

文章编号:0253-9721(2007)10-0023-04

# 果胶酶处理对天然彩色棉纤维性能和结构的影响

陈莉,张健飞

(天津工业大学 纺织学院,天津 300160)

**摘要** 针对果胶酶处理对天然彩色棉纤维性能和结构的影响,对天然彩色棉纤维的吸湿性、强力和色差以及脂蜡质含量进行测试,分别采用扫描电子显微镜和生物显微镜观察纤维的表皮结构以及色素分布,并与碱处理作比较。结果显示:果胶酶处理不仅符合天然彩色棉的环保特性,且处理后天然彩色棉纤维的吸湿性能明显改善,纤维强力没有明显的下降,纤维的结构未被破坏,纤维内保留了大量脂蜡质,纤维色素没有明显流失;果胶酶处理更适合用来改善天然彩色棉的吸湿性。

**关键词** 天然彩色棉;果胶酶处理;碱处理;纤维性能;纤维结构

中图分类号:TS101.921 文献标识码:A

## Effects of pectinase treatment on structure and properties of naturally colored cotton fiber

CHEN Li, ZHANG Jianfei

(School of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China)

**Abstract** For studying the effects of pectinase treatment on structures and fiber properties of naturally colored cotton fiber, the moisture absorption, fiber strength, chromatism and waxy materials content of the treated samples were tested. Surface structure and pigment distribution of the samples before and after treatment were observed by scanning electron microscope and bio-microscope respectively, and compared with those by alkali treatment. The results showed that pectinase treatment is beneficial to environmental protection of naturally colored cotton, improves its moisture absorption significantly without noticeable adverse effect on the fiber strength and structure, or the contents of waxy substance and pigments. So pectinase treatment is more suitable for improving the moisture absorption of naturally colored cotton.

**Key words** naturally colored cotton; pectinase treatment; alkali treatment; fiber property; fiber structure

作为新型环保纤维,天然彩色棉有着广阔的应用前景,而彩色棉种植和纺织加工方面还存在许多问题有待进一步研究,其中天然彩色棉的生物处理是非常重要的环节<sup>[1]</sup>。在纺织加工过程中,天然彩色棉虽然不需要染色,但要去除杂质以改善其吸湿性,天然彩色棉中存在色素,如果采用碱处理改善天然彩色棉的吸湿性,碱会与色素发生反应,且用碱处理也不符合天然彩色棉的环保特性,因而天然彩色棉不适合用碱进行处理<sup>[2-3]</sup>。本文用果胶酶 Scourzyme L 对天然彩色棉纤维进行处理,对处理后纤维的性能(吸湿性、强力、色差)、表面结构、脂蜡质含量、色素分布进行观察

与测试,并与碱处理结果进行比较,以期天然彩色棉的生物酶处理提供参考和依据。

## 1 实验

### 1.1 试样准备和纤维处理

采用 AS181 A 梳棉试验机(上海纺织工学院机械工厂)梳棉,然后分别称取5 g样品按表1所示的方式进行处理。浴比为40:1,缓冲液采用 NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>和 NaOH 进行调节,果胶酶 Scourzyme L 由诺维信公司提供。纤维经过处理后,水洗晾干。

收稿日期:2006-11-11 修回日期:2007-05-28

基金项目:天津市科技委员会资助项目(043104711)

作者简介:陈莉(1974-),女,讲师,博士。研究领域为针织工艺与新技术及天然彩色棉的应用。E-mail:clwsy@163.com。

表 1 处理方法

Tab.1 Treatment methods

编号	处理 介质	碱或果胶 酶浓度	温度/ ℃	pH 值	时间/ min	JFC/ (g·L <sup>-1</sup> )
1 <sup>#</sup>	水处理	—	80	—	60	0.4
2 <sup>#</sup>	果胶酶	0.4%(o.w.f)	50	8	20	0.4
3 <sup>#</sup>	果胶酶	0.6%(o.w.f)	50	8	20	0.4
4 <sup>#</sup>	碱处理	3 g/L	40	—	60	0.4

## 1.2 测试方法

天然彩色棉纤维的表面结构采用 Quan Ta 200 扫描电子显微镜(荷兰 FEI 公司)进行观察。脂蜡质含量参照 GB 5881—1986 进行测试。色素分布利用 Panasonic Super Dynamic II WV-GP460 生物显微镜(北京泰克仪器公司)观察。吸湿性用回潮率表示,参照 GB/T 6102.1—1985 的方法进行测试。纤维强力参照 GB 6101—1985 进行测试。色差参照 GB 8424—1987 进行测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 天然彩色棉纤维的吸湿性、强力和色差

处理前后天然彩色棉纤维的吸湿性和强力值见表 2。可以看出,与未处理的天然彩色棉纤维相比,采用果胶酶和碱处理后天然彩色棉的回潮率均增加。果胶酶处理后天然彩色棉的回潮率增加幅度比碱处理的要高,且当果胶酶用量为 0.6%(o.w.f)时,处理后彩色棉的回潮率增加更为明显。对纤维强力

进行测试后发现,经果胶酶处理天然彩色棉纤维的强力变化不大,而碱处理后天然彩色棉纤维的强力明显下降。

表 2 天然彩色棉纤维的吸湿性和强力

Tab.2 Moisture regain and strength of naturally colored cotton

试样编号	回潮率/%		纤维强力/cN	
	棕棉	绿棉	棕棉	绿棉
0 <sup>#</sup>	8.42	7.98	2.76	1.50
1 <sup>#</sup>	9.32	7.53	2.77	1.58
2 <sup>#</sup>	9.44	8.79	2.80	1.46
3 <sup>#</sup>	9.94	9.28	2.87	1.48
4 <sup>#</sup>	9.17	8.69	2.12	1.37

注:未经处理编号为 0<sup>#</sup>。

由于天然彩色棉纤维自身带有色彩,处理后纤维颜色会发生变化,对其色差进行测试,结果见表 3。表中,  $Da^*$  和  $Db^*$  为色度差,  $Da^*$  为正值时表示样品的红光增加,为负值时表示样品绿光增加;  $Db^*$  为正值时表示样品黄光增加,为负值时表示样品蓝光增加<sup>[4]</sup>。由表 3 可见,果胶酶处理后棕棉纤维的红光和黄光的变化幅度较小,果胶酶处理后棕棉纤维的红光和蓝光略有增加,但变化幅度较小;碱处理后棕棉纤维的  $Db^*$  为 2.243,略偏向黄光。对于绿棉纤维而言,果胶酶处理后  $Da^*$  为 -6.757,偏向绿光,  $Db^*$  为 -0.929,偏向蓝光,可见纤维明显偏向绿光;碱处理后  $Da^*$  与  $Db^*$  均为负值,  $Da^*$  数值较小,  $Db^*$  的绝对值高于  $Da^*$ ,意味着绿棉偏向蓝光的程度远远大于绿光。

表 3 处理后天然彩色棉的色差变化

Tab.3 Chromatism of naturally colored cotton after treatment

试样编号	天然棕棉				天然绿棉			
	$DE^*$	$DL^*$	$Da^*$	$Db^*$	$DE^*$	$DL^*$	$Da^*$	$Db^*$
1 <sup>#</sup>	2.400	-1.757	-1.603	-0.323	6.512	-4.357	-4.734	-1.006
3 <sup>#</sup>	5.528	-5.462	0.511	-0.684	9.287	-6.300	-6.757	-0.929
4 <sup>#</sup>	2.794	-1.623	-0.377	2.243	18.244	-17.674	-0.471	-4.503

### 2.2 天然彩色棉纤维的表面结构变化

图 1 为处理前后天然彩色棉纤维的表面结构。图 1(a) 为未处理的天然棕棉纤维,纤维表面平滑,有沟槽状起伏皱纹。图 1(b) 是用 0.4%(o.w.f) 的果胶酶处理后的天然棕棉纤维,纤维表面有孔洞出现,表面结构没有太明显的变化。当果胶酶用量为 0.6%(o.w.f) 时,纤维表面出现凹槽(见图 1(c)),且有突出的原纤,纤维表面裂痕和孔洞较为明显。同果胶酶处理后纤维表皮上形成不连续的凹槽相比,碱处理后(见图 1(d)) 的纤维表皮呈连续状大片脱

落,由此推断在处理条件较为剧烈时,碱的作用可能会波及纤维内部其他物质,使得纤维的主体受到损坏,从而使纤维的强力下降。

### 2.3 天然彩色棉纤维的脂蜡质含量

处理后天然彩色棉纤维的脂蜡质含量测试结果见表 4。与未处理的天然彩色棉纤维相比,水处理后纤维的脂蜡质含量并未减少,果胶酶处理后纤维的脂蜡质含量略有减少,碱处理后脂蜡质含量大幅降低。对比天然棕棉与天然绿棉纤维脂蜡质减少的量可以推断,果胶酶处理后纤维减少的脂蜡质主要

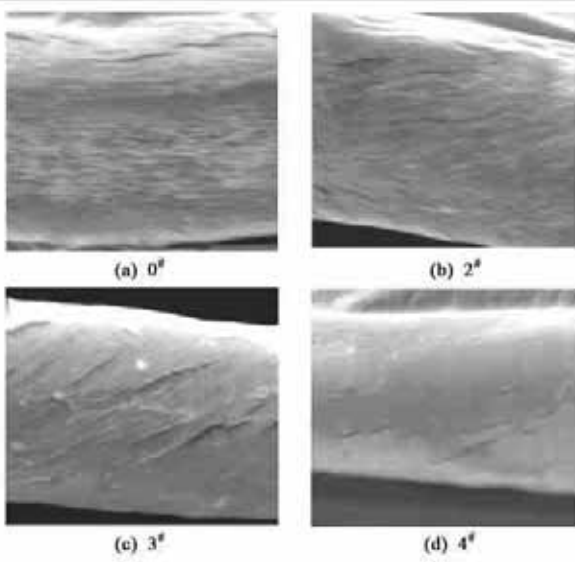


图 1 天然棕棉纤维的表面结构(× 8 000)

Fig.1 Micrograph of surface of naturally brown cotton (× 8 000)

为表皮中的脂蜡质。有研究表明,绿棉次生层内有嗜钺层,嗜钺层与脂肪、木脂素和色素有关<sup>[5]</sup>。碱处理后绿棉脂蜡质含量大量减少,说明在碱处理过程中次生层内的嗜钺物质有可能流失,因而绿棉中的色素也有可能随之流失。

表 4 处理后天然彩色棉纤维的脂蜡质含量

Tab.4 Waxy materials content of naturally colored cotton fiber after treatment %

试样编号	天然棕棉	天然绿棉
0 #	0.36	8.23
1 #	0.36	8.23
2 #	0.13	7.98
3 #	0.20	8.03
4 #	0.06	3.05

### 2.4 天然彩色棉纤维的色素分布

将纤维用铜氨溶液浸泡,溶胀后用 Panasonic Super Dynamic II WV-GP460 生物显微镜观察,结果如

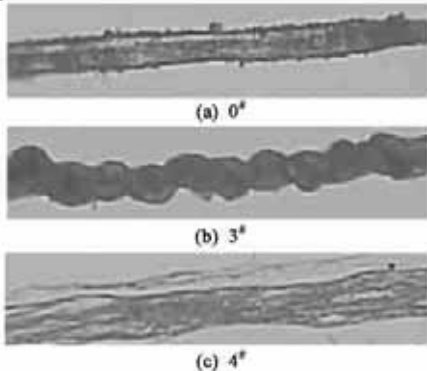


图 2 天然棕棉纤维的色素分布(× 400)

Fig.2 Pigment distribution of naturally brown cotton (× 400)

图 2 3 所示。

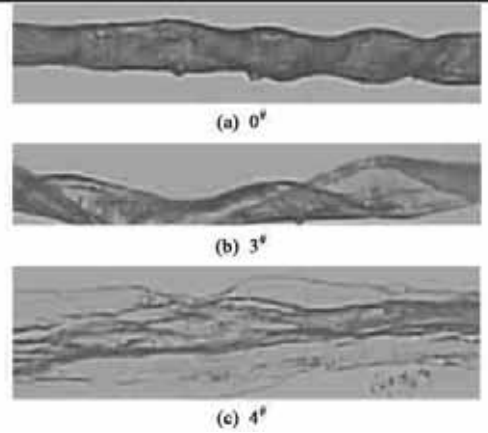


图 3 天然绿棉纤维的色素分布(× 400)

Fig.3 Pigment distribution of naturally green cotton(× 400)

天然棕棉纤维未处理时色素主要分布在中腔内(见图 2(a)),经果胶酶和碱处理后的色素仍分布在中腔内(见图 2(b),(c))。天然绿棉纤维未处理时色素主要分布在中腔和次生层的内层(见图 3(a)),果胶酶处理后(见图 3(b))色素没有明显的流失现象,碱处理后(见图 3(c))色素主要分布在中腔,次生层中颜色明显变淡,说明碱处理时位于天然绿棉纤维次生层中的色素可能流失,与表 4 的结论相符。

从图 2 3 中还可发现,果胶酶处理后的天然彩色棉纤维经铜氨溶液处理后,纤维的结构完整,碱处理后的天然彩色棉纤维再经铜氨溶液处理,纤维次生层无限溶胀,说明碱处理后天然彩色棉纤维的结构被破坏,纤维的强力会下降。

### 3 结 论

本文对果胶酶处理后天然彩色棉纤维的性能和结构进行测试和分析,并与碱处理作对比,果胶酶处理后天然彩色棉纤维的吸湿性改善较好,纤维内保留了大量脂蜡质,使得纤维吸湿性能改善的同时得以保持柔软的手感,纤维强力没有明显下降。表面结构图和色素分布图均显示碱处理后彩色棉纤维的结构被破坏,果胶酶处理后彩色棉纤维的结构未被破坏;色差测试结果和色素分布图显示,果胶酶处理后天然彩色棉纤维中色素没有明显流失,碱处理后天然彩色棉纤维(尤其是天然绿棉纤维)中色素明显流失,颜色变化幅度较大。因此,与碱处理相比较,天然彩色棉更适合用果胶酶进行处理。

FZXB

(下转第 29 页)

(上接第 25 页)

参考文献:

- [ 1 ] 陈英,宋心远.天然彩色棉的研究现状[J].纺织学报,2004,25(5):126-128.
- [ 2 ] 邱新棉,周文龙,李茂松,等.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.
- [ 3 ] 周文龙,李茂松,陈东芝,等.天然有色棉湿处理色变规律初探[J].纺织学报,2002,23(3):179-181.
- [ 4 ] 韩光亭,郑春晓,王秋美,等.pH 值对彩棉纤维颜色的影响[J].青岛大学学报,2003,18(1):55-57.
- [ 5 ] 张镁,吴红霞,马长华,等.彩棉纤维的形态结构、超微结构和主要化学组成[J].印染,2002(6):1-5.