

版纳甜龙竹化学成分 与制浆性能研究

■ 杨清^{1,2} 苏光荣³ 许丛恒³ 韩蕾⁴ 孙启祥⁴ 彭镇华⁴

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园 云南 勐腊 666303 ;2. 中国林业科学研究院 国际竹藤网络中心研究生院 北京 100091 ;3. 云南省景洪市林业局 云南 景洪 666100 ;4. 中国林业科学研究院林研所 北京 100091)



杨清, 副研究员, 在读博士, 研究方向为植物保护生物学和森林培育。

摘 要 :通过对版纳甜龙竹的化学成分、纤维形态、成浆性能的研究,结果表明:版纳甜龙竹灰分1.80%, SiO_2 0.50%, 冷水抽提物3.10%, 热水抽提物4.42%, 苯-醇抽提物2.65%, 1%NaOH抽提物17.24%, 木质素16.67%, 多戊糖25.43%, 纤维素50.55%; 纤维平均长度、宽度、长宽比分别为3.79mm、14.83 μm 、255.56; 与造纸工业目前使用较多的慈竹、毛竹、云杉、马尾松、桉树等相比较,具有纤维平均长度较长、长宽比较高、纤维素含量较高、木质素含量较低的优势; 该竹易于成浆,与针叶木比较撕裂强度较高,是一种优良的竹类纤维原料。

关键词 :版纳甜龙竹; 化学成分; 纤维形态; 制浆性能

中图分类号: TS721+.2; TS743+.11

文献标识码: A

文章编号: 1007-9211(2007)06-0083-04

版纳甜竹(*D.hamiltonii* Nees et Arn.ex Munro) 属禾本科(Gramineae)竹亚科(Bambusoideae)牡竹属(*Dendrocalamus*),又叫甜笋竹(中国竹谱)、甜竹、甜龙竹(西双版纳),西双版纳当地土著傣族称之为埋弯,是大型合轴丛生竹类,秆直立或有时外倾,高12~18m,直径10~18cm; 节间长30~50cm。分布于印度、缅甸、尼泊尔、锡金、不丹、老挝以及中国云南的思茅、西双版纳等地。版纳甜龙竹是世界上有名的三大甜龙竹之一。其竹材通直,节平,坚韧、弹性强,可供编织、家具,较大的径材可加工成竹胶合板、竹装饰板及竹浆造纸等,是极具开发利用价值的优良笋用竹^[1,2]。相对于麻竹、毛竹、雷竹等竹种,对版纳甜龙竹的研究较少,国外对版纳甜龙竹的研究从20世纪80年代初就开始,主要集中在对其叶片、秆箨的形态学^[3]、愈伤组织的形成与组培^[4~6]、幼嫩竹枝苗造林^[7]、与姜混种等混农林系统的枯枝落叶分解中养分释放模式与细胞壁降解等研究^[8,9]。国内的研究很少,目前只有明杰等^[10]对其竹材的干缩性及其纤维饱和点进行了研究。而制浆性能的研究至今尚未见相关报道。本文对版纳甜龙竹的化学成分和成浆性能进行了初步研究,为版纳甜龙竹的开发提供一些基础数据,对中国热带地区利用大型丛生竹进行制浆造纸产业化开发具有现实意义。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料取自中国科学院西双版纳热带植物园内的百竹园,选取3~4年竹龄,秆形通直的版纳甜龙竹,在株高1/3处截取一段竹材,在现场将竹劈成竹片,实验室风干备用。

1.2 方法

基金项目: 中国科学院、云南省“十五”重大项目(2000yk-7)热带植物种质资源引种保存及资源植物研究。

1.2.1 纤维形态的测定

于秆高1/3处取一竹环,分外侧、中部、内侧劈成3个部分,将各部分沿纤维走向劈成细杆状,分别在试管中用硝酸-铬酸混合液离析,在光电立体投影仪上测定纤维长度、宽度及腔径。纤维长度放大50倍,纤维宽度和腔径放大100倍,每个样测30~50根。

1.2.2 化学成分的分析测定

化学成分分析按有关标准方法进行测定。

1.2.3 蒸煮试验

利用ZQS1/15L电热回转式蒸煮锅进行蒸煮。

1.2.4 竹材造纸性能评定

取适量未漂浆,在PFI打浆机中进行适度打浆,测定打浆度,抄造纸样,综合评价其造纸性能。强度性能测定采用标准方法进行。

2 结果与分析

2.1 纤维形态分析

版纳甜龙竹的主要纤维形态指标分别列于表1、表2。

从表1可见,版纳甜龙竹纤维平均长度达3.79mm,是文献报道的巨龙竹、毛竹、慈竹纤维平均长度的1.31倍以上,从纤维长度频率分布来看(见表2),版纳甜龙竹纤维长度在3.0mm以上的比例为75.5%。因此,就纤维平均长度、纤维长度分布频率和长宽比而言,版纳甜龙竹作为植物纤维原料的质量要优于目前造纸工业使用较多的毛竹和慈竹,也明显高于同属的巨龙竹,和目前工业上常用的针、阔叶材如云杉、马尾松、桉树等相比,其质量也有较大的优势。认为利用版纳甜龙竹制造中、高级薄页纸,以及在某些纸种中代替部分针叶木浆是完全有可能的。

2.2 原料的化学成分分析

由表3可见,版纳甜龙竹的灰分含量为1.80%,对制浆与碱回收过程而言,版纳甜龙竹较低的灰分和SiO₂含量还不会导致较明显的硅干扰。

由表3可见,版纳甜龙竹冷水抽提物、热水抽提物分别为3.10%和4.42%,与毛竹、慈竹以及巨龙竹^[12~14]相比较,基本处于同一水平。但版纳甜龙竹1%NaOH抽提物为17.24%的含量远比慈竹、毛竹的含量低,而略高于巨龙竹^[12~14],这可能是因为版纳甜龙竹中含有的能被1%NaOH溶液溶出的低分子木质素、聚戊糖含量较少。尽管同一原料的1%NaOH抽提物含量主要反映原料受光、热、微生物降解的程度,对不同原料而言,

表1 版纳甜龙竹与其他竹材和针(阔)叶木材的纤维长度、宽度、长宽比的比较

原料种类	纤维长度 mm			纤维宽度 μm			长宽比倍
	最大	最小	平均	最大	最小	平均	
版纳甜龙竹	7.14	0.76	3.79	28.60	4.85	14.83	255.56
慈竹	4.77	0.50	1.99	29.40	5.00	15.00	133
毛竹	5.39	0.48	2.00	33.3	7.8	16.2	123
巨龙竹	6.78	0.65	2.90	32.04	6.81	16.05	180
慈竹	4.77	0.50	1.99	29.40	5.00	15.00	133
云杉	-	-	3.06	-	-	51.9	59
马尾松	-	-	3.61	-	-	50.0	72
桉树	-	-	0.68	-	-	15.8	142

注:资料来源于《制浆造纸手册(第一分册):纤维原料和化工原料》^[11]

表2 版纳甜龙竹与巨龙竹、毛竹、慈竹^[14]的纤维长度分布频率的比较

长度范围 mm	≤0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	3.0~3.5	3.5~4.0	≥4.0
版纳甜龙竹	0	0.5	1.5	4.0	7.5	13.0	21	29.5	23.0
慈竹	2	9	18	23	21	17	6	3	1
毛竹	0	6.5	18.5	28.0	22.0	15.5	7.0	2.5	0
巨龙竹	0	1.5	6.5	13.0	15.0	18.0	18.5	18.5	9.0

表3 版纳甜龙竹化学成分与其他竹种和阔叶材、针叶材的比较

原料种类	灰分 %	SiO ₂ %	抽提物 %				多戊糖 %	木质素 %	纤维素 %
			冷水	热水	苯-醇	1%NaOH			
版纳甜龙竹	1.80	0.50	3.10	4.42	2.65	17.24	16.67	25.43	50.55
慈竹	2.36	1.39	3.21	4.64	1.24	24.27	19.06	25.12	44.35
毛竹	1.16	-	2.38	5.96	0.66*	30.98	21.12	30.67	45.50
巨龙竹	1.43	0.49	2.90	4.31	2.72	15.17	22.40	27.68	44.87
云杉	0.78	-	-	2.58	-	-	11.52	28.43	46.92
马尾松	0.33	-	-	6.77	-	-	8.54	28.42	51.86
桉树	0.29	-	-	3.30	-	-	10.27	27.45	45.59

*资料来源于《制浆造纸手册(第一分册):纤维原料和化工原料》^[11]

表4 版纳甜龙竹成浆造纸物理性能指标

项目	打浆度 °SR	定量 g/m ²	抗张指数 N·m/g	撕裂指数 mN·m ² /g	耐破指数 kPa·m ² /g	耐折度 (9.8N)次
版纳甜龙竹	51	64	43.7	27.8	3.4	221
巨龙竹	47	67	41.7	24.5	3.1	215
木浆	45	60	68.0	11.0	4.5	-

注:木浆为C级未漂硫酸盐针叶木浆指标(QB/T1679-1993),卡伯值为35。

也可在一定程度上反映碱法制浆得率的相对高低,但由于碱法蒸煮过程是在远比1%NaOH抽提物测定剧烈得多的碱-热-水条件下进行的,版纳甜龙竹虽具有较低的1%NaOH抽提物含量,能否具有较高得率,还主要取决于构成纸浆的主要成分纤维素与半纤维素在蒸煮过程中发生碱性降解、剥皮反应、终止反应等影响制浆得率高低的化学反应的程度。

由表3可见,版纳甜龙竹25.43%的木质素含量较毛竹30.67%的木质素含量低,与慈竹24.52%的木质素含量相当。多戊糖的含量,版纳甜龙竹为16.67%,比毛竹21.12%和慈竹19.46%的含量均较低。版纳甜龙竹纤维素含量50.55%,明显高于毛竹、慈竹、巨龙竹^[14]及云杉,但略低于马尾松^[15]。从主要化学成分含量而言,已充分说明版纳甜龙竹是一种优良的制浆造纸原料。

2.3 蒸煮性能与成浆物理性能的评价

本试验采用硫酸盐法对版纳甜龙竹进行了蒸煮实验。根据对版纳甜龙竹的化学成分的分析结果,参照其他竹种的蒸煮工艺条件,经初步探索实验后,确定了以下条件:用碱量15%、硫化度25%、液比1:3.5、升温曲线(60~120 40min、120 保温100min、120~160 30min、160 保温70min)。

从蒸煮实验结果可见,版纳甜龙竹能制得卡伯值为24.9、粗浆得率为48.7%的硫酸盐浆,对未加水洗涤,挤压粗浆所得黑液的分析表明,黑液残碱为10.10g/L。结合黑液残碱偏高、卡伯值较低(一般针叶木未漂浆卡伯值达30以上)及所得浆中未见未蒸解物的成浆情况,可以推测出:版纳甜龙竹硫酸盐蒸煮在本实验所采用的升温条件下,蒸煮用碱量可进一步降低到14%以下,其粗浆得率和卡伯值可基本维持不变,与文献报道的毛竹、慈竹、白夹竹、撑篙竹等竹种^[14~16]制得硬度基本相近时纸浆比较,用碱量较低而得率较高,表明版纳甜龙竹与常用制浆竹种相比,具有成浆较容易的特点。另外,版纳甜龙竹黑液的有机物含量为114.83g/L,占总固形物含量的62.58%,SiO₂含量为1.37g/L(占总固形物含量的0.75%),与文献报道的落叶松^[15]黑液SiO₂含量(0.58%)近似,远低于甘蔗渣、芦苇、麦草黑液SiO₂的含量(分别为2.36%、2.38%、7.48%),也较毛竹(2.08%)和巨龙竹(1.45%)黑液SiO₂含量低^[14~15]。版纳甜龙竹黑液的燃烧值达-13.82kJ/g,与马尾松、慈竹^[16]黑液燃烧值相近(分别为-13.92kJ/g、-13.98kJ/g)。

成浆物理性能指标测定结果列于表4。从表4可以看出,实验蒸煮条件下,版纳甜龙竹成浆的物理性能指标与C级硫酸盐针叶木浆比较,版纳甜龙竹浆具有撕裂度明显较高的优势(也远远超过A级硫酸盐木浆撕裂指数13.

0mN·m²/g的要求),耐折度也达到较高水平,而抗张强度、耐破度则明显较低。这与版纳甜龙竹纤维细胞较厚,纤维本身强度较高,纤维较挺硬,纤维间缠绕、交织能力略差而导致纤维间结合力较低有关。

3 结论

3.1 通过对版纳甜龙竹的化学成分分析、纤维形态、蒸煮实验和成浆物理性能评价的研究表明,与造纸工业目前使用较多的慈竹、毛竹、云杉、马尾松、桉树等相比较,版纳甜龙竹具有纤维平均长度较长、长宽比较高、木质素含量较低的优势;其硫酸盐法蒸煮成浆容易,具有撕裂强度远高于针叶木硫酸盐浆的特性。

3.2 版纳甜龙竹具有生长快、成材早、产量高、根系发达、造林效果好以及可持续利用的特点,是发展纸浆竹林的优良竹种,每年一度的常规采伐不但不会破坏竹林植被和造成水土流失,反而是竹林生长所必须的培育方式。同时,版纳甜龙竹是恢复植被、改善环境最好的竹种之一,也是退耕还林地区退耕地和荒山造林地的最佳造林竹种。□

参考文献

- [1] 李金泽. 西双版纳甜龙竹 托起绿色经济新希望[J]. 生态经济, 2003, (12): 77-79.
- [2] 杜凡. 云南重要经济竹种特性及其生产中存在问题[J]. 西南林学院学报, 2003, 23(2): 26-30.
- [3] K S Rao and P S Ramakrishnan. Comparative analysis of the population dynamics of two bamboo species, *Dendrocalamus hamiltonii* and *Neohouzeua dulloo*, in a successional environment [J]. *Journal of Bamboo and Rattan*, 2003, 2(3): 41-46.
- [4] Godbole S, Sood A, Thakur R, et al. Somatic embryogenesis and its conversion into plantlets in a multipurpose bamboo, *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro [J]. *Current Science*, 2002, 83(7): 885-889.
- [5] Godbole S, Sood A, Sharma M, et al. Starch deposition and amylase accumulation during somatic embryogenesis in bamboo (*Dendrocalamus hamiltonii*) [J]. *Journal of Plant Physiology*, 2004, 161(2): 245-248.
- [6] Sood A, Ahuja P S, Sharma M, et al. In vitro protocols and field performance of elites of an important bamboo *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro [J]. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 2002, 71(1): 55-63.
- [7] Singh, Balbir, Nayyar, et al. Response of juvenile culm cuttings of bamboo (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees and ex Munro) to plant growth regulators [J]. *Indian Forester*, 2001, 127(9): 995-

1000.

[8] Jha L K, Laha R C. Study of population changes of *Melocanna baccifera*, *Dendrocalamus hamiltonii* and *Dendrocalamus longispatus* under one, three and five year fallow periods in Mizoram[J]. *Journal of Bamboo and Rattan*, 2002, 1(2): 16-20.

[9] Deb S, Arunachalam A, Arunachalam K. Cell-wall degradation and nutrient release pattern in decomposing leaf litter of *Bambusa tulda* Roxb. and *Dendrocalamus hamiltonii* Nees. in a bamboo-based agroforestry system in north-east India[J]. *Journal of Bamboo and Rattan*, 2005, 4(3): 257-277.

[10] 关明杰, 朱一辛, 张齐生. 甜竹的干缩性及其纤维饱和点[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2003, 27(1): 33-36.

[11] 制浆造纸手册编写组. 制浆造纸手册(第一分册: 纤维原料和化工原料)[M]. 北京: 轻工业出版社, 1988, 143: 147-150, 173-175.

[12] 制浆造纸手册编写组. 制浆造纸手册(第三分册: 碱法制浆)[M]. 北京: 轻工业出版社, 1988: 242-268.

[13] 胡惠仁, 石淑兰, 魏德津. 四种竹材硫酸盐法制浆的比较[J]. *天津造纸*, 1999, (4): 2-8.

[14] 刘晓波, 韩绍中, 穆道友等. 德宏州巨龙竹纤维形态和化学成分与制浆性能的初步研究[J]. *昆明理工大学学报(理工版)*, 2006, 31(1): 83-88.

[15] 造纸工业碱回收编写组. 造纸工业碱回收[M]. 北京: 轻工业出版社, 1979: 59, 124.

[16] 朱先军, 伍红, 詹怀宇等. 粤东四种竹子硫酸盐法制浆的研究[J]. *造纸科学与技术*, 2004, 23(2): 10-11.

A study on the chemical composition and pulping performance of *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. ex Munro

YANG Qing^{1,2}, SU Guang-rong³, XU Cong-heng³, HAN Lei⁴, SUN Qi-xiang⁴, PENG Zhen-hua⁴

(1. Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, Yunnan, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Forestry & International Centre for Bamboo and Rattan, Beijing 100091, China; 3. Forestry Bureau of Jinghong City, Jinghong 666100, Yunnan, China; 4. Forestry Institute of Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: An experiment was carried out to study the chemical composition, fiber morphology and pulping properties of *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. ex Munro. The results show that the chemical compositions of *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. ex Munro are as follows: ash content 1.80%, SiO₂ 0.50%, cool water extractive 3.10%, hot water extractive 4.42%, benzene-alcohol extractive 2.65%, 1% NaOH extractive 17.24%, Klason lignin 16.67%, pentosan 25.43% and cellulose 50.55%; and the average fiber length is 3.79mm, fiber width 14.83 μm, length-width ratio 255.56. *D. hamiltonii* Nees et Arn. ex Munro fiber length is longer, fiber length-width ratio and cellulose is higher and Klason lignin is lower, compared with *Neosinocalamus affinis*, *Phyllostachys pubesdens*, *Piceo asperata*, *Pnus massoniana* and *Eucalyptus globulus* Labill, it is easier to pulp than some other species of bamboo with its tearing strength property much better than that of the needle wood. Therefore, it is a good fiber material of bamboo for papermaking industry.

Key words: *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. ex Munro; chemical composition; fibre morphology; pulping performance

收稿日期: 2006-12-22

广告

DR 德瑞克

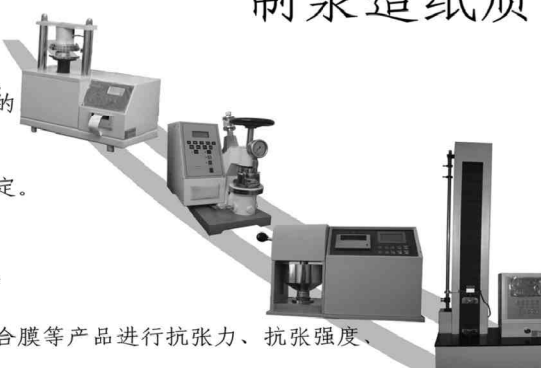
DRK113压缩试验机
适用于纸张、纸板边压、环压、粘合、平压以及纸管抗压强度的测定。

DRK109耐破度仪
适用于纸和纸板耐破强度的测定。

DRK105平滑度仪
适用于纸和纸板平滑度的测定。

DRK101B电子拉力试验机
适用于纸张、纸板、薄膜、复合膜等产品进行抗张力、抗张强度、变形率等性能的测定。

制浆造纸质量检测仪器



白度仪
平滑度仪
撕裂度仪
测厚仪
耐破度仪
可勃吸收仪
耐折度仪
纸张水分仪
纸板戳穿仪

压缩试验机
打浆度仪
尘埃度仪
柔软度仪
透气度仪
摩擦系数仪
电动离心机
静电测试仪
静电消除器
定量取样器
纸箱抗压机
动态滤水仪
色差仪

更多 >>>

济南德瑞克仪器有限公司

电话: 0531-85868997 85866197
传真: 85860395

欲了解更多检测仪器, 敬请登陆: www.drktest.com