

# 香蕉纤维物理机械性能和化学成分测试分析

周玉庆, 李 龙

(西安工程大学 纺织与材料学院, 陕西 西安 710048)

**摘要:**香蕉纤维是一种新型纤维素纤维,按照苧麻纤维及纱线测试标准,对香蕉纤维物理机械性能和化学成分含量进行测试。结果表明,香蕉纤维吸湿性好,长度较短,强度大,但是强度不匀率也较大,纤维素含量低于亚麻、黄麻,半纤维素和木质素含量较高。

**关键词:**香蕉纤维;化学成分;性能;脱胶

**中图分类号:**TS101.92

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2015)03-0056-04

香蕉是一种在热带、亚热带生长的园艺作物,属芭蕉科芭蕉属单子叶草本植物。我国是香蕉的主产国之一,2002年的香蕉种植面积和产量已经分别达到25.5万 $\text{km}^2$ 和535万t,均居世界第4位,占我国热带水果总量的35%。目前世界上的香蕉纤维尚未得到大规模开发利用,全球约有129个国家种植香蕉,香蕉茎皮每年废弃量巨大。日本对香蕉纤维的研究开发走在了前列,已有公司成功实现香蕉纤维的产业化,印度等具有丰富香蕉资源的东南亚国家也进行了大量研究,我国对香蕉纤维的提取和产品开发正在研发中<sup>[1-3]</sup>。

香蕉纤维可分别从香蕉树韧皮及香蕉叶中提取,从香蕉树韧皮内提取的是香蕉茎纤维,属韧皮类纤维;而从香蕉树叶内提取的则是香蕉叶纤维,属于叶纤维。香蕉纤维化学成分包括纤维素、半纤维素、木质素、果胶、脂蜡质和灰分。其中半纤维素和木质素含量较高,纤维素含量低。由于目前香蕉纤维的应用还不够广泛,所以对香蕉纤维化学成分和物理机械性能测试研究是很有必要的<sup>[4-6]</sup>。

## 1 实验部分<sup>[7]</sup>

### 1.1 材料

海南香蕉纤维

### 1.2 测试

#### 1.2.1 含水率和回潮率

用YG747型8篮恒温烘箱测试香蕉纤维的回潮率。

#### 1.2.2 化学成分

##### (1)脂蜡质含量

将测过含水率的试样,放入脂蜡提取器内,试样高度低于溢流口约10~15mm。烧瓶中加入75ml苯乙醇(体积比2:1)溶液,在恒温下进行提取,控制回流速度为4次/h~6次/h。从提取液开始滴落起计时,提取3h,取出试样,在通风橱内风干。然后放入已知重量的称量瓶中,在105~110℃下烘至恒重(先后两次重量差不超过后一次重量的0.02%,下同)。取出迅速放于干燥器中冷却(30±5)min,分别精确称取试样与称量瓶总重量并记录。

$$W_1(\%) = \frac{G_0 - G_1}{G_0} \times 100 \quad (1)$$

式中:  $W_1$ ——试样的脂蜡质含量(%);  $G_0$ ——试样抽取脂蜡质前(或测含水率)的干重(g);  $G_1$ ——试样抽取脂蜡质后的干重(g)。

##### (2)水溶物含量

将提取脂蜡质后的试样,放入加有150ml蒸馏水的三角瓶中,装好球型冷凝管,沸煮1h,更换新蒸馏水,重新沸煮2h,取出试样,在分样筛中洗净。放入已知重量的称量瓶中,烘至恒重取出,迅速放入干燥器中冷却,称重并记录。

$$W_2(\%) = \frac{G_1 - G_2}{G_0} \times 100 \quad (2)$$

式中:  $W_2$ ——试样的水溶物含量(%);  $G_2$ ——试样提取水溶物后的干重(g)。

##### (3)果胶物质含量

将取出水溶物后的试样,放入加有150ml,浓度为5g/L的草酸铵溶液的三角烧瓶中,装好球型冷凝管沸煮3h。取出在分样筛中洗净,放入已知重量的称量瓶中,烘至恒重。再迅速放于干燥器中冷却,称重并记

录。

$$W_3(\%) = \frac{G_2 - G_3}{G_0} \times 100 \quad (3)$$

式中:  $W_3$ ——试样的果胶物质含量(%);  $G_3$ ——试样提取果胶物质后的干重(g)。

#### (4) 半纤维素含量

将提取果胶物质后的试样,放入加有 150 ml,浓度为 20 g/L 氢氧化钠溶液的三角烧瓶中,装好球型冷凝管,沸煮 3.5 h 取出,于分样筛中洗净,放入已知重量的称量瓶中,烘至恒重,取出迅速放入干燥器中冷却,称重并记录。

$$W_4(\%) = \frac{G_3 - G_4}{G_0} \times 100 \quad (4)$$

式中:  $W_4$ ——试样的半纤维素含量(%);  $G_4$ ——试样提取半纤维素后的干重(g)。

#### (5) 木质素含量

从试样中,随机选 4~6 点,取重约 5 g 的样品,提取脂蜡质后风干剪碎(长度不超过 1.5 mm),称取每个重约 1 g 的试样,共 3 个,分别放于已知重量的有塞三角烧瓶中,烘至恒重取出迅速放于干燥器中冷却、称重、记录。而后缓缓加入 30 ml 浓度为 72% 的硫酸溶液,放置 24 h,然后移至三角烧瓶中,用蒸馏水稀释至 300 ml,装好球型冷凝管沸煮 1 h,稍冷后用已知重量的玻璃砂芯滤器反复抽滤、洗涤,直至滤液中不含硫酸根离子时为止(用 10% 氯化钠溶液检验)。取下玻璃砂芯滤器烘至恒重,迅速放于干燥器中冷却,称重并记录。

$$W_5(\%) = \frac{G'' - G'}{G_0'' - G_0'} \times 100 \quad (5)$$

式中:  $W_5$ ——试样的木质素含量(%);  $G''$ ——试样的木质素与玻璃砂芯滤器总干重(g);  $G'$ ——玻璃砂芯滤器干重(g);  $G_0''$ ——试样与有塞三角烧瓶总干重(g);  $G_0'$ ——有塞三角烧瓶干重(g)。

#### (6) 纤维素含量

根据以上各成分含量的测定值,计算香蕉纤维纤维素含量:

$$W_6(\%) = 100 - (W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5) \quad (6)$$

式中:  $W_6$ ——香蕉纤维纤维素含量(%).

### 1.3 生物酶脱胶<sup>[8-9]</sup>

复配生物酶脱胶工艺流程:

香蕉纤维→复配生物酶处理→失活→水洗→碱煮→水洗→打纤→漂白→水洗→烘干。

#### (1) 复配生物酶处理工艺参数

复配比 果胶酶和半纤维素酶 1:12.5,温度 60 °C,时间 1 h,复配生物酶用量 10%。

(2) 失活 将经过酶处理后的试样在 90 °C 左右的热水中处理 10 min,使酶失去活性,避免酶长时间对纤维起作用,损伤纤维。

(3) 水洗 经复配生物酶处理后,纤维中残留的药品,对后道工序处理以及纤维本身都很不利,应尽量冲洗干净。水洗工序除打纤外均采取先热水洗再冷水洗的水洗工艺,采用热水洗的目的主要是防止已脱出的果胶等物质再次凝聚附着在纤维上。

试验选用 65 °C 左右的热先洗一遍,然后再用冷水将其冲洗至中性。

(4) 碱煮 为了使试剂均匀地作用于试样,缩短处理时间,在选用浓度为 12.5 g/L 的 NaOH 的同时,还选用 2.5% (owf) 的  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  及 2.5% (owf) 的  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  作为煮练助剂,此时控制煮练温度为 100 °C,煮练时间为 2 h,浴比为 1:15。

(5) 打纤 纤维经煮练处理后,大部分胶质已被溶解,但仍有一部分胶质粘附在纤维上,不能分离为单纤维。煮练处理时,纤维长时间浸泡在煮液中,导致纤维的色泽较深,打纤主要是利用打纤棒的机械打击作用,去除粘附在纤维表面的粘糊状胶质。打纤圈数选择 6 圈。打纤时,正面打 3 圈,反面打 3 圈,尽量保证试样两面受打纤棒的打击作用均匀。

(6) 漂白 漂白是对纤维进行氧化处理,因而对纤维的损伤较大,生产中要严格控制漂白工艺条件。参考对苎麻纤维进行  $\text{H}_2\text{O}_2$  与 NaClO 漂白后机械性能的变化结果,采用  $\text{H}_2\text{O}_2$  漂白对纤维造成的损伤程度要略低于 NaClO,故采用  $\text{H}_2\text{O}_2$  漂白。但在实际生产中,考虑到时间与成本问题,多采用 NaClO 进行漂白,可在漂酸洗联合机上连续进行,以缩短工艺流程,节省处理时间。

氧漂工艺:选用  $\text{H}_2\text{O}_2$  用量为 2.5 g/L,NaOH 用量为 1 g/L, $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  用量为 2 g/L,温度 95 °C,时间 45 min,浴比 1:15。

NaClO 工艺:有效氯 2 g/L,温度 30 °C,pH 值 9~10,浴比 1:50,时间 10 min。

(7) 烘干 烘干纤维时烘箱温度应设置的低一些。在有水分存在的情况下,过高的温度会使纤维素发生水解。此外,采用高温进行烘干时,对纤维造成损伤也会较大。实际生产中,当产量能够满足需求时,宜采用低温进行烘干,这样有益于保证纤维质量。

将漂白后的香蕉纤维冲洗干净,放在瓷盘上,记好标记后放入 80 °C 的烘箱中,烘 30 min 后取出自然晾干。

#### 1.4 香蕉纤维长度<sup>[10]</sup>

按照标准 GB 5887—86 对纤维长度测试。香蕉纤维为短纤维,故采用短纤维长度测试方法进行测定。

##### (1) 实验器具

稀梳,一号夹子,限制器绒板,压锤,大黑绒板 30 cm×50 cm,小黑绒板 15 cm×25 cm,钢皮尺,不锈钢镊子。

##### (2) 试验方法

**拣样** 在取好的试样中,拿出 50 mg 左右用镊子拣净其中的杂质。

**梳理** 双手轻轻整理试样,并反复抽取纤维,使其一端整齐。

**整理** 用一号夹子将最长一根纤维夹到有限制器的黑绒板上,如此依次继续抽取,直到纤维抽完为止,然后用左手拿压锤压在纤维上,右手拿住一号夹子,将黑绒板上的较为整齐平直的纤维取下来,按上述方法重复一次。

**排图** 将整理好的试样按纤维长短顺序抽取排列在大黑绒板上,使纤维一端整齐平直,从长到短均匀的排列在大黑绒板的底线上,底线长度为 20~25 cm。

**分组** 按纤维长度分组,组距为 1 cm 将压锤压在纤维上,按组从长到短用镊子一一取出,捻成小绞,放在小黑绒板上。1.5 cm 及以下作为短绒计算。

**称重** 将抽出的每组纤维分别在精密扭力天平上称重,按纤维的长度顺序记录每组重量。

##### (3) 计算方法

纤维平均长度按下式计算:

$$\bar{X} = \frac{\sum g_i l_i}{\sum g_i} \quad (7)$$

式中  $\bar{X}$  为纤维平均长度(cm); $g_i$  为每组纤维重量(mg); $l_i$  为每组纤维平均长度(cm)。

#### 1.5 香蕉纤维细度

实验采用中断称重法测量香蕉纤维的细度。

将香蕉纤维排成一端整齐平行伸直的纤维束,然后用纤维切断器在纤维中断切取 10 mm 长的纤维束,再在精密天平上称重,计数这一束中断纤维的根数,根据纤维切断长度、根数和重量,计算纤维的细度。

#### 1.6 香蕉纤维强伸性

采用南通宏大实验仪器有限公司生产的 YG001N

型电子单纤维强力仪测试纤维强度。

#### 1.7 香蕉纤维白度

使用 WSB-3A 型智能式数字白度计测试香蕉纤维的白度。

## 2 结果和分析<sup>[11-12]</sup>

### 2.1 纤维物理机械性能

#### (1) 长度与细度

测得香蕉纤维平均长度为 1.28 cm,属于短纤维。

经过中段切断称重法测试,该批香蕉纤维的平均线密度为 4.76 dtex,由于测试次数较少,没有计算纤维细度的不匀率。

#### (2) 吸湿性与强伸性

测试结果,纤维的回潮率在常温下为 7.81%,含水率为 5.3%,与苧麻纤维接近,因此香蕉纤维吸湿性较好,其制品具有较好的吸湿透气性能。

纤维的强伸性能测试结果见表 1。从表 1 数据可以看出,香蕉束纤维的强力与相关文献所测得数据接近,强力较好,但是强度不匀率较大,这将会影响香蕉纤维在纺织中的应用。其湿态下的强度比干态强度高 50%左右,明显好于其他的麻类纤维。

表 1 纤维的强伸性能

	干 态	湿 态
强度/cN·dtex <sup>-1</sup>	7.01	9.70
强度不匀率/%	56.09	48.54
断裂伸长率/%	2.86	3.97

#### (3) 脱胶后香蕉纤维白度

使用白度测试仪测得香蕉纤维脱胶后的白度为 46。

### 2.2 纤维化学成分测试结果

表 2 香蕉纤维脱胶前后化学成分含量对比

化学成分	香蕉纤维(脱胶前)/%	香蕉纤维(脱胶后)/%
纤维素	58.50	68.10
半纤维素	28.30	23.00
果 胶	2.30	0.78
木质素	6.08	4.83
水溶物	2.61	1.92
脂腊质	2.21	1.37

从表 2 中可以看出香蕉纤维中纤维素和木质素含量较高。

## 3 结论

通过对香蕉纤维物理机械性能和化学成分的测试与分析,进一步了解了其性能特点。(1)香蕉纤维回潮

率较大,吸湿性较好。(2)香蕉纤维拉伸性能良好,性质与麻类纤维接近,适合做夏季面料。(3)香蕉纤维中纤维素和木质素含量较高,经过脱胶后能去除一部分胶质,但是木质素含量还是较高。(4)香蕉纤维的单纤维长度太短,不能直接用于纺纱,必须采用半沤麻等的方式保留一部分胶质,将单纤维粘连成具有一定长度的束纤维(即工艺纤维)来纺纱,只适用于纺中低档纱。

由于测试条件有限,还有一些指标没有测试,如纤维的染色性、光学性能及热学性能等,这些有待于今后进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 魏玉娟.纺织应用化学(第1版)[M].北京:中国纺织出版社,2007.
- [2] 姚穆.纺织材料学(第2版)[M].北京:中国纺织出版社,1996.
- [3] 尤飞.中国香蕉产业发展潜力与对策分析[J].热带农业科学,2004,(1):45-48.

- [4] 柳新燕,郁崇文.香蕉纤维的性能与开发应用分析[J].上海纺织科技,1997,(5):11.
- [5] 杨春燕.香蕉纤维开发利用[J].河北纺织,2008,(2):26-30.
- [6] 杨培生,陈业渊,黎光华,等.我国香蕉产业——现状、问题与前景[J].果树学报,2003,(5):87-92.
- [7] GB 5889-86,苧麻纤维及纱线测试标准[S].
- [8] 温桂清,孙小寅.大麻生物酶——化学联合脱胶工艺[J].广西纺织科技,2001,(4):8-10.
- [9] 张宝胜,鲁文良.浅析亚麻纤维脱胶与亚麻粗纱煮练漂白工艺[J].黑龙江纺织,1999,(4):3-4.
- [10] 党敏.香蕉纤维及其制品[J].国外纺织技术,2001,(12):13-15.
- [11] 赵春梅,汪军,程庆东,竹原、苧麻和香蕉纤维的物理性能比较[A].海峡两岸新型纺纱技术与纤维高峰论坛文集[C].上海:东华大学,2009.
- [12] 王越平,高绪珊,邢声远,等.几种天然纤维素纤维的结构研究[J].棉纺织技术,2006,(2):12-16.

## The Physical & Mechanical Properties and Chemical Composition Test & Analysis of Banana Fiber

ZHOU Yu-qing, LI Long

(School of Textile and Materials, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** Banana fiber was a new type of cellulose fiber. In accordance with ramie fiber and yarn testing standards, the mechanical properties and chemical composition of banana fiber were tested. The results showed that banana fiber moisture absorption was well, the length was short, the strength was well, but the strength irregularity was also larger. The cellulose content was less than jute and linen, and hemicellulose and lignin content were high.

**Key words:** banana fiber; chemical composition; performance; degumming

(上接第53页)

- [12] GB 8410-2006,汽车内饰材料的燃烧特性[S].
- [13] PV 3015-1994,内装饰的非金属材料可冷凝组分的测定

[S].

- [14] GB/T 27630-2011,乘用车内空气质量评价[S].
- [15] ELV2000/53/EC,欧盟汽车报废指令[S].

## Discussion on the Performance Requirement and Testing Standards of the Automotive Interior Fabrics

WU Shuang-quan, CHEN Hua

(Jiangsu Kuangda Automobile Textile Group Co., Ltd., Changzhou 213162, China)

**Abstract:** As the important parts of the automotive decoration materials, automotive textiles were used in special environments. To meet the requirements of decorative, comfort, durability and safety for interior materials, the properties and testing standards of the automotive interior fabrics were discussed.

**Key words:** interior fabric; properties requirement; test standard