

3 个构树无性系幼龄材纤维形态和化学成分分析

刘 飞¹, 刘艳萍², 晏 增², 马永涛², 翟晓巧^{2*}

(1. 河南省绿洲园林有限公司, 河南 郑州 450008; 2. 河南省林业科学研究院, 河南 郑州 450008)

摘要: 以人工培育的 3 个构树无性系幼龄材为试验材料, 对其纤维形态和化学成分进行测定和分析, 并揭示不同构树无性系幼龄材纤维形态和化学成分的变化规律。结果表明: 构树 1 号木材的纤维长度和长宽比最大, 分别为 684.95 μm 和 57.51, 构树 3 号木材的纤维长度和长宽比最小, 分别为 482.65 μm 和 34.73; 3 个构树无性系木材的纤维壁腔比均小于 1; 它们的纤维长度、纤维宽度、纤维长宽比和纤维壁腔比差异极显著。构树 1 号幼龄材的纤维素含量和半纤维素含量最高, 分别为 45.75% 和 32.04%, 木质素含量最低, 为 15.72%; 构树 2 号幼龄材的纤维素含量最低, 为 43.57%, 而木质素含量最高, 为 18.16%。综合分析认为, 构树 1 号更适合做造纸原料。

关键词: 构树无性系; 纤维形态; 化学成分

中图分类号: TS74 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)10-0120-03

Fiber Morphology and Chemical Component of Juvenile Wood in Three *Broussonetia papyrifera* Clones

LIU Fei¹, LIU Yan ping², YAN Zeng², MA Yong tao², ZHAI Xiao qiao^{2*}

(1. Oasis Landscape Co., Ltd. of Henan Province, Zhengzhou 450008, China;

2. Henan Academy of Forestry, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: With three *Broussonetia papyrifera* clones of three year old juvenile wood as the experimental materials, fiber morphology and chemical component of *Broussonetia papyrifera* clones were determined and analyzed in this paper. Variational pattern of fiber morphology and chemical component were revealed here. The results showed that the fiber length and fiber length width ratio of juvenile wood of *Broussonetia papyrifera* clones from big to small were *Broussonetia papyrifera* NO. 1, *Broussonetia papyrifera* NO. 2, *Broussonetia papyrifera* NO. 3, respectively. The fiber length and fiber length width ratio of *Broussonetia papyrifera* NO. 1 and *Broussonetia papyrifera* NO. 3 were 684.95 μm , 57.51 and 482.65 μm , 34.73, respectively. The fiber wall thickness diameter ratio of three *Broussonetia papyrifera* clones were less than one. There was extremely significant differences in fiber length, fiber width, fiber length width ratio and fiber wall thickness diameter ratio. According to chemical components, *Broussonetia papyrifera* NO. 1 had higher cellulose and hemicellulose contents, lower lignin and extractives contents. The contents of cellulose, hemicellulose and lignin of *Broussonetia papyrifera* NO. 1 were 45.75%, 32.04% and 15.72%, respectively. So *Broussonetia papyrifera* NO. 1 can be cultivated widely in large area and more suitable as pulp material.

Key words: *Broussonetia papyrifera* clone; Fiber morphology; Chemical component

收稿日期: 2011 05 20

基金项目: 国家林业局林业公益性行业科研专项(200804028)

作者简介: 刘 飞(1974), 男, 河南鹿邑人, 高级工程师, 博士, 主要从事林木育种研究。E-mail: lybox@126.com

*通讯作者: 翟晓巧(1971), 女, 河南宜阳人, 研究员, 博士, 主要从事林木育种研究。E-mail: user7117@163.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

构树(*Broussonetia papyrifera*(L.) Vent) 为桑科(Moraceae) 构树属(*Broussonetia*), 产于黄河流域、长江流域、珠江流域及台湾, 越南、印度及日本亦产^[1]。构树适应性强, 能耐干旱瘠薄土壤, 可适应石灰岩山地, 萌蘖性强。播种、分根、插条及压条繁殖。

随着造纸工业的持续高速发展, 造纸原料短缺的矛盾日趋严重, 大力发展速生阔叶材制浆造纸是减缓资源缺乏的途径之一, 构树就是一种较好的速生阔叶材树种。构树作为造纸原料由来已久, 早在蔡伦发明造纸术的时候就已开始使用^[2-4]。本研究对人工培育的 3 个构树无性系幼龄材的纤维形态和化学成分进行了分析, 旨在为以这些原料制浆造纸提供基础资料, 选出最适合造纸的构树无性系。

1 材料和方法

1.1 试材采集

试材采集地位于河南省荥阳市(113°09′36″E, 34°36′05″N), 供试构树无性系 3a 生, 株行距为 2m×3m。于 2010 年 12 月截取构树样木的第一大活枝为试材, 每个无性系取 3 株, 共 9 株。样木生长情况见表 1。

表 1 构树样木生长情况

构树无性系	试材号	树高/m	胸径/cm	树皮颜色
构树 1 号	1	4.2	5.6	白色
	2	4.3	5.1	白色
	3	4.8	6.1	白色
构树 2 号	4	4.2	5.0	红色
	5	4.4	6.0	红色
	6	4.6	6.1	红色
构树 3 号	7	4.2	6.0	花色
	8	4.8	5.5	花色
	9	4.5	5.2	花色

1.2 试验方法

1.2.1 纤维形态的测定 在试材的下部取一个约 2cm 宽的圆盘, 再在圆盘上的 3a 生年轮内取样。用单面刀切成火柴梗粗细、长约 1cm 的木条, 置于试管中, 采用文献[5] 的木材纤维离析方法, 对构树木材进行离析处理。然后在 XSP16A 型投影显微镜下测定构树无性系木材纤维的长度、宽度、腔径。测长度时放大倍率一般为 100 倍, 随机选取 30 根;

测宽度和腔径时放大倍率在 400 倍左右, 宽度和腔径每个试样选 30 根, 计算其平均值作为试样测定值, 然后计算出长宽比、纤维的壁厚和壁腔比。

1.2.2 化学成分的测定 在每个试材的相同部位取样, 将其劈成小木块, 再用植物粉碎机磨碎, 过筛, 截取能通过孔径 380μm 筛网但不能通过孔径 250μm 筛网的部分木粉, 风干, 贮于具有磨砂玻璃塞的广口瓶中, 以备分析用。化学成分按国家标准 GB 2677-93 中规定的方法进行测定^[6]。

2 结果与分析

2.1 构树无性系木材的纤维形态比较

由表 2 可以看出, 构树 1 号的纤维长度均值最大(684.95μm), 其次为构树 2 号, 构树 3 号的最小; 对不同构树无性系木材的纤维长度进行方差分析, 结果表明: 3 个构树无性系木材的纤维长度存在极显著差异($F=53.60^{**}>F_{0.01}=4.79$), 说明构树 1 号木材纤维更适于用做造纸原料, 这是因为纤维长度是评价纤维原料品质的一个重要因子, 它不仅与纸页撕裂度呈直线关系, 而且长度大有利于提高纸张的抗张强度、耐破度及耐折度^[7-9]。3 个构树无性系木材纤维宽度在 10.50~15.75μm, 属于 1 级宽度级别($\leq 16\mu\text{m}$), 纤维宽度直接影响到纤维的长宽比。对纸浆来说, 纤维长宽比大的适合于做纸浆原料, 长宽比小于 45 的纤维不宜做纸浆^[9]。由表 2 可知, 构树 1 号和构树 2 号的纤维可以做纸浆原料, 而构树 3 号的纤维不适合做纸浆原料。方差分析表明, 3 个构树无性系木材纤维的宽度($F=14.09^{**}>F_{0.01}=4.79$)和长宽比($F=19.49^{**}>F_{0.01}=4.79$)均存在极显著差异。

由表 2 可知, 3 个构树无性系木材的纤维壁厚很接近。不同无性系之间木材纤维壁腔比存在差异, 构树 2 号的纤维壁腔比最大, 其次为构树 1 号, 最小的为构树 3 号, 并且它们的均值都小于 1。方差分析表明: 3 个构树无性系木材的纤维壁厚差异不显著($F=2.46<F_{0.01}=4.79$), 纤维壁腔比($F=13.71^{**}>F_{0.01}=4.79$)差异极显著。

综上所述, 针对构树无性系木材纤维形态而言, 构树 1 号是较好的造纸原料。

表 2 构树无性系木材的纤维形态特征

构树无性系	纤维长度/μm	纤维宽度/μm	纤维长宽比	纤维壁厚/μm	纤维壁腔比
构树 1 号	684.95(0.17)	13.30(0.34)	57.51(0.40)	3.61(0.20)	0.73(0.37)
构树 2 号	536.55(0.16)	10.50(0.25)	53.39(0.24)	3.27(0.20)	0.88(0.19)
构树 3 号	482.65(0.13)	15.75(0.36)	34.73(0.41)	3.61(0.25)	0.57(0.58)

注: 括号中的数值为变异系数。下同

1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2 构树无性系木材的化学成分比较

由表 3 可以看出, 构树 1 号幼龄材的 1%NaOH 抽出物和木质素含量最低, 纤维素和半纤维素含量最高; 构树 2 号幼龄材的纤维素、冷水抽出物和热水抽出物含量最低, 而木质素含量最高; 构树 3 号幼龄材的纤维素含量较构树 1 号幼龄材的低, 为 43.70%; 半纤维素含量最低, 为 31.48%; 木质素含

量较构树 1 号幼龄材的高, 为 17.62%。总体看来, 3 个构树无性系幼龄材的抽出物含量和半纤维素含量波动较小, 纤维素含量和木质素含量波动较大。纤维素、半纤维素和木质素组成木材细胞壁的主要化学成分, 其含量多少影响着木材的材性和利用^[8]。作为纸浆用材, 纤维素和半纤维素含量直接影响纸浆得率, 含量越高, 浆得率越高, 纸浆的强度也越大;

表 3 构树无性系木材的化学成分

构树无性系	含水率/%	抽出物/%			木质素/%	半纤维素/%	纤维素/%
		冷水	热水	1%NaOH			
构树 1 号	5.84(0.02)	8.54(0.03)	10.83(0.03)	23.95(0.08)	15.72(0.08)	32.04(0.11)	45.75(0.05)
构树 2 号	5.97(0.02)	7.92(0.10)	9.13(0.12)	24.42(0.03)	18.16(0.03)	31.76(0.02)	43.57(0.02)
构树 3 号	6.13(0.15)	8.21(0.08)	9.52(0.18)	24.84(0.06)	17.62(0.06)	31.48(0.01)	43.70(0.03)

木质素是制浆过程中需要去除的部分, 木质素含量越高, 在蒸煮、漂白过程中消耗的化学药品越多, 浆得率越低, 生产成本越高。良好的造纸用纤维原料要求含纤维素高、木质素少、抽出物含量少^[9]。由此可知, 构树 1 号的木材更适合做造纸原料。

3 结论

3 个构树无性系幼龄材的纤维形态间, 除了纤维壁厚外, 纤维长度、纤维宽度、纤维长宽比和纤维壁腔比差异均极显著。构树 1 号木材的纤维长度和长宽比最大, 分别为 684.95 μ m 和 57.51; 构树 2 号木材的纤维长度和长宽比次之, 分别为 536.55 μ m 和 53.39; 构树 3 号木材的纤维长度和长宽比最小, 分别为 482.65 μ m 和 34.73。它们的纤维壁腔比均小于 1。

构树 1 号幼龄材的纤维素含量和半纤维素含量最高, 分别为 45.75%和 32.04%, 木质素含量最低, 为 15.72%; 构树 2 号幼龄材的纤维素含量最低, 为 43.57%, 而木质素含量最高, 为 18.16%; 构树 3 号幼龄材的纤维素含量较高, 为 43.70%, 抽出物含量和木质素含量较低。3 个构树无性系幼龄材的化学成分差异不显著。

综合木材纤维形态和化学成分分析结果, 认为构树 1 号更适合用做造纸原料。

参考文献:

[1] 火树华. 树木学[M] . 2 版. 北京: 中国林业出版社, 1990.

[2] 杨懋暹. 2020 年的中国造纸工业——中国造纸工业市场前景预测[J] . 中国造纸, 2004, 23(2): 59-63.

[3] 刘仁庆. 中国古代造纸史话[M] . 北京: 轻工业出版社, 1978.

[4] 聂勋载. 构树制浆与综合利用研究的思考 and 实践[J] . 湖北工学院学报, 2002, 17(1): 67-69.

[5] 刘艳萍, 陈志林, 张洋, 等. 白蜡条木材解剖性质及其变异的研究[J] . 南京林业大学学报: 自然科学版, 2009, 33(4): 125-128.

[6] 国家质量技术监督局. GB/T 2677-93 造纸原料化学成分测定[S] . 北京: 中国标准出版社, 1993.

[7] 林金国, 陈金明, 王水英, 等. 不同种源毛竹材纤维形态和化学成分的变异[J] . 竹子研究汇刊, 2010, 29(1): 54-57.

[8] 尹思慈. 木材学[M] . 北京: 中国林业出版社, 1996.

[9] 刘忠. 制浆造纸概论[M] . 北京: 中国轻工业出版社, 2007.