

## 低温条件下外源物质对棉纤维比强度的影响

卞海云, 张文静, 陈兵林, 周治国\*, 蒋光华, 束红梅

(南京农业大学, 农业部作物生长调控重点开放实验室, 南京 210095)

**摘要:** 研究低温条件下外源物质对棉花纤维比强度的影响。结果表明: 在低温条件下, 花后 15 d, 30 d 外施 C+N+BA 均能提高棉花铃重和衣分, 且以花后 30 d 效果最好。花后 30 d 外施 BA 可增加铃重, 但效果远低于外施 C+N+BA; 花后 15 d 外施 BA 对衣分的效果与 C+N+BA 大致相当。外施 C+N、C+N+BA、BA 均有利于优化棉纤维的螺旋角( $\varphi$ )和取向分布角( $\psi$ ), 提高纤维比强度, 且花后 15 d, 30 d 均以外施 BA 效果最佳。

**关键词:** 低温; 棉花; 外源物质; 纤维比强度

**中图分类号:** S562      **文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-7807(2006)03-0145-05

## Effect of Exogenous Materials on Cotton Fiber Strength Development in Low Temperature Conditions

BIAN Hai-yun, ZHANG Wen-jing, CHEN Bing-lin, ZHOU Zhi-guo\*, JIANG Guang-hua, SHU Hong-mei

(Nanjing Agricultural University, Key Laboratory of Crop Growth Regulation, Ministry of Agriculture, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** Under condition of condign temperature (22.7°C) and low temperature (19.9°C) during the cotton fiber thickening development period, with limpid water as a control, the effects of exogenous materials on fiber strength development was studied. This was done by daubing bolls setting on the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> node in the 6<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> fruiting branches and their contrapuntal leaves at 15 days past anthesis (DPA) and 30 DPA with the mixture of 6% sucrose and 0.6% glutamine (C+N), the mixture of 6% sucrose, 0.6% glutamine and 2  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  6-BA (C+N+BA), and 2  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  6-BA, respectively. Results showed that, in low temperature conditions, exogenous mixtures could increase boll weight, lint percentage and fiber strength to different levels. Boll weight and lint percentage were enhanced when the bolls were treated with the mixture of 6% sucrose, 0.6% glutamine and 2  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  6-BA at 15DPA or 30DPA, respectively, and data showed the exogenous materials worked better on increasing boll weight when the treatment was performed on 30DPA. When referred to the treatment with 6-BA specifically, we found its effect on increasing boll weight was much lower than C+N+BA when it was used on 30DPA. Its effect on enhancing lint percentage was much higher than C+N+BA when it was used in 15DPA. In the low temperature, all of the three exogenous mixtures could increase the cellulose content, consequently they could optimize the spiral angle ( $\varphi$ ) and orientation angle ( $\psi$ ) and these resulted in much higher fiber strength. BA could not obviously increase the cellulose deposition rate, but it could work on optimizing the spiral angle ( $\varphi$ ) and orientation angle ( $\psi$ ), and finally, the fiber strength treated with BA was the highest. The other mixtures each worked differently with the differ-

收稿日期: 2005-08-15      作者简介: 卞海云(1981-), 女, 在读硕士。\* 通讯作者: giscott@njau.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金(30370831, 30571095)、农业部农业结构调整重大技术研究专项(2003-05-02B)和江苏省自然科学基金(BK2002109, BK2005091)资助项目

ent application times. Though the increase of cellulose content of the bolls treated with C+N+BA was not lower than that of the bolls treated with BA. The effect on optimizing the spiral angle or orientation angle of C+N+BA was significantly less than that of BA and this resulted in a much lower fiber strength for the bolls treated by BA.

**Key words:** low temperature; cotton; exogenous materials; fiber strength

近年来我国农业结构调整使多熟种植棉花面积扩大,棉花晚秋桃数量大量增加。受棉花生长季节热量资源,后期温度下降和霜降的影响,棉花晚熟低产劣质问题十分严重<sup>[1-2,13-15]</sup>。

棉花铃重是构成棉花产量的基础,长期以来,人们对棉花铃重及纤维比强度的研究主要集中于品种、土肥、气象、种植方式等方面,在外源物质调节方面研究较少,且主要集中在生长调节类物质方面<sup>[3-5]</sup>,有关C、N等生理活性类物质对棉铃发育及纤维比强度影响的研究未见报道。

棉花叶片光合产物最终以蔗糖形式输出到质外体及被装载到韧皮部,并在棉株不同库器官间进行分配<sup>[6]</sup>。谷氨酰胺中的氮是核酸中嘌呤、嘧啶的来源,是合成一、二、三磷酸腺苷的必需物质,还是一种重要的碳源和氮源物质<sup>[7]</sup>。研究表明,在逆境条件下外施不同浓度蔗糖、谷氨酰胺等外源生理活性物质和外源激素可以明显改善小麦的子粒发育<sup>[8]</sup>。蒋光华等<sup>[9]</sup>研究表明,棉花纤维加厚发育期日均温低于21.3℃时,是棉纤维加厚发育和纤维比强度形成的转折点,对棉纤维加厚发育相关酶活性及最终纤维比强度产生明显影响。那么在低温条件下外施外源生理活性物质、外源激素或其两者的混合液是否可以影响棉铃发育,乃至增加铃重、改善纤维品质呢?本文在低温条件下,研究外施外源生理活性物质和外源激素对棉花铃重及纤维比强度的影响,旨在探索低温下提高棉花铃重、改善棉花纤维比强度的技术途径。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

试验于2003年在南京农业大学卫岗试验站进行,采用盆栽方法,供试土壤为马肝土,土壤肥力中等偏上,每盆播种5粒,留苗1棵,露天摆放。供试品种为美棉33B,为形成棉铃发育期的低温条件,试验设置2个播期:5月25日(用T1表示,铃龄0~50d和纤维加厚发育期(铃龄25~50d)日均温分别为24.1℃、22.7℃,适温)和6月15日(用T2表示,铃龄0~50d和纤维加厚发育期

日均温分别为21.7℃、19.9℃,低温)。外源物质设3种浓度,C/N值恒定:(1)6%蔗糖和0.6%谷氨酰胺混合溶液(用C+N表示),(2)6%蔗糖、0.6%谷氨酰胺和2 μg·g<sup>-1</sup> 6-BA混合溶液(用C+N+BA表示),(3)2 μg·g<sup>-1</sup> 6-BA溶液(用BA表示),以清水作对照(CK),每处理重复10盆。待棉花6~9果枝大量开花时(T1为8月23日,T2为9月5日),对1、2果节当日白花挂牌标记,于花后15d和30d连续5d分别用外源物质均匀涂抹棉铃表面及对位果枝叶片正反面。其它管理同高产栽培,花后50d收获处理棉铃。

试验所用气象资料由南京气象局提供,统计T1铃期50d内、纤维加厚发育期(铃龄25~50d)平均温度分别为24.1℃、22.7℃,在本试验中可以代表适宜棉铃加厚发育的适温条件<sup>[9]</sup>。统计T2铃期50d内、纤维加厚发育期(铃龄25~50d)平均温度分别为21.7℃、19.9℃,温度较低,在本试验中可以代表不适宜棉铃加厚发育的低温条件<sup>[9]</sup>。

### 1.2 测定内容与方法

子棉风干后测定铃重,轧花后测定衣分,用瑞典Tecator纤维系列仪测定棉花纤维素含量,用德国BRUKER公司D8 DISCOVER with GADDS X射线衍射仪测定纤维超分子结构。纤维比强度的测定是混匀纤维样品后用棉花纤维引伸器制成棉条,用国产Y162A型束纤维强力机测定3.2mm隔距比强度,测6次重复平均值作为试样代表值,并用中国纤维检验局的标准棉样修正。

## 2 结果与分析

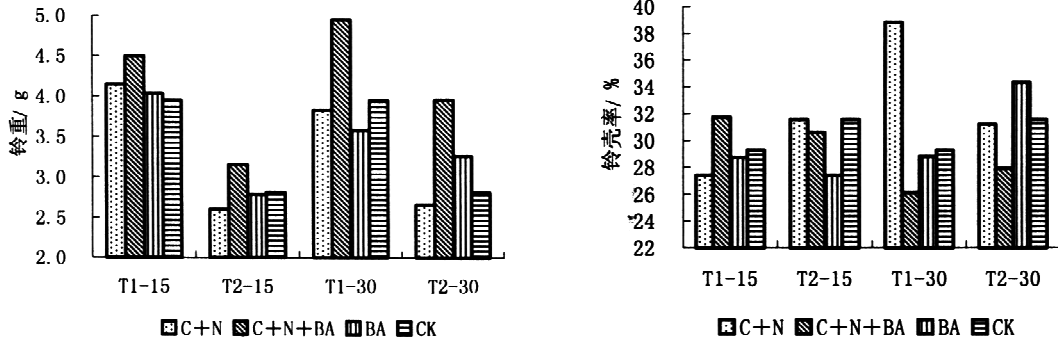
### 2.1 外源物质对棉花铃重和铃壳率的影响

**2.1.1 铃重。**铃重受温度与植株空间部位影响,尤以温度影响较大(图1)。在适温条件下,外施C+N+BA铃重均高于其它处理,且花后15d外施C+N+BA铃重低于花后30d。在低温条件下,随外施外源物质时间推迟,外施C+N+BA、BA铃重呈增重趋势,外施C+N铃重变化不大。

从相同外施外源物质看,花后 15 d、30 d 处理,C+N、C+N+BA、BA 铃重均随播期推迟而降低。

2.1.2 铃壳率。在适温条件下,花后 30 d 外施 C+N 铃壳率显著高于花后 15 d,而外施 C+N+BA 铃壳率则低于花后 15 d;外施 BA 铃壳率花后 15、30 d 无明显差别,且低于 CK。在低温条件

下,外施 C+N、C+N+BA 随外施外援物质时间的推迟铃壳率略有下降,BA 则随外施时间推迟而使铃壳率升高,且高于 CK(图 1)。从相同外施外源物质看,花后 15 d 外施 C+N+BA、BA 铃壳率随播期推迟而降低,花后 30 d 铃壳率随播期推迟而升高;C+N 则相反。



T1-15、T1-30 分别表示 5 月 25 日播期花后 15、30 d 处理,T2-15、T2-30 分别表示 6 月 15 日播期花后 15、30 d 处理,下同。

图 1 外源物质对棉花铃重和铃壳率的影响

Fig. 1 Effect of exogenous materials on cotton boll shell dry weight, boll weight and the ratio of boll shell to seedcotton

2.2 外源物质对衣分的影响

无论在适温还是低温条件下(图 2),花后 30 d 外施 C+N、C+N+BA、BA 衣分均低于花后 15 d,以 BA 最大。从相同外施外源物质时间来看,外施 C+N、C+N+BA、BA 衣分均随播期推迟而增加,花后 15 d 以外施 C+N+BA、BA 最高,花后 30 d 处理以外施 C+N+BA 最高。

(优化),而外施 BA 使  $\alpha$  值显著变大。随外施外源物质时间延后,C+N+BA 处理利于  $\alpha$  值优化(图 3)。

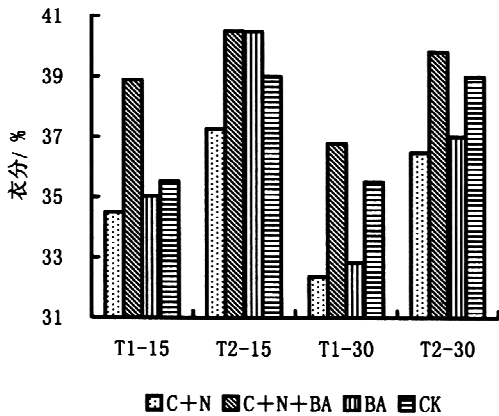


图 2 外源物质对棉花衣分的影响

Fig. 2 Effect of exogenous materials on cotton lint percentage

2.3 外源物质对纤维晶区取向性的影响

2.3.1 取向分散角( $\alpha$ )。 $\alpha$ 角是影响棉纤维品质的重要因素之一,与纤维断裂比强度关系密切。在低温条件下,花后 15 d 外施 C+N、C+N+BA、BA 使  $\alpha$  值略微变大,且各处理之间无显著差异,花后 30 d 外施 C+N+BA 使  $\alpha$  值显著变小

2.3.2 螺旋角( $\varphi$ )。在纤维发育过程中  $\varphi$  值不断变小(优化),对纤维强度提高有利。在低温条件下,花后 15 d 外施 C+N、C+N+BA、BA,花后 30 d 外施 C+N+BA、BA 均可使  $\varphi$  值低于 CK,且均以外施 BA 优化程度最高(图 3)。

2.3.3 取向分布角( $\psi$ )。在棉纤维超分子结构取向参数中常用  $\psi$  角代表棉纤维超分子结构总取向,一般  $\psi$  角值愈小,纤维素大分子有序程度愈高,纤维强度愈高。在低温条件下,花后 15 d 外施 C+N、C+N+BA、BA,花后 30 d 外施 C+N+BA、BA 均可使  $\psi$  值低于 CK,且均以外施 BA 优化程度最高;与  $\varphi$  值表现规律完全一致(图 3)。

2.4 外源物质对纤维素含量和纤维比强度的影响

2.4.1 纤维素含量。在适温条件下,外施 C+N、C+N+BA、BA 纤维素含量低于 CK;在低温条件下,外施 C+N、C+N+BA、BA 纤维素含量高于 CK,花后 15 d 以外施 C+N+BA 最高,BA 次之,花后 30 d 以外施 C+N 最高,BA 次之。从相同外施外源物质时间来看,随播期推迟,纤维素含量均显著下降(图 4)。

2.4.2 纤维比强度。棉纤维比强度是纤维品质

的重要指标。在适温条件下,外施 C+N、C+N+BA、BA 纤维比强度显著低于 CK,在低温条件下,外施 C+N、C+N+BA、BA 纤维比强度显著高于 CK,花后 15 d 以外施 BA 最高,外施 C+N+BA 次之,花后 30 d 以外施 BA 最高,C+N 次

之(图 4)。

从相同外施外源物质时间来看,除 CK 纤维比强度随播期推迟下降外,其它处理则随播期推迟而升高。花后 15 d、30 d 外施外源物质均以 BA 增幅最大,C+N+BA 次之。

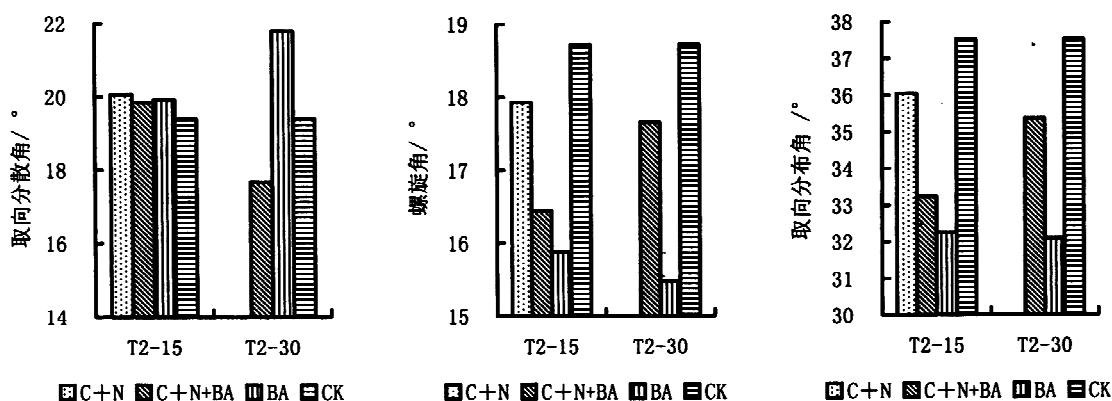


图 3 外源物质对纤维取向分散角( $\alpha$ )、螺旋角( $\varphi$ )和取向分布角( $\psi$ )的影响

Fig. 3 Effect of exogenous materials on angle( $\alpha$ ), spiral angle( $\varphi$ ) and orientation( $\psi$ )

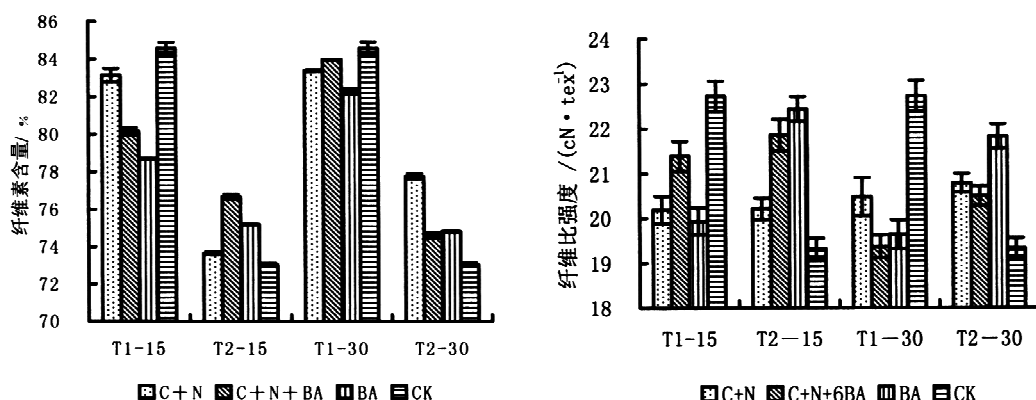


图 4 外源物质对纤维素含量和纤维比强度的影响

Fig. 4 Effect of exogenous materials on cellulose content and fiber strength

### 3 结语

棉花受低温影响导致低产劣质,本文研究结果初步表明,在低温条件下,花后 15 d、30 d 外施 6%蔗糖、0.6%谷氨酰胺和  $2 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  6-BA 混合溶液(C+N+BA)均有利于增加铃重和提高衣分,且对铃重的增加作用以花后 30 d 效果为好,说明生理活性类物质和生长调节类物质混合施用对增加铃重和提高衣分有利。外施  $2 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  6-BA(BA)花后 30 d 增加铃重,其增效远低于 C+N+BA;花后 15 d 提高衣分,效果与 C+N+BA 差异不大,说明单独的生长调节类物质能否增加铃重和提高衣分与处理时间有关。

低温条件下,外施三种外源物质均增加了纤

维素的累积量,且促进了螺旋角和取向分布角的优化,最终表现为纤维比强度提高。外施 BA 对纤维素累积的增加作用效果并非最佳,但对螺旋角( $\varphi$ )和取向分布角( $\psi$ )的优化作用最明显,最终表现为纤维比强度最高。其余处理提高比强度的效果因外施外源物质时间不同而不同。外施 C+N+BA 促进纤维素累积量增加作用优于外施 BA,但对螺旋角和取向分布角的优化明显差于外施 BA,最终表现为对比强度的提高劣于外施 BA。

本试验低温条件下,铃期 50 d 内平均温度为  $21.7^\circ\text{C}$ ,纤维加厚发育期日均温为  $19.9^\circ\text{C}$ ,均超过了相应的临界温度  $21^\circ\text{C}$  和  $18^\circ\text{C}$ <sup>[10-11]</sup>,但 CK 铃重和纤维比强度均显著下降,与刘振英等<sup>[10]</sup>、刘

继华<sup>[11]</sup>等人研究结果不符,而与蒋光华<sup>[12]</sup>的研究结果一致,这可能与试验生态点棉铃发育期间日温差变动有关。

#### 参考文献:

- [1] 蒋国柱. 棉花优质高产的理论与技术[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
- [2] 黄骏麒. 中国棉作学[M]. 北京:中国农业科学出版社,1998.
- [3] 刘继华,尹承怡,于凤英,等. 外源激素对棉纤维超分子结构及纤维强度的影响[J]. 作物学报,1994, 20(1):120-125.
- [4] 贺竟赓,侯 忠. 喷施乙烯利对棉铃生长发育的影响[J]. 辽宁农业科学,1998,2:45-46.
- [5] 陈德华,陈 源,杨长琴,等. 氮肥与缩节胺配合对 Bt 棉源库特征和铃重的影响[J]. 棉花学报,2002,14(3):147-150.
- [6] 赵希岳,龚 荐,罗时石,等. 棉花叶片光合产物输配的动力学研究[J]. 核农学报,2002,16(1):20-25.
- [7] 陆 苹,赵 冰,李 晖. 谷氨酰胺对 JAL1 杂交瘤细胞生长代谢的影响[J]. 上海免疫学杂志,2002,22(6):388-391.
- [8] 周 琴. 不同品质类型小麦籽粒淀粉和蛋白质形成的生理机理与调控途径[D]. 南京农业大学,2004:6.
- [9] 蒋光华,孟亚利,陈兵林,等. 低温对棉纤维比强度形成的生理机制影响[J]. 植物生态学报,2006,30(2):335-343.
- [10] 刘振英,王寿元,董人伦,等. 夏棉棉铃发育规律与生态环境的关系[J]. 中国棉花,1988,15(3):29-32.
- [11] 刘继华. 陆地棉主要品种纤维品质变异性分析-I. 温度对棉花纤维品质的影响[J]. 山东农业大学学报,1987,18(2):1-8.
- [12] 蒋光华. 低温和棉株生理年龄对棉纤维加厚发育及纤维比强度的影响[D]. 南京农业大学,2005:6.
- [13] 李伟明,刘素恩,王志忠,等. 棉花纤维品质年际间变化及气象因素影响分析[J]. 棉花学报,2005,17(2):103-106.
- [14] 韩迎春,毛树春,王香河,等. 温光和种植制度对棉花早熟性和纤维品质的影响[J]. 棉花学报,2004,16(5):301-306.
- [15] 李生泉,李 锐,范月仙. 棉苗抗冷性与低温诱导蛋白关系的研究[J]. 棉花学报,2006,18(1):43-46.
-