手段<sup>[8]</sup>。但关于去早果枝对盐碱地棉花的效应尚不清楚。本文以4个常规抗虫棉品种及其杂交种( $F_1$ )为材料,研究了不同抗虫棉品种在滨海盐碱地的产量、早熟性、熟相表现以及去早果枝的效应。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地点和品种

田间试验于2006年和2007年在胜大集团农业公司棉花大田(东营市东营区)进行。2006年春季试验田取土样(20 cm)测定,土壤含有机质 $9.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,碱解氮 $42.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,有效磷 $20.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,有效钾 $123.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。电导法测定含盐量 $0.37\%$ 。

按照前文<sup>[6]</sup>对常规抗虫棉品种生产类型的划分,2006年选用早发型常规棉鲁棉研17、晚发型常规棉鲁棉研18及二者的杂交种01H00;2007年选用早发型常规棉鲁棉研21、晚发型常规棉鲁棉研22以及二者的杂交种01H01。

### 1.2 试验设计和田间管理

两年皆采用裂区设计,品种(组合)为主区,裂区为整枝(包括去早果枝和留早果枝,去早果枝的处理于6月20日前后打掉基部2个果枝),重复3次。每个裂区的小区面积 $38.4 \text{ m}^2$ ,行长8 m,6行区,行距80 cm,密度为 $4.5 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

按照当地水源安排,2006年于3月16日灌淡水压盐,待压盐水消退后于表层撒施复合肥(18% N、18%  $\text{P}_2\text{O}_5$ 、18%  $\text{K}_2\text{O}$ )  $1200 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,随

即耕翻耙平,4月26日采用人工点播,播种后盖膜。2007年于3月10日灌淡水压盐,压盐水消退后于表层撒施同样的复合肥 $900 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,随即耕翻耙平,于4月23日采用小型播种机条播各品种(组合)后盖膜。出苗后放苗,在2叶期定苗。所有试验田在初花期追施尿素 $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,以后不再追肥。中耕、整枝、浇水、排水、化控和治虫等管理措施按照当地传统和习惯进行。

### 1.3 数据采集和分析

在8月底或9月初,目测各个小区的熟相,根据叶片数、叶色和衰老表现,将棉株分为严重贪青、贪青、正常、早衰和严重早衰5个等级,分别用数字1、2、3、4、5表示和量化。每个小区随机选10株棉花,取平均值来表示熟相。

9月上旬棉花吐絮初期每小区在中间两行定20株棉花,计数铃数(仅指有效铃);分3次收获中间两行的棉花计产,室内轧花后,计算出铃重、衣分和皮棉产量;以前两次收获子棉占总子棉的质量百分比表示早熟性。

所得数据用DPS软件<sup>[9]</sup>分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 产量和产量构成

滨海盐碱地种植的抗虫棉品种在产量上有显著差异,杂交种的产量显著高于常规种。其中,2006年杂交种01H00比常规种鲁棉研17和鲁棉研18分别增产 $5.7\%$ 和 $14.5\%$ (表1);2007年杂交种01H01比常规种鲁棉研21和鲁棉研22分别增产 $4.7\%$ 和 $6.8\%$ (表2)。抗虫棉品种在产量构成上也有显著差异,并因年份而变化。其中,变幅最大的是铃数,其次是铃重。

总体来看,去早果枝对皮棉产量和产量构成因素没有显著影响,但两年试验去早果枝与品种都存在显著的互作效应。2006年,鲁棉研17去早果枝比留早果枝的增产 $5.6\%$ ,鲁棉研22去早果枝比留早果枝的减产 $9.3\%$ ,杂交种01H01去早果枝比留早果枝的增产 $4.7\%$ (表1);2007年各类品种的产量表现与上年度大体相同,鲁棉研21去早果枝比留早果枝的增产 $8.4\%$ ,鲁棉研22去早果枝比留早果枝的减产 $13.1\%$ ,杂交种01H01去早果枝与留早果枝的产量无显著差异(表2)。这说明早发类型品种去早果枝有利,晚发型品种去早果枝则不利,杂交棉所受影响不大。

表 1 2006 年抗虫棉品种的产量和熟相表现及去早果枝的效应  
Table 1 Yield and maturity performance of various Bt cotton varieties and their response to removal of early fruiting branches in 2006

处 理	皮棉产量 /(kg·hm <sup>2</sup> )	铃数/ (个·m <sup>2</sup> )	铃重 /g	衣分 /%	早熟性* /%	熟相
品种						
鲁棉研 17	1648b	80.2a	4.90c	42.15a	95.53a	3.8a
鲁棉研 18	1522c	74.5b	5.31b	38.63c	91.25c	2.9b
01H00	1742a	74.0b	5.73a	41.13b	94.63b	3.4ab
整枝						
留果枝	1634a	75.3a	5.34	40.70a	94.01a	3.7a
去果枝	1641a	77.1a	5.28	40.57a	93.60a	3.1b
品种×整枝						
鲁棉研 17/留果枝	1603c	75.1bc	5.05bc	42.27a	95.27ab	4.3a
鲁棉研 17/去果枝	1693b	85.2a	4.74c	42.03a	95.80a	3.3bc
鲁棉研 18/留果枝	1596c	78.2b	5.28abc	38.71b	91.83c	3.2bc
鲁棉研 18/去果枝	1447d	70.7c	5.34abc	38.55b	90.67d	2.7c
01H00/留果枝	1702b	72.7bc	5.70a	41.12a	94.93ab	3.7ab
01H00/去果枝	1782a	75.2bc	5.76a	41.14a	94.33b	3.1bc
P 值						
品种	0.0049	0.0139	0.0053	0.0013	0.0001	0.0143
整枝	0.5059	0.2873	0.6970	0.2431	0.1455	0.0087
品种×整枝	0.0001	0.0029	0.5464	0.9278	0.0633	0.5371

\* 前两次收花的比例,下同。同列同一项目的数字标注不同字母者表示差异显著(p=0.05),下同。

表 2 2007 年抗虫棉品种的产量和熟相表现及去早果枝的效应  
Table 2 Yield and maturity performance of various Bt cotton varieties and their response to removal of early fruiting branches in 2007

处 理	皮棉产量 /(kg·hm <sup>2</sup> )	铃数 /(个·m <sup>2</sup> )	铃重 /g	衣分 /%	早熟性* /%	熟相
品种						
鲁棉研 21	1679ab	77.3a	5.72a	39.3c	93.6a	3.7a
鲁棉研 22	1646b	70.1b	5.73a	40.3a	90.4b	2.5c
01H01	1758a	78.2a	5.63a	39.9b	94.0a	2.9b
整枝						
留果枝	1719a	75.3a	5.76a	39.8a	93.2a	3.3a
去果枝	1669a	75.1a	5.62a	39.9a	92.1b	2.8b
品种×整枝						
鲁棉研 21/留果枝	1611bc	82.8a	5.22b	39.2c	93.8ab	4.0a
鲁棉研 21/去果枝	1746a	71.7b	6.23a	39.4c	93.3ab	3.3b
鲁棉研 22/留果枝	1761a	66.4c	6.27a	40.1ab	91.9b	2.8c
鲁棉研 22/去果枝	1530c	73.9ab	5.18b	40.5a	88.8c	2.2d
01H01/留果枝	1784a	76.8ab	5.80ab	40.1ab	93.8ab	3.0bc
01H01/去果枝	1731a	79.6a	5.45ab	39.7bc	94.2a	2.8c
P 值						
品种	0.0552	0.0193	0.9248	0.0001	0.0002	0.0001
整枝	0.1699	0.9128	0.5359	0.6478	0.0457	0.0011
品种×整枝	0.0043	0.0117	0.0095	0.0028	0.0365	0.1560

## 2.2 早熟性

品种之间的早熟性差异显著。从前两次收获于棉占总量的比例来看,2006 年早熟性以鲁棉研 17 最好,鲁棉研 18 最差,其杂交种 01H00 介于两

者之间(表 1);2007 年鲁棉研 21 和 01H01 的早熟性显著好于鲁棉研 22,并且鲁棉研 21 和 01H01 的早熟性相当(表 2)。

整枝对早熟性的影响因品种和年份而异。

2006年度整枝对各个品种的早熟性没有影响,而且整枝与品种没有互作效应(表1);2007年度整枝对早熟性有显著的影响,且整枝与品种有显著的互作效应(表2)。对早发品种和杂交种而言,去早果枝基本不影响早熟性,但对晚发型品种而言,则会降低早熟性。

### 2.3 熟相

两年的试验结果皆表明,不同品种类型的熟相有显著差异,整枝对熟相的调节作用也非常显著(表1、2)。在未整枝的条件下,早发型品种鲁棉研17和鲁棉研21的熟相量化值分别为4.3和4.0,表现出明显的早衰熟相,去掉早果枝后,熟相量化值都降到3.3,接近正常熟相;未整枝的晚发型品种鲁棉研18和鲁棉研22的熟相量化值分别为3.2和2.8,去掉早果枝后,熟相量化值分别降为2.7和2.2,表现出贪青的熟相。说明去早果枝可以有效缓解早发类型棉花的早衰,但却引起晚发棉花的贪青晚熟。

用两类常规抗虫棉品种配置的杂交种01H00的熟相介于鲁棉研17和鲁棉研18之间,01H01的熟相则介于鲁棉研21和鲁棉研22之间。说明,通过配置杂交组合利用杂种优势,不仅是提高棉花产量的有效手段,也是促进早熟和缓解早衰的重要途径。

## 3 讨论

山东省目前推广的常规抗虫棉品种主要有早发和晚发两种类型<sup>[6]</sup>。前者出苗好,生长发育快,表现出早发早熟、易早衰的特点;后者生育进程慢,前期株高增长和干物质积累速率较低,开花以后各器官生长进程加快,具有偏晚熟、耐早衰的特性<sup>[6-7]</sup>。本文对两类品种在滨海盐碱地的试验观察结果与以前在非盐碱地的观察结果<sup>[8]</sup>基本一致。早发型品种鲁棉研17和鲁棉研21表现出早发早衰的熟相,而晚发型品种鲁棉研18和鲁棉研22表现出近乎贪青晚熟的熟相,以这4个常规抗虫棉品种配置的两个杂交组合的熟相介于两类品种之间。该结果启示我们,正常熟相是棉花高产优质的基础,由于选育高产且熟相好的常规抗虫棉品种花费时间长、难度大,利用两类不同熟相的品种配置杂交棉不失为当前缓解棉花早衰的现实途径。

前人和我们以前的研究表明,杂交棉由于光合叶面积大、光合午休弱、光合产物分配合理,因

而一般比其父本和母本显著增产<sup>[10-11]</sup>。本文在滨海盐碱地棉田也发现杂交棉比其亲本有明显的产量优势。推测其产量优势除与杂交棉在光合生产和干物质分配方面的优势有关外,与杂交棉表现出的相对较好的熟相也有密切的关系。

关于去早期生殖器官对棉花产量的影响已有许多研究报道<sup>[12-14]</sup>。牛日华等研究表明<sup>[8]</sup>,去早果枝对棉花产量和熟相的效应因品种和年份而异,早发型品种多表现不减产甚至增产,而晚发型品种则表现减产。本文在盐碱地的研究结果与以前在非盐碱地的观察结果基本一致,进一步证实去早果枝对产量的效应取决于棉花的早发程度,早发品种现蕾开花早,去早果枝后仍有较长的时间继续开花结铃,足以补偿早期蕾铃的损失,表现为不减产或增产;晚发品种现蕾开花晚,甚至贪青晚熟,去早果枝后继续开花结铃的时间较早发品种短,当不足以补偿早期蕾铃的损失时,则表现为减产。去早果枝作为一项农艺措施,具有调节棉花熟相的重要作用,适合早发品种和早发棉田。

总之,盐碱地种植杂交棉也有显著的产量优势,利用不同熟相类型的常规抗虫棉配置杂交组合是获得较好熟相、提高棉花产量有效途径;去早果枝是调节盐碱地棉花熟相的有效手段,适合早发型棉花品种,对晚发型品种要慎重。

### 参考文献:

- [1] 董合忠, 辛承松, 唐 薇, 等. 山东东营滨海盐渍棉田盐分与养分的季节性变化及对棉花产量的影响[J]. 棉花学报, 2006, 18(6): 362-366.  
DONG He-zhong, Xin Cheng-song, Tang Wei, et al. Seasonal changes of salinity and nutrients in the coastal saline soil in Dongying and their effects on cotton yield[J]. Cotton Sci, 2006, 19(2): 124-128.
- [2] 辛承松, 董合忠, 唐 薇, 等. 不同肥力滨海盐土对棉花生长发育和生理特性的影响[J]. 棉花学报, 2007, 19(2): 124-128.  
XIN Cheng-song, Dong He-zhong, TANG Wei, et al. Effects of coastal saline soils with different fertility on plant growth and development as well as physiological characteristics in cotton[J]. Cotton Sci, 2007, 18(6): 362-366.
- [3] 罗 振, 董合忠, 李维江, 等. 盐渍和涝渍对棉苗生长和叶片某些生理性状的复合效应[J]. 棉花学报, 2008, 20(3): 203-206.  
LUO Zhen, Dong He-zhong, Li Wei-jiang, et al.

- Combined effects of waterlogging and salinity on plant growth and some physiological parameters in cotton seedling leaves[J]. *Cotton Sci*, 2008, 20(3): 203-206.
- [4] WRIGHT P R. Premature senescence of cotton predominantly potassium disorder caused by an imbalance of source and sink [J]. *Plant and Soil*, 1999, 211: 231-239.
- [5] 董合忠, 李维江, 唐 薇, 等. 棉花生理性早衰研究进展[J]. *棉花学报*, 2005, 17(1): 56-60.  
DONG He-zhong, Li Wei-jiang, Tang Wei, et al. Research progress in physiological premature senescence in cotton[J]. *Cotton Sci*, 2005, 17(1): 56-60.
- [6] 李振怀, 李维江, 唐 薇, 等. 不同抗虫棉基因型的生长发育和产量表现[J]. *棉花学报*, 2005, 17(3): 155-159.  
LI Zhen-huai, Li Wei-jiang, Tang wei, et al. Plant growth and development and yield performance of various Bt cotton genotypes[J]. *Cotton Sci*, 2005, 17(3): 155-159.
- [7] 董合忠, 李维江, 唐 薇, 等. 不同抗虫棉基因型的光合生产和叶源特征[J]. *棉花学报*, 2005, 17(6): 328-333.  
DONG He-zhong, Li Wei-jiang, Tang Wei, et al. Photosynthetic production and leaf source parameters of various Bt cotton genotypes[J]. *Cotton Sci*, 2005, 17(6): 328-333.
- [8] 牛曰华, 董合忠, 李维江, 等. 去早果枝对抗虫棉产量、品质和早衰的影响[J]. *棉花学报*, 2007, 19(1): 52-56.  
NIU Yue-hua, Dong He-zhong, Li Wei-jiang, et al. Effects of removal of early fruiting branches on yield, fiber quality and premature senescence in Bt transgenic cotton[J]. *Cotton Sci*, 2007, 19(1): 52-56.
- [9] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.  
TANG Qi-Yi, Feng Ming-guang. *DPS Data Processing System for Practical Statistics*[M]. Beijing: Science Press, 2002.
- [10] 董合忠, 李维江, 李振怀, 等. 转 Bt 基因抗虫杂交棉与亲本光合能力比较[J]. *核农学报*, 2000, 14(5): 284-289.  
DONG He-zhong, Li Wei-jiang, LI Zhen-huai, et al. Comparative studies on the intensity of photosynthesis between Bt transgenic hybrid cotton and its parents[J]. *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica*, 2000, 14(5): 284-289.
- [11] 陈德华, 王兆龙, 吴云康, 等. 转 Bt 基因抗虫杂交棉光合生产及干物质分配特点研究[J]. *棉花学报*, 1998, 10(1): 33-37.  
CHEN De-Hua, Wang Zhao-Long, Wu Yun-kang, et al. Photosynthetic production and dry matter partition in transgenic Bt hybrid cotton[J]. *Cotton Sci*, 1998, 10(1): 33-37.
- [12] DONG H Z, Li W J, Tang W, et al. Heterosis in yield, endotoxin expression and some physiological parameters in Bt transgenic cotton [J]. *Plant Breeding*, 2007, 126, 169-175.
- [13] SADRAS V O. Compensatory growth in cotton after loss of reproductive organs[J]. *Field Crops Res*, 1995, 40: 1-18.
- [14] 邓绍华, 蒋国柱, 潘晓康. 棉花摘除早蕾后的生育、生理效应及优质增产机理研究[J]. *作物学报*, 1991, 17(6): 401-408.  
DENG Shao-hua, Jiang Guo-zhu, Pan Xiao-kang. Physiological and developmental effect of cotton plants after early square removing and the mechanism of yield increase and good quality[J]. *Acta Agronomica Sinica*, 1991, 17(6): 401-408. ●