

## 棕色棉纤维发育过程中碳水化合物和色素的变化特征

华水金, 王学德\*, 赵向前, 倪密, 袁淑娜, 蒋立希

(浙江大学农业与生物技术学院, 杭州 310029)

**摘要:** 以深棕色棉、棕色棉、浅棕色棉和白色棉(对照)为材料,研究了纤维发育过程中碳水化合物和色素的变化特征。结果表明,在开花当天至开花后 10 d,白色棉纤维中的可溶性总糖和蔗糖含量最高;其次为浅棕色棉,棕色棉和深棕色棉含量较低且接近;从开花后 15 d 至纤维成熟期棕色棉和白色棉纤维中总糖和蔗糖含量差异不大。整个纤维发育期内果糖含量一直呈下降趋势,且棕色棉和白色棉差异不明显。从开花当天至纤维成熟时,纤维中的色素含量从高到低依次为:深棕色棉>棕色棉>浅棕色棉>白色棉,说明棕色棉纤维因色素的大量积累将消耗部分碳水化合物。

**关键词:** 棕色棉; 碳水化合物; 色素

**中图分类号:** S562.01 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-7807(2008)03-0239-03

## Dynamics of Carbohydrate and Pigment Content During Fiber Development in Brown-colored Cotton

HUA Shui-jin, WANG Xue-de\*, ZHAO Xiang-qian, NI Mi, YUAN Shu-na, JIANG Li-xi

(College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

**Abstract:** One of the most distinctive points of brown cotton fiber is a lot of pigment accumulation during fiber development compared with white cotton fiber. So, dynamics of carbohydrate and pigment content during fiber development was characterized using dark brown, brown, light brown, and white fiber cotton as plant materials. Results showed that white cotton fiber had the highest soluble sugar and sucrose content from the day of anthesis to 10 DPA (days post anthesis). Brown and dark brown cotton fiber had lower sugar content, and their sugar content was similar at the same development stage. From 15 DPA on, total soluble sugar and sucrose content both in brown and white fiber was close. As for fructose content, variation between brown and white cotton fiber was not obvious and showed a decline trend during whole fiber development stage. Pigment content in cotton fiber was dark brown>brown>light brown>white from anthesis to fiber maturation indicating that carbohydrate would be partially consumed due to pigment synthesis in brown cotton fiber.

**Key words:** brown-colored cotton; carbohydrate; pigment

彩色棉是纤维具有天然色彩的棉花,在纺织应用中无须染色,因此具有环保特征。彩色棉的纤维发育过程与白色棉大致相同,但因包含色素大量积累的过程而又表现出自身的特征<sup>[1-3]</sup>。碳水化合物是重要的能量物质,纤维素和色素的合成都需要以碳水化合物作为底物<sup>[4-5]</sup>。为此,我们以不同基因

型棕色棉为材料,对纤维发育过程中碳水化合物和色素的动态变化进行了初步研究。

### 1 材料和方法

以 3 个棕色棉品系 S004(深棕)、X008(棕)、S374(浅棕)及白色对照品种徐州 142 为实验材

收稿日期:2007-04-15 作者简介:华水金(1979-),男,博士, sjhual@163.com; \* 通讯作者, xdwang@zju.edu.cn

基金项目:国家“973”项目(2004 CB 11730502)、浙江省自然科学基金项目(Y306093)和浙江省科技项目(2008C22087)

料。棕色棉品系由本实验室选育,并经过多代自交纯化。试验于浙江大学试验农场进行。3次重复,种植密度为 $3.75 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^2$ 。其他管理措施按照优质棉生产进行。自开花后每天挂牌自交,每隔5 d取一次样,用于色素含量和碳水化合物含量的测定。可溶性总糖、蔗糖及果糖含量测定采用蒽酮比色法<sup>[6]</sup>。棕色棉纤维中类黄酮含量参照赵向前等方法测定<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 碳水化合物的动态

**2.1.1 总糖。**不同基因型棕色棉在纤维发育过程中可溶性总糖含量都从开花当天到开花后10 d迅速增加(图1),之后又快速降低。在开花当天,不同基因型棕色棉和白色棉纤维中的总糖含量几乎相等,但从开花后5 d到10 d,白色棉(徐州142)纤维中的总糖含量远比浅棕色棉高(S374),而棕色(X008)和深棕色棉(S004)又比浅棕色棉低得多。从开花后15 d到45 d,不同基因型棕色棉和白色棉纤维细胞中总糖含量的差异较小。

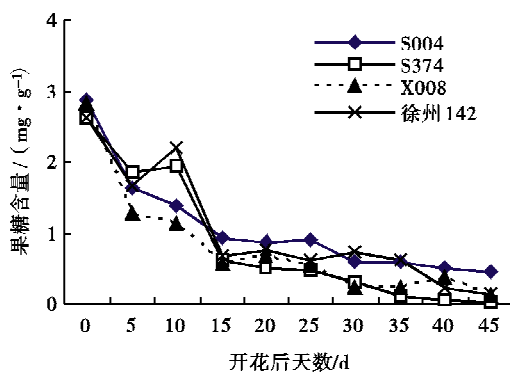
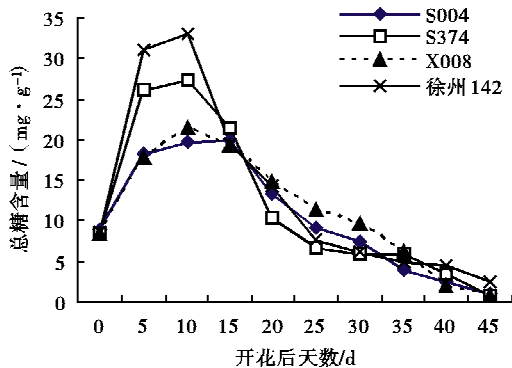


图1 不同基因型彩色棉纤维发育过程中总糖、蔗糖和果糖含量动态

Fig.1 Dynamics of total sugar sucrose and fructose content during fiber development with different genotypes

**2.1.2 蔗糖。**白色棉和浅棕色棉纤维细胞中的蔗糖含量在开花当天至开花后5 d即达到最大值,随后迅速降低(从开花后5 d到25 d,降幅分别约达 $25 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和 $15 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ );深棕色棉和棕色棉在纤维整个发育时期蔗糖含量始终非常接近,而且均从开花当天到开花后10 d达到最大值,之后降低。开花后5 d和10 d内,纤维中的蔗糖含量的高低依次为白色棉>浅棕色棉>深棕色棉>棕色棉。除这两个时期外,其它发育阶段差异不明显。

**2.1.3 果糖。**果糖在不同基因型棕色棉和白色棉纤维发育过程中的变化趋势都表现为一直降低。但从开花当天至开花后15 d的降幅较大,深棕色棉、棕色棉、浅棕色棉和白色棉分别降低了 $1.97, 1.25, 1.99$ 和 $1.94 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ;从开花后15 d起,所有纤维中的果糖含量降低至 $1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 以下。开花后10 d,白色棉纤维细胞中的果糖含量最高,其次是浅棕色棉,棕色棉含量最低,其余各时期不同基因型棕色棉纤维中的果糖含量差值不大。

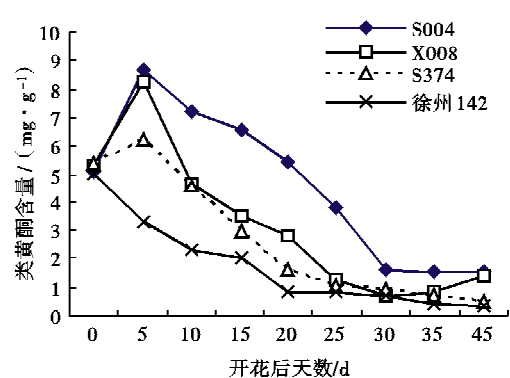
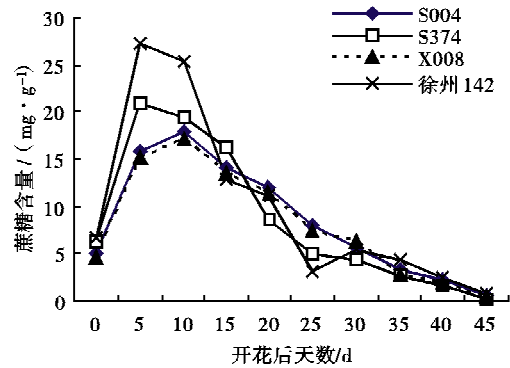


图2 不同基因型彩色棉纤维发育过程中类黄酮含量变化

Fig.2 Dynamics of flavonoid content during fiber development with different genotypes

## 2.2 类黄酮含量的变化

色素物质(类黄酮)的大量沉积是天然彩色棉纤维中显色的基础。图 2 结果表明,在整个纤维发育过程中,白色棉纤维细胞中的类黄酮含量一直呈下降趋势,从开花当天至开花后 20 d 为快速下降时期,而从开花后 20 d 至 45 d 之后则少量降低。深棕色、棕色和浅棕色棉纤维中类黄酮含量则都从开花当天至开花后 5 d 达到高峰,之后迅速降低,直到开花 30 d 以后保持比较平稳状态。这 3 种基因型棕色棉在这 25 d 中分别以平均每天 0.28、0.30 和 0.21  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  的量减少。开花当天,不同基因型棕色棉纤维细胞中的类黄酮含量非常接近;在开花后 5 d,深棕色棉和棕色棉纤维中的类黄酮含量接近,分别比浅棕色棉高 25% 和 28% 左右,比白色棉则要高 60% 左右。在整个纤维发育过程中,深棕色棉花纤维中的类黄酮含量最高,其次是棕色棉,之后为浅棕色棉,白色棉最低。

## 3 小结与讨论

在棉花纤维发育过程中,由于次生细胞壁加厚时期有大量纤维素的合成并沉积<sup>[8]</sup>,而纤维素的合成势必消耗大量碳水化合物,因此总碳水化合物对色素的形成和纤维素的合成可能具有重要影响。本研究果表明,白色棉纤维中的总糖含量和蔗糖含量比棕色棉含量高,但色素含量却比所有棕色棉低,说明白色棉纤维中的碳水化合物的主要趋向为纤维素的合成。此外,浅棕色棉花纤维中的碳水化合物含量仅次于白色棉,而纤维细

胞中的色素含量比棕色棉和深棕色棉低,这似乎暗示着棕色棉颜色越浅,色素含量越低,用于色素合成的碳水化合物的消耗量就越小。

### 参考文献:

- [1] YATSU L Y, ESPELIE K E, KOLATTUKUDY P E. Ultrastructural and chemical evidence that the cell wall of green cotton fiber is suberized [J]. *Plant Physiology*, 1983, 73: 521-524.
- [2] 王学德,李悦有. 彩色棉纤维发育特性的研究 [J]. *浙江大学学报:农业与生命科学*, 2002, 28 (3): 237-242.
- [3] 侯必新,张美桃,李子辉,等. 棕色彩棉叶片光合特性与氮肥调节效应 [J]. *棉花学报*, 2006, 18 (3): 184-185.
- [4] PETTIGREW W T. Environmental effects on cotton fiber carbohydrate concentration and quality [J]. *Crop Science*, 2001, 41: 1108-1113.
- [5] SOLFANELLI C, POGGI A, LORETI E, et al. Sucrose-specific induction of the anthocyanin biosynthetic pathway in *Arabidopsis* [J]. *Plant Physiology*, 2006, 140: 637-646.
- [6] 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册 [M]. 上海:上海科学技术出版社, 1985: 134-138.
- [7] 赵向前,王学德. 天然彩色棉纤维色素成分的研究 [J]. *作物学报*, 2005, 31 (4): 456-462.
- [8] WU Y R, MACHADO A C, WHITE R G, et al. Expression profiling indentifiers genes expressed early during lint fibre initiation in cotton [J]. *Plant Cell Physiology*, 2006, 47: 107-127. ●