

## 钾营养对高品质棉不同部位棉铃发育及内源激素影响的研究

刘 燕, 王进友, 张 祥, 王书红, 张 丽, 王永慧, 陈德华\*

(扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室, 江苏扬州 225009)

**摘要:**研究了施钾量对高品质棉科棉3号不同部位棉铃发育及内源激素的影响。结果表明,钾肥能有效地促进棉铃体积增大、铃重提高,纤维长度变长和成熟度提高。增施钾肥能更有效的促进棉株上部棉铃发育,使上部铃体积、铃重、纤维长度和成熟度与中部差距缩小,但施钾也使麦克隆值增大,纤维增粗。氯化钾施用量在225和375 kg·hm<sup>-2</sup>时,上部铃体积比中部分别低6.75%和3.95%。而施钾量在225 kg·hm<sup>-2</sup>时,上部铃重比中部低4.50%,施钾量在375 kg·hm<sup>-2</sup>时,上部铃重反而比中部铃重高1.89%。生殖器官中钾的吸收能促进铃壳中IAA含量增加,纤维中ZR提高,铃壳中的IAA含量分别与棉铃体积、铃重呈极显著正相关( $r=0.9647^{**}$ ,  $r=0.9145^{**}$ ),纤维中的ZR含量与纤维长度和成熟度分别呈显著和极显著正相关( $r=0.8712^*$ ,  $r=0.9474^{**}$ )。说明施用钾肥调节了棉铃内源激素系统,有利于诱导整株棉铃发育,提高铃重和整株纤维品质。

**关键词:**钾;高品质棉;棉铃发育;内源激素

**中图分类号:**S562 **文献标识码:**A

**文章编号:**1002-7807(2006)-04-0209-04

## Effects of Potassium on Boll Development of Different Positions and Influence of Endogenous Hormone Mechanism in High Quality Cotton

LIU Yan, WANG Jin-you, ZHANG Xiang, WANG Shu-hong, ZHANG Li, WANG Yong-hui, CHEN De-hua

(The Key Lab of Crop Genetics and Physiology of Jiangsu Provincial, Yangzhou university, yangzhou, 225009, China)

**Abstracts:** High quality cotton has shown different boll development and fiber quality, the objective of this study was to investigate the effects of potassium on boll development of different positions and the influence of endogenous hormone mechanism in high quality cotton. The study was undertaken on a hybrid (Kemian 3) at Yangzhou University Farm, Yangzhou of Jiangsu Province, China, during 2003 and 2004. The results showed that potassium fertilizer application increased the boll size and boll weight effectively, especially for the bolls in the upper parts of the plant. While applying potassium fertilizer at 225, 375 kg·hm<sup>-2</sup>, the volume of the bolls in the upper part of the plant were 6.75% and 3.95% lower than that of the middle part, respectively. Compared with the middle part, the upper boll weight of the cotton plant was 4.50% lower with potassium fertilization at 225 kg·hm<sup>-2</sup>. whereas 1.89% higher with potassium fertilization at 375 kg·hm<sup>-2</sup>. That made the overall boll weight increase and got a higher lint yield. Potassium fertilizer application also increased the fiber length and maturity significantly, narrowed the fiber quality difference between the middle and upper plant. Potassium also increased micronaire value. The results also showed that the absorption of potassium at the reproductive organs increased the IAA content in boll husk and the ZR content in the fiber for the

收稿日期:2005-12-25 作者简介:刘燕(19 )女,在读硕士;\*:通讯作者 dehuachen2002@yahoo.com.cn

基金项目:江苏省教育厅重点实验室基金(K04007);江苏省“三项工程”项目(SX(2003)012)

whole plant. There are significant positive correlation between the IAA content in boll husk and boll volume, boll weight, respectively ( $r=0.9647^{**}$ ,  $r=0.9145^{**}$ ), significant positive correlation between the ZR content in fiber and the fiber length, fiber maturity, respectively ( $r=0.8712^*$ ,  $r=0.9474^{**}$ ). These results suggested that potassium nourishment had changed the endogenous hormonal system, which induced boll development and bolstering boll weight and fiber quality for the whole plant.

**Key words:** potassium; high quality-cotton; boll development; endogenous hormone

棉铃是棉花产量的直接器官,也是纤维品形成载体。铃重影响产量的高低<sup>[1-3]</sup>,其中棉铃形成部位及其发育程度又影响纤维品质的形成<sup>[4-5,12]</sup>。由于棉铃在棉株的不同部位和不同时间形成,高产构成中棉株的上部和外围铃由于温度等影响发育不足,纤维品质下降<sup>[6-8]</sup>。因此在栽培上如何进一步促进上部棉铃发育,在铃重提高同时,又使得棉铃中纤维也能得到充分发育是实现棉花优质和高产同步发展的关键。高品质棉作为江苏棉花产业发展方向,同样存在不同部位铃重和纤维品质差异大问题,钾素营养是影响棉铃和纤维发育的重要因子<sup>[9-10]</sup>,因此,本文以高品质棉花品种为研究对象,探讨钾营养对不同部位棉铃和纤维品质的影响及其机理,为高品质棉高产和纤维品质保优提供理论和实践基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

试验于2003—2004年在扬州大学农学院试验场进行。试验地土壤肥力中上等,速效钾含量为 $86\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。供试品种为高品质棉杂交种科棉3号。两年都是以钾为试验因子,设计3个水平,即每公顷施氯化钾分别为 $0\text{ kg}$ 、 $225\text{ kg}$ 和 $375\text{ kg}$ ,按单因素随机区组设计,3个重复,共计9个

小区,小区面积 $27\text{ m}^2$ 。钾肥分别于移栽和初花期各施用50%。密度为每公顷2.7万株,两年都为4月5日播种,5月13日移栽。田间其它管理按高产要求进行。

### 1.2 测定项目

7月20日、8月23日分别标记棉株中部(第7~12台果枝)和上部(第13~18台果枝)内围果节当日花,并于花后30 d测定棉铃体积(不同部位各处理10个棉铃应用排水法测定),成熟期测定铃重和纤维品质,并按小区测定产量构成和实收计产。

全钾——火焰光度计法测定。内源激素——不同部位标记的10、30和50 d的棉铃中分铃壳和子棉测定IAA和ZR含量。应用ELISA法。

## 2 结果与分析

### 2.1 钾对棉铃体积和铃重的影响

图1表明,随着施钾量的增加,棉铃体积增大,铃重提高,特别是上部铃体积、铃体积与中部铃差异减少。如在氯化钾施用量为 $375\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时,上部铃体积比中部仅低3.95%;铃重高1.89%。说明施钾量的增加促进了棉铃的体积与铃重提高,使中、上部棉铃平衡发育,从而提高了整株铃重。

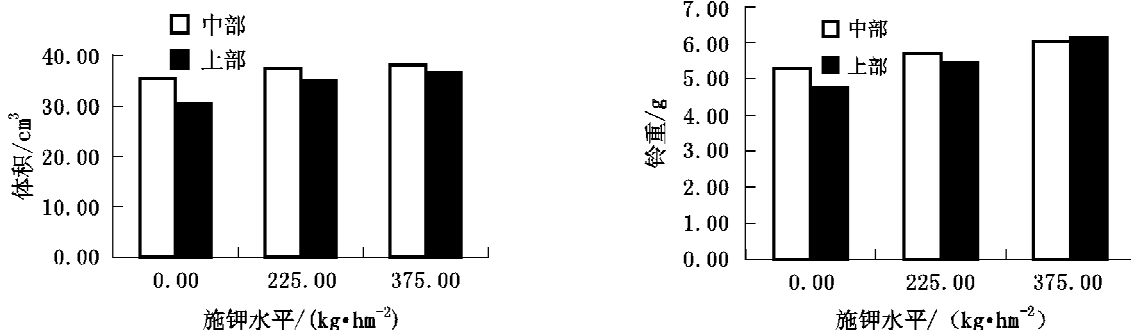


图1 不同施钾水平中上部棉铃体积和铃重的差异(2003)

Fig. 1 Boll volume and weight difference between middle and upper part at different potassium fertilizer levels

## 2.2 钾对高品质棉纤维品质的影响

表 1 表明,在 0~375 kg·hm<sup>-2</sup> 施钾范围内,中、上部铃纤维长度和成熟度提高,并且随施钾量增加。中、上部铃的纤维长度、成熟度差异缩小。但施用钾肥也使得上部铃纤维的麦克隆值进一步

增大,说明钾营养增加会导致棉纤维变粗。说明施钾量的增加主要是提高了上部铃纤维长度、成熟度和中部麦克隆值,使得整株纤维品质性状得到改善。

表 1 不同施钾水平对纤维品质的影响

Table 1 Effects of different potassium fertilizer levels on fiber quality

2003

钾肥 /(kg·hm <sup>-2</sup> )	纤维长度/mm		成熟度		麦克隆值	
	中部	上部	中部	上部	中部	上部
0	30.25	28.00	1.95	1.66	4.71	5.45
225	30.75	30.10	1.99	1.73	4.78	5.46
375	30.35	30.08	1.96	1.69	4.79	5.46

## 2.3 生殖器官吸钾量与棉铃体积、铃重及纤维品质的关系

相关分析表明,盛铃期生殖器官中吸钾量与花后 24 d 铃体积呈显著线性正相关( $r=0.9060^*$ ),与铃重也有同样效应( $r=0.9022^*$ ),生殖器官中吸钾量与纤维长度、成熟度呈显著以上水平线性正相关,相关系数分别为  $r=0.9112^{**}$ ;  $r=0.7282^*$ ,表明生殖器官的吸钾量提高,棉纤维长度和成熟度随之提高,进一步说明钾营养有利于铃体积增大、铃重提高和纤维品质的改善。

## 2.4 钾对不同部位铃壳和纤维中激素含量的影响

表 2 表明,中部棉铃铃壳中 IAA 含量在花后

10 d 较高,上部棉铃铃壳中 IAA 含量在花后 30 d 达到较高。施钾处理显著提高了中、上部棉铃花后 30 d 内铃壳中 IAA 的含量,在试验范围内,随施钾水平的提高,铃壳中 IAA 含量增加。如每公顷施钾 375 kg 处理中部铃花后 10 d 铃壳中的 IAA 含量(鲜重)为 608.21 ng·g<sup>-1</sup>,比不施钾高 21.13%。此外,花后 30 d 内,施钾水平提高,中、上部铃壳中 IAA 含量差异也相应缩小,说明钾营养有利于提高铃壳 IAA 含量,特别是上部铃壳 IAA 含量。相关分析表明,铃壳中 IAA 含量与铃体积、铃重的相关系数分别为 0.9647<sup>\*\*</sup>,0.9145<sup>\*\*</sup>,说明钾营养的增加提高了铃壳内源激素 IAA 含量,从而有利于诱导体积增大,铃重提高。

表 2 钾对不同部位铃壳中的 IAA 含量(鲜重)影响

Table 2 The effect of potassium fertilizer on IAA content in the boll shell

2004,(ng·g<sup>-1</sup>)

钾肥 /(kg·hm <sup>-2</sup> )	中部			上部		
	10 d	30 d	50 d	10 d	30 d	50 d
0	502.12	392.87	148.72	190.12	260.12	47.72
225	572.69	499.86	161.56	285.27	376.93	64.73
375	608.21	502.67	170.55	337.48	381.48	69.62

表 3 表明,中、上部棉铃纤维中的 ZR 含量都是在花后 30 d 达到最高,只是中部铃花后 10 d 纤维中的 ZR 含量要高于花后 50 d,而上部则相反,花后 50 d 高于花后 30 d。不同施钾处理呈现出相同的特点,随着施钾量的增加其 ZR 含量增加。如每公顷施钾 375 kg 处理,花后 50 d 中部

铃纤维 ZR 含量(鲜重)为 170.55 ng·g<sup>-1</sup>,比对照高 14.7%。此外,花后 30 d 内,施钾水平提高,中、上部铃纤维 ZR 含量差异缩小,说明钾营养有利于纤维中 ZR 含量的提高,特别是上部铃纤维 ZR 含量增加。相关分析表明,纤维中 ZR 含量与纤维长度、成熟度呈显著和极显著正相关,相关系

表 3 钾对不同部位铃纤维中的 ZR 含量(鲜重)影响

Table 3 The effect of potassium fertilizer on ZR content in the lint

2004,(ng·g<sup>-1</sup>)

钾肥 /(kg·hm <sup>-2</sup> )	中部			上部		
	10 d	30 d	50 d	10 d	30 d	50 d
0	201.44	590.36	157.29	70.20	389.17	111.25
225	210.71	645.80	180.51	87.21	452.31	135.21
375	220.49	672.31	200.12	97.62	487.51	155.87

数分别为  $r=0.8712^*$ ,  $r=0.9474^{**}$ 。说明通过钾营养调节纤维中 ZR 含量,有利于改善纤维长度和成熟度。

### 2.5 皮棉产量及产量构成

表 4 表明,铃重、衣分及产量均随着施钾水平

的提高而显著提高,每公顷施 375 kg 钾肥处理铃重、衣分、皮棉产量分别比不施钾高 5.78%、10.52% 和 16.25%。说明增施钾肥促进了棉株个体的发育,单株结铃数,铃重、衣分均有所提高,有利于高产的获得。

表 4 不同施钾处理的皮棉产量及产量构成

Table 4 The Potassium fertilizer on lint yield and yield components

2004

钾肥 /(kg·hm <sup>-2</sup> )	单株结铃数 /(个·株 <sup>-1</sup> )	铃数 /(万·hm <sup>-2</sup> )	铃重 /g	衣分 /%	皮棉产量 /(kg·hm <sup>-2</sup> )
0	35.20	95.10	5.36	34.20	1742.82
225	36.10	97.50	5.49	37.40	2001.00
375	36.00	94.50	5.67	37.80	2026.10

## 3 讨论

### 3.1 钾对促进全株棉铃发育和改善棉纤维品质具有显著效应

棉花是需用钾较多的作物,前人研究已表明钾素营养对棉花生育具有较强的影响,主要表现在对棉株组织结构和根系活力的影响,从而影响地上部的早衰,影响后期棉铃的形成。本文对高品质棉的研究则进一步表明,钾营养在促进整棉铃发育,改善整株棉纤维品质方面具有显著的协调效应。这主要是由于增加钾素营养能充分促进上部棉铃的发育,缩小了棉株中、上部棉铃发育间的差异,特别是部分棉铃性状,如铃重上部反而高于中部。由此可见,钾肥的应用对于实现棉花优质和高产同步发展具有重要的意义。

### 3.2 钾对棉铃内源的调节,影响了整株棉铃发育代谢特征发生改变,是产量、纤维品质协同表达的关键生理基础

本研究结果表明,钾营养提高了中上部铃壳中的 IAA 含量,纤维中的 ZR 含量,这显然与内源激素系统发生变化,带动整个生理代谢特征发生改变有关。何钟佩等认为 IAA、ZR 能促进细胞分裂和扩大,并能增加库器官对同化物的吸引力,并能提高库的蔗糖酶活性,促进同化产物的输送和库的发育<sup>[11-12]</sup>。由此可见,钾肥的增加,主要是改变了棉铃内源激素系统,调动养分向中、上部棉铃输送,特别是上部棉铃的输送,从而使中上部棉铃得到充分发育,体积增大,铃重提高,纤维细胞得到进一步伸长,纤维素合成受到促进,成熟度提高。

### 参考文献:

- [1] 周有耀. 论棉花的产量因素[J]. 北京农业大学学报, 1986, 12(3): 269-274.
- [2] 陈德华, 肖书林, 王志国, 等. 棉花超高产群体质量与产量关系的研究[J]. 棉花学报, 1996, 8(4): 199-203.
- [3] 承泓良, 何旭平, 潘光照, 等. 棉花产量育种的数量性状分析[J]. 棉花学报, 1998, 10(6): 285-291.
- [4] 张志刚, 陈金湘, 刘爱玉, 等. 棉株不同座果点纤维品质的时空分布[J]. 湖南农业大学学报, 2002, (5) 383-386.
- [5] 徐楚年, 寿元, 林庆文, 等. 棉花纤维发育研究[A]. 中国棉花学会第四次代表大会暨第九次学术讨论会论文, 1992.
- [6] BRADOW J M, Bauer P J. Fiber quality variation related to cotton planting date and temperature[J]. Proc Beltwide Cotton Conf. 1997. 1491-1495.
- [7] 朱明选, 路阳, 刘建平, 等. 关于美国棉花情况的考察报告[J]. 纤维质量与检验, 1999, (3) 1-2, (4) 1-3.
- [8] 过兴先. 新疆棉区气温对棉纤维发育的影响[J]. 新疆农业科学, 1991, 6: 253-256.
- [9] 姜存仓, 王运华, 鲁剑巍, 等. 不同棉花品种苗期钾效率差异的初步探讨[J]. 棉花学报, 2004, 16(3): 162-165.
- [10] MATOCHA J E, Coker D L, Hopper F L. Potassium fertilization effects on cotton yields and fiber properties. Proc Beltwide Cotton Conf, San Diego, CA. 5-8 Jan. 1994 [C]. Natl Cotton Counc Am, Memphis, TN.
- [11] 何钟佩. 棉铃发育过程中内源激素变化及化学调控效应研究[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997, 3-51.
- [12] 周桂生, 封超年, 周青, 等. 高品质陆地棉纤维品种形成特点的研究[J]. 棉花学报, 2005, 17(6): 343-347.