

• 槟榔壳制浆 •

槟榔壳原料及制浆性能研究



作者简介: 邓 通先生,
在读硕士研究生; 主要研
究方向: 造纸化学品。

邓 通^{1,2} 刘 义^{1,2} 黄显南^{1,2} 林伟民^{3,*}

(1. 广西大学轻工与食品工程学院, 广西南宁, 530004;

2. 广西清洁化制浆造纸与污染控制重点实验室, 广西南宁, 530004;

3. 广西东糖投资有限公司, 广西南宁, 530021)

摘 要: 分析了槟榔壳原料的化学组成、制浆性能、槟榔壳纸浆的纤维形态、漂白及其纸张的物理性能, 为槟榔壳纤维资源的合理利用提供技术数据。结果表明, 槟榔壳原料木素含量较高 (Klason 木素含量为 30.05%)、纸浆纤维较短 (数均长度 0.38 ~ 0.43 mm, 长均长度 0.52 ~ 0.58 mm, 质均长度 0.65 ~ 0.71 mm)、卡伯值较高 (33.8 ~ 73.3)、 ClO_2 漂白浆白度为 21.7% ~ 31.4%, 白度提高不大, 因此槟榔壳原料不适合生产漂白浆。而槟榔壳纸浆所抄纸张的抗张指数、撕裂指数、耐破指数、环压指数均高于用废纸浆所生产的 A 级瓦楞原纸的物理性能, 由此认为槟榔壳纸浆适合生产瓦楞原纸等包装用纸。

关键词: 槟榔壳; 化学组成; 制浆性能; 纤维形态

中图分类号: TS724

文献标识码: A

DOI: 10.11980/j.issn.0254-508X.2017.09.008

Raw Material Analysis and Pulping Properties Study of Areca-nut

DENG Tong^{1,2} LIU Yi^{1,2} HUANG Xian-nan^{1,2} LIN Wei-min^{3,*}

(1. College of Light Industrial and Food Engineering, Guangxi University, Nanning, Guangxi Zhuang Autonomous Region, 530004;

2. Guangxi Key Lab of Clean Pulp & Papermaking and Pollution Control, Nanning, Guangxi Zhuang Autonomous Region, 530004;

3. Guangxi East Sugar Limited Company, Nanning, Guangxi Zhuang Autonomous Region, 530021)

(* E-mail: 595988138@qq.com)

Abstract: The chemical composition and pulping properties of areca-nut, the fiber morphology and bleaching of areca-nut pulp and the physical properties of the paper sheets were analyzed and studied in order to provided technical data for the rational use of areca-nut as fiber resource. The results showed that areca-nut contained higher acid insoluble lignin (30.05%), the fiber length of areca-nut pulp was shorter. The difficulty of bleaching was due to high levels of acid insoluble lignin. The physical properties of the paper made of the areca-nut pulp were higher than the Grade A corrugating medium of national standard. Areca-nut was not suitable for producing bleached pulp and it could be used as part of the furnish for producing packaging paper such as corrugating medium.

Key words: areca-nut; chemical composition; pulping property; fiber morphology

槟榔 (学名: *Areca catechu* L.) 为棕榈科属常绿乔木, 别名槟榔子、橄榄子, 茎直立, 一般高可达 10 m 多, 有明显的环状叶痕, 雌雄同株, 花序分枝多, 子房长圆形, 果实长圆形或卵球形, 花果期为 3 ~ 4 个月。槟榔是一种重要的中药材, 也是咀嚼嗜好品, 广泛分布在我国云南、广西、海南、台湾以及马来西亚等东南亚国家。在我国造纸工业不断发展, 对纸和纸板的需求量越来越大, 所以开发出新的适合于制浆造纸用的原料显得尤为重要^[1]。目前, 槟榔世界年产量高达 129.6 万 t, 数量巨大, 槟榔加工的附属产物槟榔壳每年高达 38.88 万 t, 如果能将其充

分利用, 将会有效地部分缓解我国制浆造纸原料需求的压力。

因此, 本研究分析了槟榔壳的化学组分、烧碱法制浆性能及其纸浆的纤维形态、漂白和纸张的物理性能, 为槟榔壳纤维资源的合理利用提供技术数据。

收稿日期: 2017-05-03(修改稿)

* 通信作者: 林伟民, 硕士, 工程师; 主要从事制浆造纸工艺技术的开发与研究工作。

1 实验

1.1 实验原料

槟榔,产地为马来西亚,选取其中部分具有代表性的试样切成丝状,平衡水分备用。

1.2 实验方法^[2-4]

1.2.1 化学组分分析

切成丝后的槟榔壳,用粉碎机磨碎、过筛,截取通过40目而不能通过60目的粉末,储存于具有磨砂的广口瓶中,备分析使用。

分别按照国家标准 GB/T 2677.5、GB/T 2677.9、GB/T 2677.6、GB/T 2677.8 测定 1% NaOH 抽出物、聚戊糖、苯-醇抽出物、Klason 木素;纤维素的测定采用硝酸-乙醇纤维素法。

1.2.2 制浆

采用烧碱法制浆,在 6 × 1 L 电热油浴小罐中进行蒸煮。蒸煮工艺参数:装锅量 80 g 绝干原料,用碱量 14%、16%、18% (以 Na₂O 计),液比 1:6,蒸煮条件为第一段升温 60 min 至 100℃,第二段升温 90 min 至 150℃,第三段升温 30 min 至 160℃,不保温。

1.2.3 纤维形态分析测定

用烧碱法制成的浆料,经筛浆机筛选得到细浆。采用 Kajani FS-300 纤维分析仪测定试样纤维的数均长度、长均长度、质均长度、数均细小纤维率和长均细小纤维率。

1.2.4 ClO₂ 漂白

取蒸煮时用碱量为 16% 的槟榔壳浆与药液混合均匀,倒入高密度聚乙烯塑料袋中,密封后放入恒温水浴中反应^[5]。ClO₂ 漂白条件为:20 g 绝干浆料,浆浓 8%,有效氯用量分别为 2%、4%、6%、8%,反应温度 70℃,时间 60 min, pH 值 3~4。用碱量为 16% 的槟榔壳未漂浆的白度为 19.3%。

1.2.5 打浆和纸张性能检测

采用 PFI 磨对槟榔壳浆打浆,打浆浓度为 10%,打浆间隙为 0.2 mm^[6]。打浆后用气动肖伯尔打浆度仪测定槟榔壳浆的打浆度。采用凯撒快速抄片器将槟榔壳浆抄成定量为 100 g/m² 的纸样,压榨、烘干^[7]。按照相关国家标准测定纸样紧度、抗张指数、撕裂指数、耐破指数、环压指数等物理性能指标。另取广西某工厂用废纸浆所生产的 A 级瓦楞原纸与槟榔壳浆所抄纸张进行物理性能对比。

2 结果与讨论

2.1 槟榔壳化学组分分析^[8-9]

原料的化学组分是评价一种原料制浆质量好坏的重要依据。表 1 所列为槟榔壳化学组分分析结果。

表 1 槟榔壳化学组分分析

原料	1% NaOH 抽出物	聚戊糖	苯-醇 抽出物	Klason 木素	硝酸-乙醇 纤维素
槟榔壳	15.53	21.14	2.85	30.05	46.45

2.1.1 1% NaOH 抽出物

1% NaOH 抽出物含量的大小,在一定程度上可以说明原料受到光、热、氧化或细菌等作用而变质或腐朽的程度。1% NaOH 抽出物越高,说明原料腐朽得越严重。也可以在一定程度上预见该原料在碱法制浆中制浆得率的情况。1% NaOH 抽出物越多,碱法制浆的得率越低。由表 1 可知,槟榔壳 1% NaOH 抽出物含量为 15.53%,抽出物含量相对较低,变质腐朽程度轻,耗碱量少。

2.1.2 聚戊糖

半纤维素是造纸植物纤维原料的主要组分之一,其含量高低对提高制浆得率、改善打浆和成纸性能有重要影响,在制浆工艺中,应当尽可能多的保留半纤维素。不同种类的植物纤维原料半纤维素的含量和结构有很大不同,一般来说,非木材原料的半纤维素以聚戊糖为主,因此测定聚戊糖对于表征槟榔壳半纤维素含量具有实际意义。由表 1 可知,槟榔壳聚戊糖含量为 21.14%,与其他纤维原料相比,槟榔壳的聚戊糖含量适中,符合非木材原料聚戊糖分布范围。

2.1.3 苯-醇抽出物

有机溶剂抽出物是造纸原料中的少量组分,主要成分为脂肪、脂肪酸、树脂、树脂酸、蜡及酚类化合物等,它的存在影响着用碱量、蒸煮时间以及成纸的颜色。由表 1 可知,槟榔壳苯-醇抽出物含量为 2.85%,对制浆造纸不会产生严重影响。

2.1.4 Klason 木素

木素也是造纸植物纤维原料中的主要化学组分之一,它是由苯丙烷结构单元构成的高分子化合物。制浆的目的就是为了脱出制浆原料中的木素,使得原料中的纤维素分离出来。如果原料中含有木素越少,则所需消耗化学药品就少,同时也有利于后序工艺的漂白。由表 1 可知,Klason 木素含量为 30.05%,木素

含量相对较高,需要更多化学药品脱出木素,对蒸煮工艺、漂白等提出更高要求。

2.1.5 硝酸-乙醇纤维素

纤维素含量是衡量一种原料是否具有制浆造纸价值的重要指标。它是植物纤维原料的主要成分之一,也是纸浆的主要化学组分。制浆过程中,纤维素要尽量保持使之不受破坏。测定纤维素含量可以推测原料的使用价值和纸浆得率。由表1可知,硝酸-乙醇纤维素含量为46.45%,其含量在非木材纤维原料的分布范围之内。

2.2 制浆性能分析^[10]

制浆性能的研究可以反映蒸煮情况。表2所列为槟榔壳制浆性能分析结果。

表2 槟榔壳制浆性能的比较

用碱量 /%	细浆得率 /%	粗渣率 /%	残碱含量 /g·L ⁻¹	卡伯值	黏度 /mL·g ⁻¹	纤维素 聚合度
14	51.5	6.3	1.84	73.3	616.2	888
16	44.2	4.6	3.68	59.3	529.6	744
18	43.9	3.3	4.96	33.8	460.6	638

由表2可知,随着用碱量的增大,细浆得率和粗渣率逐渐降低。其原因是用碱量的增大,木素和半纤维素降解强度大,因此细浆得率、粗渣率与用碱量成负相关关系。用碱量为18%时,细浆得率最低为43.9%,粗渣率最低为3.3%;残碱含量随着用碱量增大逐渐升高。其原因是用碱量增大,会导致溶液里未参与化学反应那部分碱的量也增大,故在黑液中的残碱量也增大,成正相关关系。用碱量为18%时,残碱含量最高为4.96 g/L;卡伯值随着用碱量增大而减小,用碱量为18%时最小,为33.8。但总体上看,卡伯值都普遍偏高^[11]。黏度和纤维素聚合度均随着用碱量的增大而下降。其原因是用碱量的增大会加强对纤维素降解破坏的程度,因此用碱量增多,黏度和纤维素聚合度下降。用碱量为18%时,黏度为460.6 mL/g,纤维素聚合度为638。

2.3 纤维形态分析

纤维形态直接影响造纸工艺与浆纸性能。表3所列为槟榔壳纤维形态分析结果。

表3 槟榔壳纤维形态

用碱量 /%	数均长度 /mm	长均长度 /mm	质均长度 /mm	数均细小 纤维率 /%	长均细小 纤维率 /%
14	0.43	0.58	0.71	17.43	3.98
16	0.39	0.54	0.67	22.45	5.76
18	0.38	0.52	0.65	23.59	6.41

注 长均长度为所有纤维的长度之和除以纤维总根数;长均细小纤维率为按长均长度计算时,细小纤维所占比例。

2.4 ClO₂漂白分析

纸浆漂白可以进一步脱出木素和其他杂物,提高纸浆的白度。表4所列为槟榔壳浆ClO₂漂白分析结果。

表4 槟榔壳ClO₂漂白

ClO ₂ 用量/%	白度/%	得率/%	卡伯值
2	21.7	86.4	51.7
4	23.9	83.1	49.7
6	26.7	82.7	48.1
8	31.4	81.7	32.7

由表4可知,随着ClO₂用量的增加,槟榔壳漂后浆有白度逐渐升高、得率逐渐减小、卡伯值逐渐下降的趋势。ClO₂用量为8%时,白度为31.4%,得率为81.7%,此时卡伯值下降较明显,为32.7。但总体漂白效果并不显著,在ClO₂用量很大的情况下,白度不高,得率较低,卡伯值较高。因此,槟榔壳浆漂白难度大,其具体漂白工艺,有待进一步深入研究。

2.5 打浆和纸张物理性能分析

对纸浆进行打浆和纸张物理性能的测定,可以了解槟榔壳浆是否满足哪一类纸的基本要求。表5所列

表5 打浆和纸张物理性能分析

纸浆种类	打浆度 /°SR	紧度 /g·cm ⁻³	抗张指数 /N·m·g ⁻¹	撕裂指数 /mN·m ² ·g ⁻¹	耐破指数 /kPa·m ² ·g ⁻¹	环压指数 /N·m·g ⁻¹
槟榔壳浆	31	0.47	30.4	0.83	2.11	4.54
A级瓦楞原纸浆	31	0.59	22.4	0.81	1.40	3.83

为槟榔壳浆和 A 级瓦楞原纸浆打浆和纸张物理性能的分析结果。

由表 5 可知,在打浆度和 A 级瓦楞原纸浆相同的情况下,槟榔壳纸浆所抄成的纸张参数为:紧度 0.47 g/cm^3 ,抗张指数 $30.4 \text{ N} \cdot \text{m/g}$,撕裂指数 $0.83 \text{ mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$,耐破指数 $2.11 \text{ kPa} \cdot \text{m}^2/\text{g}$,环压指数 $4.54 \text{ N} \cdot \text{m/g}$ ^[12]。槟榔壳浆所抄成的纸张除紧度低于 A 级瓦楞原纸浆的纸张外,其抗张指数、撕裂指数、耐破指数、环压指数均比 A 级瓦楞原纸张物理性能高。

3 结 论

3.1 从槟榔壳原料组分来看,硝酸-乙醇纤维素含量较高,为 46.45%,聚戊糖含量和多数阔叶木材相当,为 21.14%,但 Klason 木素含量太高,为 30.05%,相比其他原料,槟榔壳对后续脱除木素工艺要求较高。

3.2 槟榔壳的烧碱法制浆性能结果表明,其细浆得率、粗渣率、残碱量、黏度和纤维素聚合度分布合理,但卡伯值总体偏高,达到 33.8 ~ 73.3;用 ClO_2 漂后浆白度为 21.7% ~ 31.4%,白度提高不大,由此看出槟榔壳浆漂白较难,其具体漂白工艺有待进一步深入研究。

3.3 从纤维形态分析来看,槟榔壳数均长度为 0.38 ~ 0.43 mm,长均长度为 0.52 ~ 0.58 mm,质均长度为 0.65 ~ 0.71 mm,纤维的长度较短,对纸张强度造成一定影响。

从总体上说,由于槟榔壳原料中的木素相对于其他原料来说含量较高,纤维长度较短,蒸煮卡伯值大,对漂白要求高,因此槟榔壳不适合生产漂白浆。但槟榔壳浆所抄纸张的抗张指数、撕裂指数、耐破指数和环压指数均高于用废纸浆所生产 A 级瓦楞原纸物理性能,由此认为槟榔壳纸浆适合生产瓦楞原纸等包装用纸。

参 考 文 献

- [1] CAO Pu-fang. To Carry Out Forestry-paper Integration Construction Plan and Speed up the Development of Paper Industry [J]. China Pulp & paper Industry, 2004, 25(7): 12.
曹朴芳. 施林纸一体化工程建设规划加快造纸工业发展 [J]. 中华纸业, 2004, 25(7): 12.
- [2] Yang Shu-hui. Chemistry of Plant Fiber [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2004.
杨淑惠. 植物纤维与化学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004.
- [3] Jiang Lei, Liao Sheng-xi, Li Kun, et al. Analyses on Chemical Composition Fiber Morphology and Pulping Properties of Broussonetiapapyrifera Bark Produced in Dry-hot Valley of the Jinshajiang River [J].

- Journal of Southwest Forestry College, 2007, 27(3): 71.
- 姜磊, 廖声熙, 李昆, 等. 构树皮化学成分、纤维形态与制浆性能分析 [J]. 南林学院学报, 2007, 27(3): 71.
- [4] Shi Shu-lan, He Fu-wang. Analysis and Detection of Pulp and Paper [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2003.
石淑兰, 何福望. 制浆造纸分析与检测 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.
- [5] QIN Cheng-rong, HUANG Zhen-biao, ZHAN Huai-yu, et al. Study on Bleaching Assistant in Chlorine Dioxide Bleaching [J]. Paper and Paper Making, 2008, 27(3): 54.
覃程荣, 黄振彪, 詹怀宇, 等. 二氧化氯漂白助剂的研究 [J]. 纸和造纸, 2008, 27(3): 54.
- [6] WANG Jian, ZHAN Huai-yu, CHEN Jia-chuan. Study on Beating and Papermaking Characteristics of Cotton Stalk Kraft Pulp [J]. China Pulp & Paper, 2006, 25(5): 20.
王键, 詹怀宇, 陈嘉川. 棉秆硫酸盐浆打浆及配抄性能的研究 [J]. 中国造纸, 2006, 25(5): 20.
- [7] GUAN Xiu-qiong, GAO Hong-xia, LIU Hui-chao. Corrugated medium by composing with edible canna residue [J]. China Pulp & paper Industry, 2010, 31(18): 40.
管秀琼, 高洪霞, 刘会超. 焦藕渣配抄瓦楞原纸的研究 [J]. 中华纸业, 2010, 31(18): 40.
- [8] Xiong Jian-hua, Cheng Hao, Wang Shuang-fei. Study on the Chemical Composition, Fiber Morphology and CMP Properties of Several Species of Bamboo [J]. Paper Science & Technology, 2010, 29(1): 1.
熊建华, 程昊, 王双飞. 几种竹子原料的化学组成与纤维形态及其 CMP 制浆性能的研究 [J]. 造纸科学与技术, 2010, 29(1): 1.
- [9] YUAN Jin-xia, WEI wei, HUANG Xian-nan, et al. Study on the Fiber Morphology and KP Pulping of Two Paulownia Woods [J]. China Pulp & Paper, 2016, 35(7): 83.
袁金霞, 卫威, 黄显南, 等. 两种桐木原料及制浆性能研究 [J]. 中国造纸, 2016, 35(7): 83.
- [10] Lei Yi-chao, Pei Wen-jun, Zhu Xian-jun, et al. The Evaluation of Pulping and Papermaking Performances of Three New Species of Eucalyptus [J]. Paper Science & Technology, 2005, 24(6): 46.
雷以超, 裴文军, 朱先军, 等. 三个新品种桉木制浆造纸性能评价 [J]. 造纸科学与技术, 2005, 24(6): 46.
- [11] Liu Dao-heng, Zhu Xian-jun, Wu Hong, et al. Study on the Fiber Character and Pulping and Papermaking Performance of Oil Palm Leaves [J]. Paper Science & Technology, 2007, 26(3): 5.
刘道恒, 朱先军, 伍红, 等. 棕榈叶纤维特性和制浆造纸性能的试验研究 [J]. 造纸科学与技术, 2007, 26(3): 5.
- [12] Cao Xiao-yao, Liang Jian-wen, Zhen Jian-hong, et al. Preliminary Experimental Study of Livistona Chinensis Stem Pulping and Paper-making [J]. Paper Science & Technology, 2015, 34(2): 45.
曹晓瑶, 梁健文, 郑鉴宏, 等. 蒲葵茎秆制浆造纸性能的初步研究 [J]. 造纸科学与技术, 2015, 34(2): 45. [CPP]

(责任编辑: 常青)