

## 天然彩色棉纤维色素提取及光谱特性研究

张小均<sup>1</sup>, 田新惠<sup>1</sup>, 李明月<sup>1</sup>, 刘海峰<sup>2</sup>, 李少昆<sup>1</sup>, 宋武<sup>2</sup>, 孙杰<sup>1\*</sup>

(1. 石河子大学农学院, 新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 石河子, 832003;

2. 新疆天然彩色棉花研究所, 乌鲁木齐, 830016)

**摘要:**以白色棉、绿色棉、棕色棉成熟纤维为材料, 选用氯仿、乙酸乙酯、乙酸乙酯-乙醇(1:1)、乙醇、蒸馏水等5种不同的中性溶剂, 分别对经石油醚脱脂后的不同颜色纤维中色素进行提取。结果表明, 绿色棉纤维色素乙酸乙酯-乙醇(1:1)提取效果最好, 棕色棉纤维色素蒸馏水提取效果最好; 绿色棉纤维色素乙酸乙酯-乙醇(1:1)提取液有3个吸收峰, 由弱到强分别在252 nm、300 nm和328 nm, 其色素随相对浓度减小, 光吸收值相应变小, 300 nm和328 nm处吸收峰的光吸收值与浓度的变化有明显的线性关系; 棕色棉纤维色素蒸馏水提取液在237 nm处有1个吸收峰, 其色素随相对浓度的减小, 光吸收值也相应变小, 但吸收峰迅速向紫外短波长方向移动。

**关键词:**天然彩色棉; 色素; 光谱特性

**中图分类号:**Q657.3:S 562 **文献标识码:**A

**文章编号:**1002-7807(2007)02-0133-04

## Study on Extraction Method and Spectral Properties of Pigment in Naturally Colored Cotton Fibers

ZHANG Xiao-jun<sup>1</sup>, TIAN Xin-hui, LI Ming-yue<sup>1</sup>, LIU Hai-feng<sup>2</sup>, LI Shao-kun<sup>1</sup>, SONG Wu<sup>2</sup>, SUN Jie<sup>1\*</sup>

(1. College of Agriculture, Key Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang Bingtuan, Shihezi University, Shihezi, 832003, China; 2. Naturally Colored Cotton Research Institute of Xinjiang, Urumqi, 830016, China)

**Abstract:** Pigment in the mature fiber of green fiber and brown fiber defatted with the petroleum ether was extracted by five kinds of neutral solution (chloroform, ethyl acetate, ethyl acetate - ethanol(1:1), ethanol and distilled water). The result showed that the extraction of pigment in natural green fiber by using ethyl acetate - ethanol (1:1), while that in natural brown fiber by using distilled water was the most effective, respectively. The UV spectrum characteristic of the pigment of natural colored cotton was analyzed. There were three absorbance peaks for green pigment at 252 nm, 300 nm and 328 nm, respectively. There was a linear relationship between the absorbance value and its relative concentration at 300 nm or 328 nm. The brown pigment from distilled water distillation had a maximum absorbance peak at 237 nm, but the spectrum of absorbance peak moved to shortwave with the pigment concentration's declined.

**Key words:** naturally colored cotton, pigment, spectral characteristics

收稿日期:2007-03-07 作者简介:张小均(1978-)男,在读硕士; zhangxiaojun\_paper@163.com; \* 通讯作者: sun-jiezh@yahoo.com.cn

基金项目:新疆兵团科技局基础研究资助项目(2006JC02)

天然彩色棉又称天然有色棉,是棉纤维含有天然色素的棉花类型<sup>[1]</sup>,由于其纤维具有天然的色彩,在纺织过程中无需化学染色,避免了化学染料对健康的危害和印染废水对环境的污染,符合人们崇尚自然、注重健康的消费理念<sup>[2]</sup>,近年来受到社会关注和科研单位的重视。

目前,虽然天然彩色棉纤维品质育种见到成效<sup>[3-4]</sup>,但是天然彩色棉纤维颜色单调,无法满足人们对服饰品绚丽多彩的要求<sup>[5-6]</sup>。新颜色彩色棉的培育,需要首先了解现有彩色棉色素的组成、种类和形成机理。王学德等<sup>[7]</sup>报道采用 HNO<sub>3</sub>/乙醇(1:4)提取天然彩色棉纤维色素,该方法提取的色素在 412 nm 有最大吸收峰,并指出可在此波长下根据吸收值大小定量彩色棉色泽深浅。詹少华等<sup>[8]</sup>选用 16 种溶剂对天然棕色棉色素进行溶解试验,发现 pH=9 的氢氧化钠和蒸馏水是最为经济有效的棕色棉色素提取溶剂,并在此基础上对色素进行纯化和理化特性分析。但是强酸、强碱作为提取溶剂,会对色素结构本身有破坏性,提取液颜色与纤维颜色差异较大,所提取色素很难用于色素定量和结构分析。

目前,彩色棉纤维中色素的种类、组成和结构仍然是一个尚未深入研究的空白点,其中一个重要原因是棉纤维固有色素提取困难。本研究借鉴天然产物系统溶剂提取方法,采用中性试剂对棕色、绿色彩色棉纤维进行前处理及色素提取,以保证色素物质结构不被破坏,在此基础上对纤维色素提取液进行光谱(200~700 nm)分析,为彩色棉色素定量和色素物质的分子结构分析奠定基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

天然绿色棉品种新彩棉 3 号和棕色棉品种新彩棉 5 号,由新疆中国天然彩色棉集团(股份)有限公司提供,对照白色棉品种新陆早 13 号由石河子农科中心棉花研究所提供。分别于 2005 年和 2006 年种植于石河子大学农学院试验站,按常规方法进行管理。棉花成熟后分别收取 3 个品种子棉,皮辊机轧花后取皮棉备用。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 彩色棉纤维色素提取。**方法一:取绿色、棕色、白色棉纤维(未剪切或研磨)各 5 份,每份 1.00 g,置于 20 mL 试管中,分别加入氯仿、乙酸

乙酯、乙酸乙酯-乙醇(1:1)、乙醇、蒸馏水等 5 种极性不同的溶剂各 20 mL,室温(25℃)浸提 24 h,过滤后以对应溶剂定容至 50 mL,备用。方法二:另取绿色、棕色、白色棉纤维(未剪切或研磨)各 5 份,每份 1.00 g,90℃水浴中以石油醚(沸点 60~90℃)为溶剂用索氏提取器对棉纤维脱脂和蜡,棉纤维自然干燥后,纤维颜色无变化,分别加入氯仿、乙酸乙酯、乙酸乙酯-乙醇(1:1)、乙醇、蒸馏水,95℃水浴条件下索氏提取 24 h,提取液过滤后以对应溶剂定容至 50 mL,备用。

**1.2.2 色素提取液 UV 光谱特征测定。**对经石油醚脱脂后的绿色棉纤维乙酸乙酯-乙醇(1:1)提取液和棕色棉蒸馏水提取液用旋转蒸发仪浓缩至溶液浑浊,冷却至室温后过滤,得到色素提取饱和溶液,饱和溶液稀释 10 倍,用 Shimadzu UV-2401PC 分光光度计光谱(200-700 nm)扫描分析。**1.2.3 色素浓度对 UV 光谱影响的测定。**分别以绿色棉纤维乙酸乙酯-乙醇(1:1)提取液和棕色棉蒸馏水提取液的色素饱和液浓度为 10,用相应提取溶剂分别稀释至 10.00、4.00、2.00、0.50、0.10 和 0.05,测定 200~700 nm 光谱。

## 2 结果与分析

### 2.1 未经石油醚脱脂彩色棉色素提取效果

未经脱脂的彩色棉纤维经氯仿、乙酸乙酯、乙酸乙酯-乙醇(1:1)、乙醇、蒸馏水室温下浸提 24 h,所有提取液均为无色,推测可能是棉纤维表面含有蜡质阻止了提取溶剂与纤维内部色素物质作用。

### 2.2 经石油醚脱脂后彩色棉色素提取效果

彩色棉纤维经石油醚脱脂,自然干燥后纤维颜色无变化,绿色棉纤维用氯仿、乙酸乙酯、乙酸乙酯-乙醇、乙醇提取,提取液均显绿色,按颜色由深至浅分别为:乙酸乙酯-乙醇(1:1)提取液、乙醇提取液、乙酸乙酯提取液、氯仿提取液,以蒸馏水提取的提取液为无色。与绿色棉纤维提取效果相反,棕色棉纤维以氯仿、乙酸乙酯、乙酸乙酯-乙醇、乙醇为溶剂的提取液均为无色,但以蒸馏水为溶剂的提取液为棕色。对照白色棉纤维用各溶剂提取均为无色(图 1)。

### 2.3 色素提取液光谱特征分析

分别以绿色棉乙酸乙酯-乙醇(1:1)色素提取液和棕色棉蒸馏水色素提取液进行光谱扫描分

析,结果表明:绿色棉色素物质有 3 个吸收峰,分别在 252 nm、300 nm 和 328 nm,其中在 328nm 处的吸收最强,300 nm 吸收次之,252 nm 最弱(图 2);棕色棉色素只有 1 个吸收峰,峰值在 237 nm 附近(图 3)。

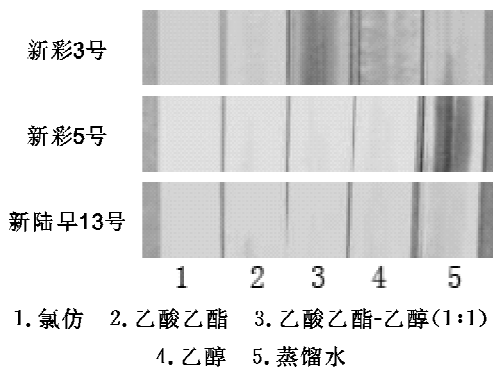


图 1 不同溶剂提取彩色棉纤维色素 (图为比色管装提取液)

Fig. 1 The distillate solutions of natural color cotton fibers by different solvents

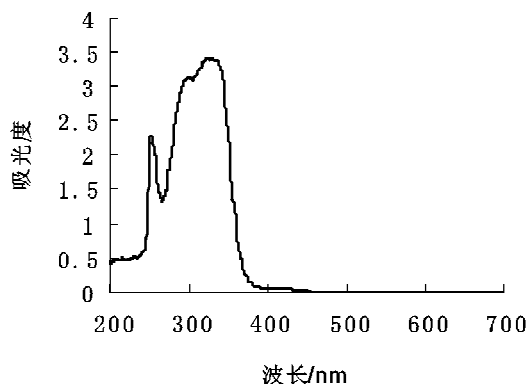


图 2 绿色纤维乙酸乙酯-乙醇(1:1)提取液对光谱吸收的波长扫描图谱

Fig. 2 The wavelength scanning map for ethyl acetate - ethanol (1:1) distillate solutions of green fibers

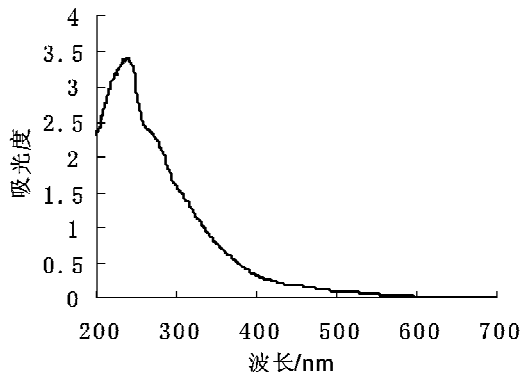


图 3 棕色纤维蒸馏水提取液对光谱吸收的波长扫描图谱

Fig. 3 The wavelength scanning map for distilled water distillate solutions of brown fibers

## 2.4 色素浓度对光谱特性影响

如图 4 所示,绿色棉色素(乙酸乙酯-乙醇提取液)随相对浓度减小,光吸收值相应变小,252nm 附近吸收峰随色素浓度减小轻微向短波长方向飘移(图 4),300 nm 和 328 nm 吸收峰的光吸收与浓度的变化有明显的线性关系。棕色棉纤维色素(蒸馏水提取液)随相对浓度的变化,光吸收值也相应变小,但吸收峰随浓度减小迅速向紫外短波长方向移动(图 5),推测可能是由于色素中含有杂质或色素成份的多组分造成的。

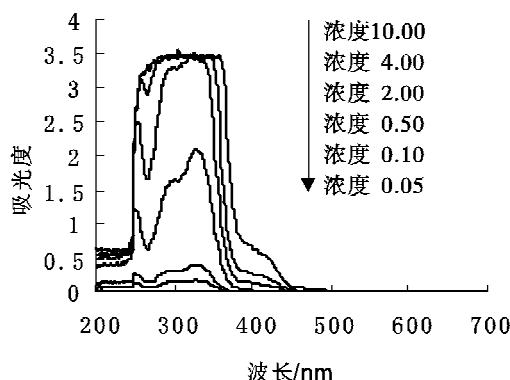


图 4 浓度对绿色纤维色素光谱的影响

Fig. 5 The effect of the concentration on the spectrum for the pigment of natural green fibers

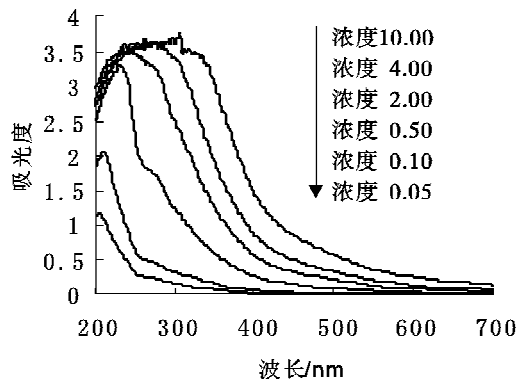


图 5 浓度对棕色纤维色素光谱的影响

Fig. 5 The effect of the concentration on the spectrum for the pigment of natural brown fibers

## 3 结论与讨论

### 3.1 提取溶剂的选择

彩色棉色素物质主要分布在纤维中腔和次生细胞壁<sup>[9-12]</sup>,纤维表面含有蜡、脂,未经石油醚脱脂的彩色棉纤维不能直接用溶剂快速提取色素。为避免强酸、强碱对色素物质原初结构的破坏,保证提取出的色素物质颜色与纤维颜色一致,依据天然彩色棉纤维色素沉积部位和纤维自身特点,

参照天然产物提取的方法<sup>[13]</sup>,我们选用石油醚脱脂后的中性溶剂提取天然彩色棉纤维色素,结果表明:绿色棉纤维色素用乙酸乙酯-乙醇(1:1),棕色棉纤维用蒸馏水为溶剂可有效提取出色素,其提取液颜色与纤维颜色一致。由于使用中性溶剂可以保证不对色素结构造成破坏,为色素物质的分子结构分析提供了可靠保证。

从色素提取实验可以看出,绿色棉纤维色素溶于极性小的有机溶剂,棕色棉纤维色素主要溶于极性溶剂。据相似相溶原理可以推断绿色棉纤维色素主要是脂溶性的,棕色棉纤维色素则为水溶性物质,这也说明绿色和棕色纤维色素的成分是不同的,印证了赵向前等人的推测<sup>[14]</sup>。

### 3.2 彩色棉色素光谱特征及定量分析

天然彩色棉纤维色素物质的定性和定量研究,对彩色棉科学研究和生产应用都有重要价值,目前在这方面的研究还较粗浅。本研究对绿色棉纤维乙酸乙酯-乙醇(1:1)提取物溶液和棕色棉纤维水为溶剂的提取液进行光谱吸收特征分析,绿色棉色素有3个吸收峰,由弱到强分别在252 nm、300 nm和328 nm处,棕色棉色素物质仅在237 nm附近有1个吸收峰。

绿色棉色素随相对浓度减小,光吸收值相应变小,300 nm和328 nm处吸收峰的光吸收与浓度的变化有明显的线型关系。棕色色素(蒸馏水提取液)随相对浓度的变化,光吸收值也相应变小,但吸收峰波长随浓度减小迅速向紫外短波长方向移动,推测可能是由于色素中含有杂质或色素成份的多组分造成的。

### 参考文献

- [1] 杜雄明,张天真,袁有禄.有色棉的研究利用现状及展望[J].中国农学通报,1997,(13):30-32.
- [2] 邱新棉.天然彩色棉研究进展与发展前景[J].棉花学报,2004,16(4):249-254.
- [3] 赵向前,王学德.细胞质雄性不育彩色棉的杂种优势利用和制种研究[J].棉花学报,2005,17(1):8-11
- [4] 郭宝德,杨芬,牛永章,等.远缘杂交与半配合育种相结合培育彩色棉[J].棉花学报,2005,17(2):36-39.
- [5] 汤寿伍,赵天鹏,张振南,等.新疆天然彩色棉的研发现状与应用[J].中国棉花,2005,32(5):4-5.
- [6] 张林水,姜艳丽,吴霞,等.我国彩色棉的发展战略选择[J].中国棉花,2005,33(2):9-11.
- [7] 王学德,李悦有.彩色棉纤维色素提取和测定方法的研究[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2002,28(6):596-600.
- [8] 詹少华,林毅,蔡永萍,等.天然棕色棉色素提取、纯化及其UV光谱研究[J].激光生物学报,2004,13(5):324-328.
- [9] 张镁,胡伯陶,等.天然彩色棉的基础和应用[M].北京:中国纺织出版社,2005.
- [10] 邱新棉,周文龙,李茂松.天然彩色棉纤维色素的遗传基础形成及湿处理色素变化规律的研究[J].中国农业科学,2002,35(6):610-615.
- [11] 李悦有,王学德.彩色棉纤维的超微结构观察[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2002,28(4):379-382.
- [12] 董合忠,李维江,唐薇,等.彩色棉纤维发育与色素形成[J].中国棉花,2004,31(2):2-4.
- [13] 肖崇厚.中药化学(供中药类专业用)[M].上海:上海科学技术出版社,1997.
- [14] 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. ●