

菠萝叶纤维与黏胶纤维的定量方法研究

阮凌峰,黄怡婧,张 伟,张云娟

(上海市质量监督检验技术研究院,上海 200040)

摘要:通过对菠萝叶纤维的外观形貌和溶解性能的研究,发现菠萝叶纤维表面粗糙有裂缝,无天然扭曲,纵向有长形条纹,横节不明显,横截面呈椭圆形和多边形,有中腔,有良好的耐有机溶剂性能,耐碱不耐酸。对菠萝叶纤维与黏胶纤维混纺织物的定量分析进行了研究探讨,验证了甲酸/氯化锌法对其混纺织物的适用性,并得到质量变化修正系数 $d = 1.0544$,为菠萝叶纤维混纺织物的定性定量分析提供一定的检测依据。

关键词:菠萝叶纤维;黏胶纤维;溶解性能;修正值;定量分析

中图分类号:TS107

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2019)08-0040-03

菠萝叶纤维属于麻类纤维的叶纤维,又称菠萝麻和凤梨麻^[1],具有优异的吸湿、透湿性能,且具有抗菌防臭、坚挺耐磨等特点,是一种来源丰富、价格低廉的新型天然纺织材料^[2-7]。随着纺纱技术的突破与提高,菠萝叶纤维已成功运用于纺织产品中,有纯纺的绿色仿皮革产品,有与黏胶纤维、棉、聚酯纤维和腈纶等纤维混纺的袜子、毛巾等^[8-9]。最新版的GB/T 11951-2018《天然纤维术语》^[10]中加入了“菠萝叶纤维”,并从实际的检测工作中发现,已有客户送检此类产品,市场呈上升趋势,但国家暂时未有此类产品的定性定量检测方法。本文运用部分常规检测方法对菠萝叶纤维的外观形貌和溶解性能进行了研究分析,同时借鉴现有标准,对菠萝叶纤维与黏胶纤维混纺织物的定量分析进行了研究探讨,填补菠萝叶纤维产品检测的空白,促进行业发展。

1 材料及仪器

材料:菠萝叶纤维,菠萝叶纤维与棉、黏胶纤维混纺织物(市场样品),菠萝叶纤维与黏胶纤维混纺样品(实验室自制)。

试剂:硫酸、盐酸、甲酸、氯化锌、次氯酸钠、氢氧化钠、氨水、N,N-二甲基甲酰胺、丙酮、二氯甲烷、硫氰酸钾。所述试剂均为分析纯,由国药集团化学试剂有限公司提供。

仪器:扫描电子显微镜,光学显微镜,电热恒温振荡水槽,分析天平,烘箱。

2 试验方法

2.1 形态结构观察

光学显微镜^[11]:将适量纤维和切好的纤维横截面切片平铺于载玻片上,滴一滴甘油,盖上盖玻片,置于显微镜载物台,在100~400倍下观察其形态。

电子显微镜:将适量菠萝叶纤维及纤维切片置于电子显微镜下,观察其表面微观结构。

2.2 溶解性能分析^[12]

将少量纤维试样置于小烧杯中,加入适量溶剂,在指定温度下放置3 min,观察纤维溶解情况。

2.3 甲酸/氯化锌法^[13]

2.3.1 溶液配制

甲酸氯化锌溶液:将20 g无水氯化锌和68 g无水甲酸加水配制成100 g甲酸/氯化锌溶液。

稀氨水溶液:将20 ml氨水用水稀释至1 L。

2.3.2 试验步骤

试样按照GB/T 2910.1-2009《纺织品定量化学分析 第1部分 试验通则》进行制备^[14]。将制备好的试样迅速放入盛有已预热温度为 70 ± 2 °C的甲酸/氯化锌溶液的三角烧瓶中,每克试样加入100 ml甲酸/氯化锌溶液,盖紧瓶盖。摇动三角烧瓶,浸湿试样,在 70 ± 2 °C下放置20 min,期间振荡2次。振荡最后一次,用已知干燥质量的过滤坩埚过滤三角烧瓶中的残留物,依次用70 °C的甲酸/氯化锌溶液、70 °C水,稀氨水中和,并使残留物与溶液充分接触10 min,再用冷水冲洗至中性,每次清洗都先重力排液后,再用抽滤装置抽吸排液。烘干过滤坩埚和残留物,冷却,称重。

收稿日期:2019-06-17

作者简介:阮凌峰(1991-),男,汉族,助理工程师,硕士研究生,主要从事功能性纺织品研究及检测,E-mail:feng2120487@163.com。

2.3.3 计算方法

菠萝叶纤维质量变化修正系数 d 的计算公式见式(1)。

$$d = m_0 / m_1 \quad (1)$$

式中 m_0 为溶解前菠萝叶纤维干燥质量(g); m_1 为溶解后菠萝叶纤维干燥质量(g)。

纤维含量计算公式见式(2)。

$$p(\%) = \frac{m_3 d}{m_2} \times 100 \quad (2)$$

式中 p 为纤维含量(%); m_2 为试样干燥质量(g); m_3 为残余物干燥质量(g); d 为不溶组分的质量变化修正系数。

3 结果与讨论

3.1 菠萝叶纤维形态结构

菠萝叶纤维的表面和截面形态的光学显微镜、扫描电镜照片分别为图1、图2。

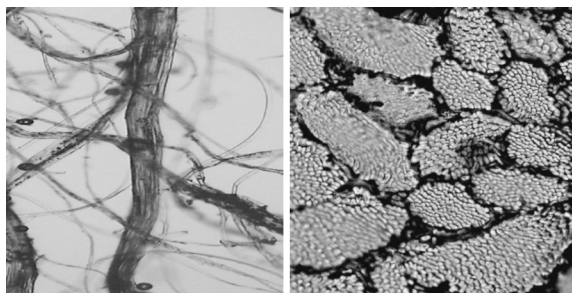


图1 菠萝叶纤维的表面和横截面结构形态图

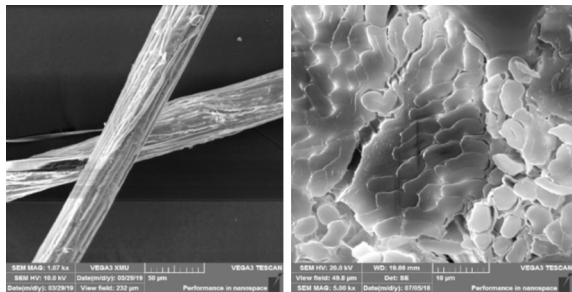


图2 菠萝叶纤维的表面和横截面扫描电镜图

观察图1、图2,可以发现菠萝叶纤维的表观形貌和微观结构形态:纤维表面粗糙有裂缝,无天然扭曲,纵向有长形条纹,横节不明显。单纤维横截面呈椭圆形和多边形,排列密集,细胞壁厚,有中空。束纤维由多根单纤维组成,单纤维间排列不均匀,存在一定的缝隙。

3.2 纤维溶解性能分析

菠萝叶纤维在常用试剂中的溶解性能见表1。

表1 菠萝叶纤维在常用溶剂中的溶解情况

试剂	温度/℃			
	常温	50	70	95
98%硫酸	S	—	—	—
75%硫酸	S	S	S	—
37%盐酸	I	P _{SS}	P	—
20%盐酸	I	I	I	P _{SS}
98%甲酸	I	—	—	—
甲酸/氯化锌	I	P _{SS}	P	P
1mol/L次氯酸钠	I	I	P _{SS}	—
5%氢氧化钠	I	I	I	I
N,N-二甲基甲酰胺	I	I	I	I
丙酮	I	I	I	—
二氯甲烷	I	I	—	—
65%硫氰酸钾	I	I	I	I

注:S-溶解;P-部分溶解;P_{SS}-微溶;I-不溶解。

分析表1的溶解试验,发现菠萝叶纤维在酸性条件下分解严重,在碱性环境和有机溶剂中性能稳定,与常见纤维素纤维基本一致。因此菠萝叶纤维的混纺产品可参照现有纤维素纤维的定量标准进行定量分析。根据菠萝叶纤维在甲酸/氯化锌溶液的溶解性能,参照GB/T 2910.22 甲酸/氯化锌法,探究菠萝叶纤维与黏胶纤维混纺织物的定量分析。

3.3 菠萝叶纤维 d 值的测试

为探究甲酸/氯化锌法对菠萝叶纤维混纺产品的适用性及准确性,参照GB/T 2910.22 甲酸/氯化锌法对15份100%菠萝叶纤维样品进行试验,测试其质量变化修正系数 d ,结果见表2。

表2 菠萝叶纤维 d 值测试结果

试样	溶解前试样干燥质量/g	溶解后试样干燥质量/g	修正系数实测值	修正系数平均值
1	1.042 9	0.983 4	1.060 5	1.054 4
2	1.104 3	1.048 8	1.052 9	
3	1.052 7	0.995 5	1.057 5	
4	1.066 2	0.997 0	1.069 4	
5	1.012 7	0.969 5	1.044 6	
6	0.998 5	0.946 1	1.055 3	
7	1.066 7	0.997 2	1.069 7	
8	1.011 5	0.957 2	1.056 7	
9	1.034 1	0.978 6	1.056 7	
10	1.055 7	0.998 6	1.057 1	
11	1.033 8	0.978 2	1.056 8	
12	1.032 2	0.978 0	1.055 4	
13	1.028 5	0.973 0	1.057 0	
14	0.999 2	0.939 8	1.063 2	
15	1.003 7	0.952 3	1.054 0	

由表2可知,菠萝叶纤维在条件为70℃×20min的甲酸/氯化锌溶液中的质量变化修正系数 d 为1.0544,介于苧麻(1)和亚麻(1.07)之间。产生质量

损失的主要原因是甲酸/氯化锌溶液只对菠萝叶纤维的无定形区发生部分损伤。纤维的结晶度高于亚麻,接近苧麻^[15-16],但菠萝叶纤维为天然纤维素纤维,其结晶度随外部生长环境有一定变化,而且其纺纱工艺及前处理都将影响修正值,因此在今后的检测过程中还需进一步研究其质量变化情况,探索更具有通用性、合理性、科学性的修正系数。

3.4 甲酸氯化锌法定量分析

参照 GB/T 2910.22 甲酸/氯化锌法对不同比例的菠萝叶纤维与黏胶纤维混合物(菠萝叶纤维与棉、黏胶纤维混纺织物)进行定量分析,试验结果如表 3 所示。

表 3 甲酸/氯化锌法对不同比例试样的影响 ($d = 1.0544$)

样品 编号	净干质量/g		菠萝叶纤维 (菠萝叶纤维与棉)含量/%			
	试 样	残余物	设计值	实测值	偏 差	
1	a	1.0017	0.1484	15	15.62	0.62
	b	1.0386	0.1593	15	16.17	1.17
	c	1.0785	0.1687	15	16.49	1.49
2	d	1.0314	0.3029	30	30.96	0.96
	e	1.0109	0.2935	30	30.61	0.61
	f	1.0157	0.3003	30	31.17	1.17
3	A	1.1241	0.5402	50	50.67	0.67
	B	1.0538	0.5013	50	50.16	0.16
	C	1.0164	0.4808	50	49.88	-0.12
4	D	1.1428	0.9663	86	88.12	2.12
	E	1.1219	0.9437	86	87.66	1.66
	F	1.0733	0.9144	86	88.79	2.79

注:4号样品为市场购买的不同处理工艺的菠萝叶纤维与棉、黏胶纤维混纺产品。

从表 3 可以看出,甲酸/氯化锌法对菠萝叶纤维与黏胶纤维的混合物有较强的适用性,其最大偏差为 1.49%,最小偏差为 0.12%。其反应机理为^[17]:65%的 $ZnCl_2$ 水溶液中, $ZnCl_2$ 分子能够与水分子结合形成 $ZnCl_2 \cdot 4H_2O$,根据 EDTA 机理, $ZnCl_2$ 作为电子的接受体和给予体,纤维素大分子链上的羟基氧原子与氯化锌水溶液中的 Zn^{2+} 相互作用,使纤维素分子间和分子内的氢键被破坏,从而溶解纤维素。因此甲酸/氯化锌在溶解黏胶纤维的同时也会溶解菠萝叶纤维。由于菠萝叶纤维为天然纤维素纤维,其结晶度、取向度和聚合度都远高于黏胶纤维,在黏胶纤维溶解完成的过程中,甲酸/氯化锌溶液只对菠萝叶纤维的无定形区进行部分溶解,产生质量损失。在光学显微镜下观察各组样品的残余物,发现黏胶纤维已全部溶解,菠萝叶纤维相对完好。4号样品与 1、2、3号样品对比,偏差偏大,主要是因为不同加工方式的菠萝叶纤维的 d 值不同。

4 结论

(1)菠萝叶纤维表面粗糙有裂缝,无天然扭曲,纵向有长形条纹,横节不明显。横截面呈椭圆形和多边形,有中空。

(2)菠萝叶纤维耐碱不耐酸,有良好的耐有机溶剂性能。

(3)菠萝叶纤维的质量变化修正系数 d 与外部生长环境、加工工艺及溶解条件相关,在 $70\text{ }^\circ\text{C} \times 20\text{ min}$ 的甲酸/氯化锌溶液中的质量变化修正系数 d 为 1.0544。

(4)甲酸/氯化锌法对菠萝叶纤维与黏胶纤维的混合物有较高的适用性。

参考文献:

- [1] 杨彬,张毅,高金霞. 菠萝叶纤维棉混纺纱的纺制[J]. 棉纺织技术,2017,(1):52-54.
- [2] 黄涛,蒋建敏,王金丽,等. 菠萝叶纤维结构及其热力学性能研究[J]. 上海纺织科技,2009,37(10):9-12.
- [3] 赵珍玉,王京力,徐霞,等. 基于近红外光谱的棉菠萝麻混纺织物定量分析[J]. 棉纺织技术,2017,45(2):30-32.
- [4] 郭爱莲. 菠萝叶纤维的性能及应用[J]. 山东纺织科技,2005,(6):49-51.
- [5] 陈振宏,刘君妹,张威,等. 菠萝麻混纺织物的性能测试[J]. 棉纺织技术,2016,44(4):33-35.
- [6] 胡敏专. 菠萝叶纤维与羊毛混纺产品的纤维含量定量分析[J]. 科技创新与生产力,2012,(11):41.
- [7] 张慧敏. 菠萝叶纤维抗菌性能及机理研究[D]. 青岛:青岛大学,2016.
- [8] 金琰. 环保新时尚:菠萝叶做成的皮革几可乱真[J]. 世界热带农业信息,2016,(8):47-48.
- [9] 金琰. 2015年中国菠萝产业发展报告及形势预测[J]. 世界热带农业信息,2016,(9):16-24.
- [10] 天然纤维术语:GB/T 11951-2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [11] 纺织纤维鉴别实验方法第3部分:显微镜法:FZ/T 01057.3-2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [12] 纺织纤维鉴别实验方法第4部分:溶解法:FZ/T 01057.4-2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [13] 纺织品定量化学分析第22部分:粘胶纤维、某些铜氨纤维或莫代尔纤维或莱赛尔纤维与苧麻、亚麻的混合物(甲酸/氯化锌法):GB/T 2910.22-2009[S].北京:中国标准出版社,2009.

- 20(16):155-157.
- [7] 王晓慧,覃京燕,姜欣雨,等.基于 Arduino 平台的交互原型设计研究[J].包装工程,2018,39(6):133-138.
- [8] BANZI M. Getting started with Arduino[M]. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2008:3-25.
- [9] 崔 阳,张维华,白云峰.一种基于 Arduino 的智能家居控制系统[J].电子技术应用,2014,40(4):123-125.
- [10] 杨继志,郭 敬. Arduino 的互动产品平台创新设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2012,(4):39-41.
- [11] 刘 青,沈 雷.基于安全理念的智能童装外套设计[J].毛纺科技,2018,46(7):49-52.
- [12] 仇春燕,胡 越.户外运动监测功能骑行服的设计研究[J].上海纺织科技,2016,(4):36-37.
- [13] 张丽萍,王广州.全面二孩政策下的中国人口年龄结构问题:基于稳定人口理论的思考[J].华中科技大学学报(社会科学版),2018,32(3):21-27.
- [14] 杨晨啸,李 鹏.柔性智能纺织品与功能纤维的融合[J].纺织学报,2018,39(5):160-169.
- [15] 田 苗,李 俊.智能服装的设计模式与发展趋势[J].纺织学报,2014,35(2):109-115.
- [16] 施楣梧,肖 红.智能纺织品的现状和发展趋势[J].高科技纤维与应用,2010,35(4):5-8,15.

Research on Intelligent Clothing Platform Based on Wearable Technology

ZHU Xiang-cheng¹, LIU Ya-xia^{1,*}, LIU Hua-xin²

(1.College of Fashion Art and Engineering, Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China;

2.College of Light Industry and Textile, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

Abstract: In order to make intelligent clothing realize quickly, a new method of combing electronic components with clothing based on Arduino was proposed. This method could make the production of intelligent clothing faster, simpler and more convenient. At the same time, the advantages of intelligent clothings over intelligent wearable devices were expounded. The future development of intelligent clothing was also prospected.

Key words: wearable technology; intelligent clothing; Arduino; development trend

(上接第 42 页)

- [14] 纺织品定量化学分析第 1 部分:试验通则:GB/T 2910.1-2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [15] 熊 亚. DMSO/TEAC 处理苧麻纤维的研究[D].上海:东华大学,2017.
- [16] 张彦红,喻春明,朱爱国,等. 55 个苧麻品种纤维结晶度的研究[J].作物杂志,2009,(3):16-20.
- [17] 李 莹. 丝光棉/再生纤维素纤维混纺织物的定量分析研究[D].上海:东华大学,2015.

Study on Quantitative Method of Pineapple Leaf Fiber and Viscose Fiber

RUAN Ling-feng, HUANG Yi-jing, ZHANG Wei, ZHANG Yun-juan

(Shanghai Institute of Quality Supervision and Inspection Technology, Shanghai 200040, China)

Abstract: By studying the appearance and solubility of pineapple leaf fibers, it was found that the surface of pineapple leaf fibers was rough and cracked, had no natural distortion and had long stripes in the longitudinal direction. The cross marking was not obvious. The cross section was ellipse and polygon, and had central cavity. The pineapple leaf fibers had good resistance to organic solvents, alkali resistance was good, but acid resistance was poor. The quantitative analysis of pineapple leaf fiber and viscose fiber blended fabrics was studied and discussed. The applicability of formic acid/zinc chloride method to blended fabrics was verified. The correction coefficient of quality change was 1.054 4, which provided a certain basis for qualitative and quantitative analysis of pineapple leaf fiber blended fabrics.

Key words: pineapple leaf fiber; viscose fiber; solubility; correction value; quantitative analysis