



## 矮秆陆地棉陆矮 1 号主茎顶芽几种激素含量研究

刘爱玉, 陈金湘\*, 李瑞莲, 易九红, 冯正锐

(湖南农业大学农学院, 长沙 410128)

**摘要:**在棉花株高建成的初蕾到盛花期,研究了陆地棉矮秆品系陆矮 1 号与高秆对照 TM-1 及其杂种  $F_1$  顶芽内源激素含量变化。结果表明:各时期陆矮 1 号顶芽中  $GA_3$  和 IAA 含量均低于 TM-1 和  $F_1$ , 盛蕾期顶芽  $GA_3$  含量分别仅为 TM-1 和  $F_1$  的 28.37% 和 31.04%, 初花期 IAA 含量分别是 TM-1 和  $F_1$  的 61.20% 和 52.76%; 陆矮 1 号和  $F_1$  顶芽 Z 含量最高值出现在初蕾期, 随后下降, 较 TM-1 早 15 d; 陆矮 1 号顶芽 ABA 含量除初蕾期与其它品种无显著差异外, 其余时期均最高, 在盛蕾期、初花期和盛花期分别比 TM-1 高 26.7%、32.4%、132.5%, 比  $F_1$  高 129.1%、87.5%、37.4%。

**关键词:**棉花; 矮秆; 顶芽; 激素

**中图分类号:** S562.01 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-7807(2009)03-0248-04

## Endogenous Hormone Contents in Apical Buds of Short-stalked Cotton Lu-ai No. 1

LIU Ai-yu, CHEN Jin-xiang\*, LI Rui-lian, YI Jiu-hong, FENG Zheng-rui

(College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** The endogenous hormones contents of a dwarf cotton (*Gossypium hirsutum* L.) line Lu-ai-1, standard line, TM-1, and their hybrid  $F_1$  at different growth stages were presented in the paper. The result showed that the  $GA_3$  and IAA contents in apical buds of Lu-ai-1 at different growth stages were lower than that of TM-1 and  $F_1$ , and the  $GA_3$  content in apical buds of Lu-ai-1 at peak squaring stage was only about 28.37% and 31.04% of TM-1 and  $F_1$ , and IAA at first flowering stage was 61.20% and 52.76% of TM-1 and  $F_1$ , respectively. The maximal Z content in apical buds of Lu-ai-1 and  $F_1$  was reached at the beginning of squaring, and then decreased gradually, which was 15 days earlier than that of TM-1. The ABA content in apical buds of Lu-ai-1 decreased rapidly after peak squaring stage, but still kept the highest level compared with that of TM-1 and  $F_1$ , and the ABA content was 26.7%, 32.4%, 132.5% higher than that of TM-1, and 129.1%, 87.5%, 37.4% higher than that of  $F_1$  at peak squaring stage, first flowering stage and peak flowering stage, respectively.

**Key words:** cotton; short-statured line; apical bud; endogenous hormones

我国陆地棉矮秆资源较少,1988 年中国科学院棉花研究所对 3500 多份陆地棉材料进行分类,将株高在 30~50 cm 的徐州 142 矮生、红槿矮、矮红株等作为棉花矮秆类品种<sup>[1]</sup>。2001—2004 年中棉所收集到表现不同特点棉花矮化突变材料 7 份,株高在 20~50 cm 之间<sup>[2-4]</sup>。何鉴星

等<sup>[5]</sup>、陈旭升等<sup>[6]</sup>分别研究了陆地棉矮秆突变体和超矮秆突变性状的遗传规律。Abzalov M F 等<sup>[7]</sup>研究了外施  $GA_3$  对一染色单体缺失的棉花矮秆突变体 L-691 (2n=51) 株高增长的影响,认为促进作用较小。陈旭升等<sup>[6]</sup>对超矮 1 号外施  $GA_3$ , 株高增长明显,停止施用  $GA_3$  则株高停止

收稿日期: 2008-06-18

作者简介: 刘爱玉(1965-),女,博士,lay8155@163.com; \* 通讯作者, jinxiangc@163.com

基金项目: 湖南省自然科学基金(06JJ20051, 08JJ3079)

生长。对陆地棉矮秆类型激素含量的研究较少,但在水稻等作物中研究较多,绝大多数矮秆植株体内源 GA 和 IAA 含量一般都较其野生型少<sup>[8-13]</sup>,但有的矮秆类型较高秆品种含量更高<sup>[8-9]</sup>。

湖南农业大学棉花研究所利用从国外引进的种质资源,选育出苗期生长正常,现蕾后株高生长明显较其它品种慢,最终株高在 50~80 cm 之间,结铃性好,纤维品质优异,抗病性强的矮秆品系“陆矮 1 号”。为了明确陆矮 1 号矮化特性与激素的关系,本试验以正常株高品种 TM-1 为对照,在株高建成的关键时期,研究了高、矮秆品种及其杂种 F<sub>1</sub> 顶芽激素含量的动态变化,以期为陆地棉品种矮化机理提供参考依据。

## 1 材料和方法

矮秆陆地棉品系陆矮 1 号,由湖南农业大学棉花研究所提供;陆地棉遗传标准系 TM-1,由中国棉花研究所种质资源库提供;2005 年在湖南农业大学配制 TM-1×陆矮 1 号杂交组合 F<sub>1</sub>。2006 年顺序种植 TM-1、陆矮 1 号及 F<sub>1</sub> 各 60 株,吐絮初期(8 月 15 日)测得株高分别为 121.37 cm、61.17 cm、106.70 cm,并制(TM-1×陆矮 1 号)。F<sub>1</sub> 种子用于 2007 年激素含量测定。

试验于 2007 年在湖南农业大学校内科研基地进行。漂浮育苗移栽<sup>[14]</sup>,4 月 20 日播种,5 月 15 日移栽。分别于初蕾期(6 月 15 日)、盛蕾期(6 月 30 日)、初花期(7 月 15 日)、盛花期(7 月 30 日)上午 8:00—9:00 取主茎顶芽于低温冰壶内,每个品种取 3 次重复样品。迅速带回实验室后,用镊子去掉幼蕾,准确称取鲜样 5.0000 g(精确到 0.1 mg),用棉纱布包好立即放入液氮中处理 2~3 min,然后将样品在遮光条件下进行真空冷冻干燥,待样品充分干燥后密封放入-60℃超低温冰箱中保存待测。按照王若仲等<sup>[15]</sup>的方法,采用高效液相色谱外标法分别定量测定生长素(IAA)、赤霉素(GA<sub>3</sub>)、脱落酸(ABA)、玉米素(Z)含量。样品用 80% 甲醇浸提,真空冷冻离心浓缩除去甲醇,经聚乙烯吡咯烷酮(PVP)柱和二乙基氨基乙基交联葡聚糖凝胶(DEAE sephadex A-25)柱过滤后,以 C18 Sep-pak 小柱(Classical, Waters 公司生产)分别收集细胞分裂素类激素和酸性激素。色谱测试条件为:Waters C18 反相柱(416 mm i. d. ×250 mm, 5 μm),柱温 35℃;流动相

为甲醇:水:乙酸(体积比为 45:5412:018)溶液,流速 110 mL·min<sup>-1</sup>,进样量 20 μL,检测波长 254 nm。

## 2 结果与分析

### 2.1 赤霉素(GA<sub>3</sub>)含量动态变化

随生长发育进程,陆矮 1 号、TM-1 及其 F<sub>1</sub> 棉株顶芽 GA<sub>3</sub> 含量发生变化(图 1)。TM-1 和 F<sub>1</sub> 变化趋势一致。初蕾期到盛蕾期 GA<sub>3</sub> 含量增加,盛蕾期达最大值后急剧下降,初花期达最低后又呈上升趋势。而陆矮 1 号顶芽 GA<sub>3</sub> 含量(鲜重)初蕾期最高,为 223.86 ng·g<sup>-1</sup>,盛蕾期含量最低,之后呈上升趋势,GA<sub>3</sub> 含量低谷比 TM-1 和 F<sub>1</sub> 提前 15 d。从绝对含量看,陆矮 1 号顶芽 GA<sub>3</sub> 含量始终低于 TM-1 和 F<sub>1</sub>,尤其是盛蕾期,分别只有 TM-1 和 F<sub>1</sub> 顶芽 GA<sub>3</sub> 含量的 28.37% 和 31.04%,而此时正是棉花主茎伸长最快的时期,GA<sub>3</sub> 含量不足可能是陆矮 1 号主茎生长缓慢的原因之一。

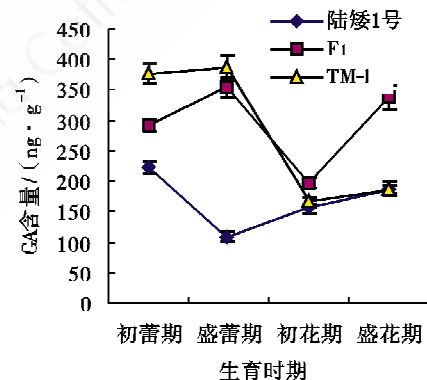


图 1 陆矮 1 号、TM-1 及其杂种 F<sub>1</sub> 植株顶芽 GA<sub>3</sub> 含量在不同生育时期的差异

Fig. 1 GA<sub>3</sub> content in apical buds of cotton lines Lu-ai-1, TM-1 and hybrid F<sub>1</sub> at different growth stages

### 2.2 生长素含量动态变化

由图 2 可见,陆矮 1 号的顶芽 IAA 含量蕾期与 TM-1 及 F<sub>1</sub> 无显著差异,花铃期显著低于 TM-1,只有 TM-1 的 60.68%。而 F<sub>1</sub> 顶芽的 IAA 含量盛蕾期后急剧上升至最高,初花期 IAA 含量鲜重达到 379.179 ng·g<sup>-1</sup>,高于 TM-1 的含量,是陆矮 1 号同时期顶芽 IAA 含量的 1.9 倍,此后急剧下降至蕾期的水平,含量只有 TM-1 同期顶芽 IAA 含量的 40.56%,甚至低于陆矮 1 号同期的水平,其原因有待进一步明确。这与 F<sub>1</sub> 后期生长减慢,最终株高显著低于 TM-1 可能有一定关系。

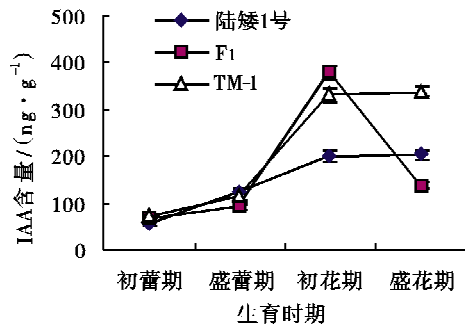


图2 陆矮1号、TM-1及其杂种F<sub>1</sub>植株顶芽 IAA含量在不同生育时期的差异

Fig. 2 IAA content in apical buds of cotton lines Lu-ai-1, TM-1 and hybrid F<sub>1</sub> at different growth stages

### 2.3 玉米素含量动态变化

玉米素(Z)是普遍存在于植物中的一种细胞分裂素,对细胞的伸长有阻碍作用,控制顶端优势,促进细胞的横向扩张。由图3可见,现蕾初期陆矮1号和F<sub>1</sub>顶芽的Z含量显著高于TM-1,分别高74.1%和69.3%,而在盛蕾期则显著低于TM-1的含量,分别低79.2%和151.8%。陆矮1号及其与高秆亲本的杂种F<sub>1</sub>随生长发育过程的进展顶芽Z的含量变化趋势一致,从初蕾到盛蕾下降至低谷后呈上升趋势,但陆矮1号的含量从初蕾到盛花阶段始终高于F<sub>1</sub>,盛花期分别比TM-1和F<sub>1</sub>高25.96%和33.88%。而TM-1初蕾期Z含量较低,此后急剧上升至峰值,之后下降并维持在现蕾初期的水平。

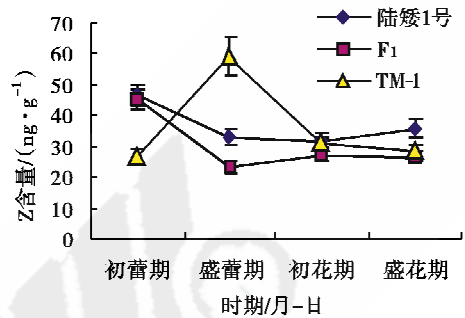


图3 陆矮1号、TM-1及其杂种F<sub>1</sub>植株顶芽Z含量在不同生育时期的差异

Fig. 3 Z content in apical buds of cotton lines Lu-ai-1, TM-1 and hybrid F<sub>1</sub> at different growth stages

### 2.4 脱落酸含量动态变化

顶芽ABA含量的变化趋势在亲本与F<sub>1</sub>之间有较大差异。现蕾初期陆矮1号、TM-1及其F<sub>1</sub>含量都比较高,但差异不大。之后,陆矮1号和TM-1顶芽ABA含量升高,至盛蕾期达最高,然后急剧下降并维持在较低水平,而F<sub>1</sub>自现蕾初期起就一直下降,至初花期保持较低水平。从ABA绝对含量看,除现蕾初期各品种间无显著差异外,其余各时期陆矮1号都处于最高水平,盛蕾期、初花期、盛花期分别比TM-1高26.7%、

32.4%、132.5%,比F<sub>1</sub>高129.1%、87.5%、37.4%(图4)。这与陆矮1号盛花期以后株高基本停止增长而TM-1仍保持一定的增长可能有一定的关系。

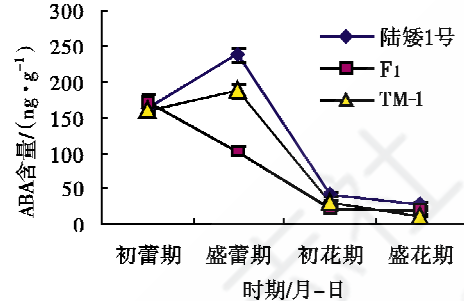


图4 陆矮1号、TM-1及其杂种F<sub>1</sub>植株顶芽ABA含量在不同生育时期的差异

Fig. 4 ABA content in apical buds of cotton lines Lu-ai-1, TM-1 and hybrid F<sub>1</sub> at different growth stages

### 3 小结与讨论

GA<sub>3</sub>对棉花主茎和叶片的伸长起着重要作用。初蕾到盛花期是陆矮1号株高与对照出现差异的主要时期<sup>[16]</sup>。陆矮1号顶芽中促进株高增长的GA<sub>3</sub>和IAA含量均低于高秆对照TM-1及高、矮秆杂种F<sub>1</sub>,特别是棉花株高增长最快的盛蕾期,顶芽GA<sub>3</sub>含量分别只有TM-1和F<sub>1</sub>的28.37%和31.04%,初蕾期只有TM-1的68.4%。陆矮1号顶芽GA<sub>3</sub>含量少的原因,尚需进一步研究GA<sub>3</sub>合成的过程是否受阻。而抑制株高增长的ABA含量却远高于对照,这与宋平等<sup>[17]</sup>、何祖华等<sup>[18]</sup>在矮秆水稻、杨铁钊等<sup>[19]</sup>在烟草中的研究结果相似。GA<sub>3</sub>含量的急剧下降可能与棉株从营养生长为主向生殖生长为主转化有关,陆矮1号顶芽GA<sub>3</sub>含量下降较TM-1和F<sub>1</sub>提前15d,说明陆矮1号生殖转换早,营养生长期短。

IAA与顶端优势有最密切的关系,现蕾至开花期,各品种顶芽中IAA的含量均增加,在初花期达到高峰,这一点与他在主茎叶中的研究结果相似<sup>[20]</sup>,也与初花期株高增长最快相吻合。

陆矮1号苗期株高生长正常,现蕾后株高增长速度显著较正常株高品种慢<sup>[16]</sup>。本研究结果在株高建成的关键时期,主茎顶芽促进生长的激素GA<sub>3</sub>和IAA含量偏低,而抑制生长的ABA含量高可能是导致陆矮1号主茎生长缓慢的重要原因。

### 参考文献:

- [1] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花遗传育种学[M]. 济南:山东科学技术出版社,2003:40-44,161.  
Cotton Research Institute of Chinese Academy of Ag-

- gricultural Sciences. Genetics and breeding of cotton in China[M]. Jinan: Sci & Tech Press of Shandong, 2003;40-44,161.
- [2] 宋国立. 棉花突变体材料收集简报[J]. 中国棉花, 2004,31(1);24-25.  
SONG Guo-li. Brief report on collection of cotton mutant plant[J]. China Cotton, 2004,31(1);24-25.
- [3] 陈旭升. 棉花矮秆突变体[J]. 中国棉花,2004, 31(1);26.  
CHEN Xu-Sheng. Dwarf plant mutant from upland cotton[J]. China Cotton,2004,31(1);26.
- [4] 王坤波. 2004 年自然突变棉花收集简报[J]. 中国棉花,2005,32(3);18.  
WANG Kun-bo. Brief report on collection of cotton mutant plant in 2004 [J]. China Cotton, 2005, 32 (3);18.
- [5] 何鉴星,孙传涓,姜茹琴,等. 棉花矮化突变体的遗传分析[J]. 遗传学报, 1996,23(5);397-402.  
HE Jian-xing, Sun Chuan-wei, Jiang Ru-qin, et al. Genetic analysis of a dwarf mutant in cotton[J]. Acta Genetica Sinica,1996,23(5);397-402.
- [6] 陈旭升,狄佳春,许乃银,等. 陆地棉超矮秆突变性状质量遗传规律分析[J]. 遗传, 2007,29(4);471-474.  
CHEN Xu-sheng, Di Jia-chun, Xu Nai-yin, et al. The inheritance of an ultra-dwarf plant mutant from upland cotton[J]. Hereditas,2007,29(4);471-474.
- [7] ABZALOV M F, Zhumaev F K. Revelation in the cotton plant of chromosomes responsible for the regulation of plant growth[J]. Chemistry of Natural Compounds,1995,31(1);111-113.
- [8] 谷福林,翟虎渠,王建民,等. 水稻矮秆性状研究及矮源育种利用[J]. 江苏农业学报, 2003,19(1);48-54.  
GU Fu-lin, Zhai Hu-qu, Wan Jian-min, et al. Study on inheritance of dwarf character and its utilization in rice(*Oryza sativa* L.) breeding[J]. Jiangsu J of Agr Sci, 2003,19;(1)48-54.
- [9] 虞慧芳,曹家树,王永勤. 植物矮化突变体的激素调控[J]. 生命科学, 2002,14(2);85-88,76.  
YU Hui-fang, Cao Jia-shu, Wang Yong-qin. Hormones regulation in plant dwarfing mutants[J]. Chinese Bulletin of Life Sciences,2002,14(2);85-88,76.
- [10] 程 灿,吴跃进,刘斌美,等. 水稻显性半矮秆基因对株高表达的影响及其对  $GA_3$  的敏感性[J]. 中国水稻科学,2006,20(1);25-30.  
CHENG Can, Wu Yue-jin, Liu Bin-mei, et al. Expression of plant height and sensitivity to  $GA_3$  of dominant semi-dwarfing gene in rice[J]. China Rice Sci, 2006,20(1);25-30.
- [11] JOHN J R,Christine L W,Paul G,et al. Shoot elongation in *Lathyrus odoratus* L. : gibberellin levels in light- and dark-grown tall and dwarf seedlings[J]. Planta, 1992,187;10-13.
- [12] DAYKIN A, Scott I M, Francis D, et al. Effects of gibberellin on the cellular dynamics of dwarf pea internode development[J]. Planta, 1997, 203; 526-535.
- [13] KAREN P Z, Stewart B R, Carol E, et al. Dwarf mutants of brassica: responses to applied gibberellins and gibberellin content [J]. Plant Growth Regulation, 1991,10(1);121-127.
- [14] 陈金湘,刘海荷,熊格生,等. 棉花水浮育苗技术[J]. 中国棉花,2006,33(1);24-25.  
CHEN Jin-xiang, Liu Hai-he, Xiong Ge-sheng, et al. Floating nursing technology of cotton[J]. China Cotton,2006,33(1);24-25.
- [15] 王若仲,萧浪涛,蔺万煌,等. 亚种间杂交稻内源激素的高效液相色谱测定法[J]. 色谱,2002,20(2);148-150.  
WANG Ruo-zhong, Xiao Lang-tao, Lin Wan-huang, et al. High performance liquid chromatographic determination of internal hormones in inter 2 subspecific hybrid rice[J]. Chinese Journal of Chromatography,2002,20(2);148-150.
- [16] 刘爱玉,易九红,陈金湘,等. 矮秆陆地棉品种陆矮 1 号的生长发育特性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2008,9(4);536-539.  
LIU Ai-yu, Yi Jiu-hong, Chen Jin-xiang, et al. Study on the growth and development characteristics of dwarf upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Lu-ai No. 1[J]. Journal of Plant Genetic Resources,2008, 9(4);536-539.
- [17] 宋 平,曹显祖,滕俊磊,等. 籼稻半矮秆品种对  $GA_3$ 、ABA 的敏感性及其与过氧化物酶的关系[J]. 江苏农学院学报,1998,19(1);17-21.  
SONG Ping, Cao Xian-zu, Teng Jun-lei, et al. Sensitivity of semi-dwarf genes to  $GA_3$ , ABA and their relationship with peroxidase in indica rice[J]. Journal of Jiangsu Agricultural College,1998,19(1);17-21.
- [18] 何祖华,李德葆. 不同生育期水稻株高基因对  $GA_3$  的敏感性及对内源激素含量的调节[J]. 植物生理学通讯,1994,30(3);170-174.  
HE Zu-hua, Li De-bao. Relations of plant height genes to the sensitivity of  $GA_3$  and to the regulation of endogenous hormones in different rice growth stages[J]. Plant Physiology Communications, 1994,30 (3);170-174.
- [19] 杨铁钊,杨欣玲,殷全玉,等. 烟草株高变异体的茎尖中内源激素含量变化及其对外源激素的响应[J]. 植物生理学通讯,2006,42(4);643-647.  
YANG Tie-zhao, Yang Xin-ling, Yin Quan-yu, et al. Changes in endogenous hormone contents in shoot-tip of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) genotypes with different plant height and response to the exogenous hormones[J]. Plant Physiology Communications,2006,42(4);643-647.
- [20] 沈法富,喻树迅,范术丽,等. 不同短季棉品种生育进程中主茎叶内源激素的变化动态[J]. 中国农业科学,2003,36(9);1014-1019.  
SHEN Fa-fu, Yu Shu-xun, Fan Shu-li, et al. Changes of endogenous hormone in stem leaves of different short season cotton varieties in development processes[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2003, 36 (9); 1014-1019.