

香蕉纤维的研究发展现状与应用

王静怡¹, 李敏^{1, 2, 3, *}

(1. 东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051;

2. 东华大学 现代服装设计与技术教育部重点实验室, 上海 200051;

3. 东华大学 海派时尚设计及价值创造协同创新中心, 上海 200051)

摘要:在纺织服装领域中, 不断开发新型服装材料, 减轻对环境的破坏, 成为了学者们重要的研究课题。其中, 香蕉纤维为纺织服装行业实现绿色可持续发展提供了研发方向。对国内外香蕉纤维的研究进展进行介绍, 结合香蕉纤维的物理化学性能及市场应用进行分析总结。

关键词:香蕉纤维; 新型天然纤维材料; 环境友好纤维

中图分类号:TS 102.2

文献标志码:A

文章编号:1673-0356(2023)02-0011-04

随着服装产业的飞速发展、科技服装的开发, 在带动经济发展的同时, 还给人们的生活带来了便利, 例如 The Circuit 公司研制的 Sound Shirt 让聋哑人感受到音乐的魅力。然而, 随之诞生的还有服装产业的“垃圾”, 例如在染整等工序产生废水、污水、污泥。快时尚等快消服装品牌飞速更新, 以及消费者消费水平提高, 每年都有大量的服装流向垃圾填埋场, 有的材料需要漫长的时间才能降解, 有的甚至不可降解, 或是选择焚烧废旧衣物, 对环境造成不可逆转的破坏。

近年来, 人们越来越关注环境保护问题。“绿色、可持续、循环再利用”的理念也逐渐成为人们的中心, 服装品牌开始选用绿色环保的材料开发新产品, 例如 Gucci 在 2020 年推出的环保系列“Gucci Off The Grid”, 就充分运用了可持续采购的生物基材料。

随着人们对环境关注度的提高, 越来越多的植物纤维已成为许多服装品牌选择的对象。诺悠翩雅(Loro Piana)的主打精品莲花纤维夹克、西装等; 台湾纺织公司 Singtex 推出的 S.Cafe 品牌将咖啡渣纤维加工成布料; 伊卓莎博士(Dr. Carmen Hijosa)研制出的 Pinatex, 即一种菠萝叶纤维皮革材料, 不仅能用来制作皮鞋还能制作皮包、帽子等, 并且废弃物可以完全生物分解; 一家西班牙企业从哥伦比亚进口大量的香蕉茎秆, 通过一系列的加工、设计, 生产出纯天然的香蕉纤维鞋品, 不仅 2 年就可以完全降解, 还减少了农业垃圾。

如今对于天然植物纤维的研究越来越多, 归纳总结目前国内外学者对香蕉纤维的研究进展, 并结合其市场应用进行探讨。

1 香蕉纤维概述

香蕉纤维主要是由纤维素、半纤维素和木质素以及少量的灰分和水溶物组成, 分为香蕉叶纤维和香蕉茎纤维。

早在 13 世纪初, 日本就开始从香蕉树的茎提取纤维制作面料, 东南亚国家由于有着丰富的香蕉资源, 也进行了大量的研究。香蕉属于一年生植物, 因此, 每年当香蕉农户采摘完香蕉, 都产生大量的香蕉茎秆等农业垃圾, 随着科技进步, 人们对香蕉茎秆进行处理提取, 最终制成香蕉纤维, 减少了农业垃圾, 缓解了对环境的破坏。

在很久以前香蕉纤维是十分流行的, 后来, 随着棉、丝绸等纤维的兴起, 香蕉纤维的应用就逐渐减少了。但是由于一些人造纤维织物在生产制造过程中, 对环境造成了严重的破坏与威胁, 人们对保护环境也逐渐重视了起来, 香蕉纤维这种绿色友好的天然纤维又回到了市场。

2 香蕉纤维制作工艺流程

国内外学者对香蕉纤维制作工艺流程的研究有很多。

位于日本冲绳县的喜如嘉芭蕉布保存会介绍了香蕉纤维从茎纤维到织物的过程。首先, 剥去香蕉茎外皮, 取其内皮; 然后对其进行水煮, 煮好之后打散、刮

收稿日期: 2022-09-06; 修回日期: 2022-09-17

第一作者: 王静怡(1998—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为服装产业经济与品牌营销管理。

* 通信作者: 李敏, 女, 教授, 主要研究方向为服装产业经济与品牌营销管理, E-mail: fidlimin@dhu.edu.cn。

取,制成条状,进行加捻;之后对形成的纱线绑紧、染色、编织;最后水洗、晾晒,形成织物。

有学者提出香蕉叶纤维的提取工艺流程,先选取新鲜的香蕉叶,再对其进行浸泡、水洗,最后进行晾干。将香蕉纤维用 NaOH 溶液处理后,变得更细、更柔软细腻,伸长率等指标也得到了改善^[1]。

2011年,中国热带农业科学院的海口实验站,利用汽爆技术对香蕉纤维进行提取和脱胶^[2],打破了以往的纯手工工艺。

虽然香蕉纤维的制作工艺有很多,但手工制取会耗费大量的劳动力和时间,不可大规模生产^[3]。Mumthas 等实现了机械提取,通过剥皮机从香蕉茎鞘中提取香蕉纤维。在脱皮机中,轴上装有滚轮,滚轮周围有叶片,旋转滚筒进行破碎和打浆实现纤维的分离之后进行脱胶、纤维洗涤和干燥,这一过程比人工提取快了 25 倍,每天的产量约为 2 t 香蕉纤维^[4],大大提高了生产效率。另外,Kohli 和 Gupta 使用海藻酸钙固定化蜡样芽孢杆菌果胶裂解酶对香蕉纤维进行了生态友好提取,虽然生物提取方法具有环境友好的优点,但由于处理时间较长,酶生产成本高,其应用范围有限。因此,未来的研究应集中于新型酶的分离、基因工程和酶工程的应用,以降低处理时间和生产成本^[5]。

3 香蕉纤维物理化学性能

3.1 物理性能

香蕉纤维的横截面呈腰圆形,具有光滑的表面,其透气性和舒适感等服用性能良好。由于香蕉纤维主要以碳、氢、氧元素为主,因此其服用产品具有环保性能^[6]。香蕉纤维的直径为 0.080~0.250 mm^[7-8],具备较快的吸湿放湿能力^[9],吸水率为 60%,纤维比较刚硬、弹性较差,结晶度较高^[10-11]。

在香蕉茎秆上不同位置制取的香蕉纤维的性能存在一定差异,另外来自不同产地的香蕉纤维性能可能也会不同^[12]。香蕉纤维的物理性能类似于麻类纤维,与亚麻和黄麻进行对比发现,其单纤长度要小于亚麻纤维,接近于黄麻,因此香蕉纤维需要经过一些加工处理才能进行纺纱^[13]。由于香蕉纤维的物理性能与麻类纤维相似,因此香蕉纤维织物穿着凉爽挺括、质地轻薄,且染色性能优异^[14],上染率接近 70%^[15],具有防虫防霉抗菌、防静电、防紫外线等性能^[16]。

3.2 化学性能

香蕉纤维抗一般有机溶剂,如酚、丙酮等,耐盐酸

和稀硝酸,不耐硫酸和醋酸,经热浓硝酸处理后会变黄。香蕉纤维耐稀碱,不耐强碱,耐还原剂,不耐氧化剂。香蕉纤维经过加热会断裂,因此其阻燃性较差^[17]。

4 香蕉纤维应用

香蕉纤维是一种环境友好的纤维材料,其应用范围十分广泛。

日本学者和研究机构尝试将香蕉纤维应用到造纸行业,用来制作高强度纸和包装袋^[18]。名古屋市立大学的森岛教授,利用香蕉废弃物生产出柔软且坚韧的包装纸^[19];日本东京都立产业技术研究所用蔗糖压榨设备对香蕉茎秆进行脱水,再泡在水中发酵,研制出香蕉纸、香蕉布,广泛应用于包装行业^[20];藤泽(Fujisawa)等将香蕉纤维融入电容纸,制成的电容器的声音质量有了显著的提高;Tripathi 等^[21]研究发现,用 100% 纯香蕉纤维做的纸吸收性能最好且最耐磨。在香蕉纤维制作的纸张中加入 20% 的废纸能够加强纸张的抗拉强度和爆裂指数。香蕉纤维还能用于生产货币纸、支票纸等。香蕉纤维制成的纸张的保质期超过 100 年,被用来制作日币。

日本研制出的棉、香蕉纤维混纺纱及织物通过技术处理,可制作成网球服和牛仔服外套等^[22-23]。党敏^[24]用棉、香蕉纤维的混纺纱,设计了用于夹克、约克衫等服装的 9 种面料。香蕉纤维与棉的混纺纱性能优异,其织物穿着更凉爽,吸湿放湿等性能也比全棉织物要好。纯香蕉纤维针织物的染色性能要优于其与棉的混纺织物,且染整工艺简单,染整后的织物更加亮丽且色牢度好。因此,设计师们在设计不同的服装时,应选择更适合的纤维材料以更好表达设计概念、提供更舒适的服装。

在印度,人们将香蕉纤维染色后,织成传统服饰纱丽^[25]。在菲律宾,人们手工编织香蕉纤维和菠萝叶纤维并做成富有民族特色塔加拉服装^[26]。

香蕉纤维具有良好的吸湿放湿性能,而且质地轻薄有光泽,可以用来制作窗帘、床单、毛巾等家居用品。经过手工编织的香蕉纤维还可以用来制作手提包等装饰用品。由于香蕉纤维的性质与麻类纤维相似,通过加工,可以做成绳索和麻袋等。

另外,香蕉纤维还可以应用于工业及航空领域。由于香蕉纤维强度好,并且比较刚硬,所以能够提高复

合材料的抗破坏性能,用于加强建筑材料等复合材料。Senthilkumar 等^[27]采用压缩成型技术开发了菠萝麻纤维、香蕉纤维及椰子鞘纤维的混合复合材料,可以在航空飞行器中,便于宇航员在太空舱里放置食物。

最新的研究表明,由于香蕉纤维优异的吸湿能力且纤维强韧,可以作为生产卫生巾的原料,但人们不可忽视的是其含有的塑料是目前主要的污染物^[28]。

香蕉纤维还可以用于医疗领域,由于香蕉茎秆是一种丰富的纤维来源,且香蕉假茎中含有丰富的铁、钙等元素,经过加工处理,食用后可以控制肥胖、排毒,预防艾滋病、肾结石、高血压、脑溢血等疾病,具有良好的保健作用^[29-30]。

此外,皂液是从香蕉伪茎中提取得到的,可用作果熟作物的色素、染色剂、液体肥料等^[31]。

香蕉纤维应用范围广,且具备优于其他纤维材料的性能,未来可以对香蕉纤维进一步挖掘,尝试将其应用到更多的领域,解决不同行业遇到的问题,实现资源利用最大化。

5 结束语

世界上种植香蕉的国家有很多,香蕉资源十分丰富。在我国,香蕉的种植地主要分布在台湾、云南、海南等地,且大多分布在农村,因此,香蕉纤维不仅为纺织行业带来大量的纤维材料选择,同时提高了农村的就业率,增加了农户的收入,推动了经济的发展。

香蕉纤维取自天然,香蕉纤维产品绿色环保,且仅需要2年左右的时间就可以实现生物降解,对环境十分友好,香蕉农户每年都要砍伐大量的香蕉茎秆,即香蕉废弃物。香蕉纤维的运用可以减轻农户的负担和环境影响的压力,农户可以将废弃的香蕉茎秆售卖给香蕉纤维加工厂,加工厂制成香蕉纤维织物或材料提供给服装等相关产品的制造商,最后流向市场,实现香蕉利用最大化。作为一种天然纤维,香蕉纤维有光泽,吸水性好,对人体的刺激小,而且还能成为部分化学纤维的替代品,因此人们将其应用于纺织、服装等领域。

虽然我国对于香蕉纤维研究还处于初级阶段,对香蕉纤维的应用也有一定的局限性,现阶段主要集中在纺织服装业,且很多加工制造工艺需要改进和优化,随着人们对生态环境的关注,人们会把更多的精力投入到绿色环保产品的研发中,“可持续发展”等概念也深入人心,与纺织服装领域以及各行各业紧密相连。

香蕉纤维的应用,不仅充分利用了香蕉资源,还弥补了天然纤维的短缺,是一种优异的新型服装纤维材料。

参考文献:

- [1] LU K, YU C W. Properties and chemical treatment of banana fiber[J]. Journal of Donghua University, 2000, 17(1): 82-84.
- [2] 中国热带农业科学院海口实验站. 利用汽爆技术对香蕉纤维进行提取和脱胶的方法: CN102277625A[P]. 2011-12-14.
- [3] SIMBANA E A, ORDONEZ P E, ORDONEZ Y F. Abaca: Cultivation, obtaining fibre and potential uses[M]. Kozłowski RM Mackiewicz-Talarczyk M (eds) Handbook of Natural Fibres. Woodhead Publishing, 2020.
- [4] MUMTHAS A C S I, WICKRAMASINGHE G L D. Effect of physical, chemical and biological extraction methods on the physical behaviour of banana pseudo-stem fibres: Based on fibres extracted from five common Sri Lankan cultivars[J]. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 2019, 15: 14.
- [5] KOHLI P, GUPTA R. Application of calcium alginate immobilized and crude pectin lyase from *Bacillus cereus* in degumming of plant fibres[J]. Biocatalysis Biotransformation, 2019, 37(5): 341-348.
- [6] 陈瑶, 薛少林, 许彬. 香蕉纤维的理化性能测试[J]. 纺织科技进展, 2012(1): 56-61.
- [7] SABAPATHY Y, REKHA J, SAJEEVANM R. Experimental investigation on the strength of sisal fibre reinforced concrete[J]. International Journal of Science Technology & Engineering, 2017, 4(4): 21-25.
- [8] PRASANNAN D, NIVIN S, KUMAR R R, et al. Comparative study of banana and sisal fiber reinforced concrete with conventional concrete [J]. International Journal of Pure and Applied Mathematics, 2018, 118(20): 1757-1765.
- [9] 熊月林, 崔运花. 香蕉纤维的研究现状及其开发应用前景[J]. 纺织学报, 2007, 28(9): 122-124.
- [10] 熊月林. 香蕉纤维的制取及其结构理化性能研究[D]. 上海: 东华大学, 2007.
- [11] 李坤, 付时雨, 周雪松, 等. 香蕉茎的化学成分及其微观形态分析[J]. 中国造纸学报, 2009, 24(4): 11-14.
- [12] 章杰. 纤维素纤维用活性染料技术进展[J]. 染料与染色, 2007, 44(4): 1-8.
- [13] 蒋少军, 吴红玲. 亚麻粗纱染色的工艺研究与生产实践[J]. 染料与染色, 2003, 40(2): 94-96.

- [14] 董杰, 陈敏, 夏建明, 等. 香蕉纤维结构及其染色性能[J]. 印染, 2011, 37(10): 10-12.
- [15] 杨银英, 贾哲昆, 万敏, 等. 香蕉纤维针织物的染色工艺研究[J]. 针织工业, 2010(10): 24-26.
- [16] 中国热带农业科学院海口实验站. 技术开发[J]. 印染, 2014, 40(24): 51-52.
- [17] 刘晓梅. 香蕉纤维的化学成分及性能研究[D]. 齐齐哈尔: 齐齐哈尔大学, 2014.
- [18] 田雨, 刘杰, 孙聆芳, 等. 香蕉纤维研究进展[J]. 染料与染色, 2019, 56(1): 44-46.
- [19] 季荣. 香蕉织物的应用现状及开发前景[J]. 山东纺织科技, 2010, 51(4): 45-47.
- [20] 史倩青. 香蕉纤维的开发及应用研究进展[J]. 上海纺织科技, 2006(9): 18-19.
- [21] TRIPATHI S K, BHARDWAJ N K, CHECHI S, et al. Suitability of banana stem pulp as replacement of softwood pulp for making superior grade unbleached paper from agro residue pulp[J]. Appita, 2019, 72(6): 163-178.
- [22] 郁崇文. 香蕉纤维服装啥时身上穿[N]. 中国纺织报, 2007-03-05.
- [23] 王成云, 刘彩明, 李丽霞, 等. 麻纤维的定性鉴别[J]. 中国纤检, 2007(8): 38-41.
- [24] 党敏. 香蕉纤维及其制品[J]. 国外纺织技术, 2001(12): 11-13.
- [25] 陈敏, 蒋艳风, 季荣, 等. 香蕉纤维的形态结构与性能分析[J]. 上海纺织科技, 2010, 38(8): 9-11.
- [26] HUNT M W. Banana fibers strengthen exterior auto part[J]. Advanced Materials & Processes, 2005, 163(9): 8.
- [27] SENTHILKUMAR K, SIVA I. Mechanical characteristics of tri-layer eco-friendly polymer composites for interior parts of aerospace application[M]//Sustainable Composites for Aerospace Applications. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018.
- [28] BALDA S, SHARMA A, CAPALASH N, et al. Banana fibre: A natural and sustainable bioresource for eco-friendly applications[J]. Clean Technologies and Environmental Policy, 2021, 23(5):1389-1401.
- [29] HO L H, TAN T, AZIZ N A, et al. In vitro starch digestibility of bread with banana pseudo-stem flour and hydrocolloids[J]. Food Bioscience, 2015, 12: 10-17.
- [30] 周舍丹, 陈蓉, 饶颖竹. 湛江矮蕾蕉高蕾蕉假茎无机元素含量分析[J]. 微量元素与健康研究, 2001, 18(2): 51-52.
- [31] AKINYEMI B A, DAI C. Development of banana fibers and wood bottom ash modified cement mortars[J]. Construction and Building Material, 2020, 241: 118041.

Research, Development and Application of Banana Fiber

WANG Jingyi¹, LI Min^{1,2,3,*}

(1. College of Fashion and Design, Donghua University, Shanghai 200051, China;

2.Key Laboratory of Modern Garment Design and Technology,

Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 200051, China;

3.Shanghai Fashion Design and Value Creation Collaborative Innovation Center, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: In the field of textile and clothing, the continuous development of new clothing materials to reduce the damage to the environment has become an important research topic for scholars. Banana fiber provides research and development direction for textile and garment industry to achieve green and sustainable development. The research progress of banana fiber at home and abroad was introduced, and the physical and chemical properties and market applications of banana fiber were analyzed and summarized.

Key words: banana fiber; new natural fiber material; environmentally friendly fiber

欢迎订阅《纺织科技进展》杂志!

邮发代号:62-284
海外发行代号:DK51021