

枫香木材化学成分及其在高度上的变异规律

刘成倩, 王传贵*, 李媛媛, 朱家伟

(安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036)

摘要: 对枫香木材纵向化学成分进行测定。结果表明: (1) 枫香木材的苯醇抽提物、热水抽提物、综纤维素和木质素平均含量分别为 2.35%、4.14%、82.02% 和 24.84%, 方差分析显示, 以上指标在其纵向上均不显著; 冷水抽提物、1%NaOH 抽提物和纤维素平均含量分别为 2.60%、17.64% 和 46.58%, 在纵向上达到 1% 显著性水平。(2) 枫香木材纵向变化规律各异, 沿树基到树梢方向上, 冷水抽提物呈两端高、中间低的变化规律; 苯醇抽提物、热水抽提物、1% NaOH 抽提物和木质素含量呈逐渐降低的变化规律; 综纤维素和纤维素含量分别呈逐渐升高和先升高后降低的变化规律。

关键词: 枫香木材; 化学成分; 变异

中图分类号: S781.42

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2017)06-1043-04

The chemical components of *Liquidambar formosana* and their longitudinal variation

LIU Chengqian, WANG Chuangui, LI Yuanyuan, ZHU Jiawei

(School of Forestry & Landscape Architecture, Anhui Agriculture University, Hefei 230036)

Abstract: In the study, the longitudinal variation of chemical components in *Liquidambar formosana* was analysed. Results showed that: (1) the mean contents of benzene-ethanol extractives, hot-water extractives, holocellulose and lignin were respectively 2.35%, 4.14%, 82.02% and 24.84%, and their values of the longitudinal variation were not significant in statistic sense; cold-water extractives, 1% NaOH extractives and cellulose are respectively 2.60%, 17.64% and 46.58%, and the between them reached significant difference at 1% level in longitudinal variation; (2) The longitudinal variation of chemical components in *Liquidambar formosana* from roots to the treetops was different. The content of cold-water extractives was high in two ends but low in the middle of the tree; the contents of benzene-ethanol extractives, hot-water extractives, 1% NaOH extractives and lignin tended to decrease; the content of holocellulose increased gradually, and the content of cellulose increases firstly and then decreased.

Key words: *Liquidambar formosana* wood; chemical components; variation

枫香 (*Liquidambar formosana* Hance) 是中国重要的速生树种之一。木材结构细致, 韧性大, 硬度、强度及密度适中, 现有极为丰富的资源, 在我国森林资源严重匮乏的情况下, 枫香木材作为速生材引起广泛关注。然而, 枫香木材干燥时易产生开裂、翘曲等缺陷, 严重影响其直接使用, 造成木材资源的极大浪费^[1-2]。加之近年来木材原料被过度地使用, 大批量枫香木材却因其缺陷而被废弃烧掉, 造成资源的极大浪费。一些学者对枫香木材性及加工利用进行了研究, 如桂永全^[3]针对枫香木材的交

错纹理与变异规律进行了研究, 发现由髓心向外呈现为变振幅、变周期的正弦振荡曲线。纹理的变化规律不仅表现在生长轮之内及生长轮之间, 同时在不同高度上的同一生长轮之间也反复改变。周侃侃等^[4]针对枫香木材的性质, 系统地研究了解剖、物理力学性质, 并探究其旋切、刨切等加工利用适应性。郑雅文等^[5]利用光学显微镜对枫香的创伤性树胶道的形成进行了观察, 结果表明, 形成创伤性树胶道的必要条件是割脂。但就枫香木材干燥时易开裂变形的基础性研究尚未见报道, 因此, 本研究从

收稿日期: 2016-01-20

基金项目: 安徽农业大学科骨干培育项目 (2014XKPY-17) 斜纹理木材干缩机理的研究(1608085MC57)资助。

作者简介: 刘成倩, 硕士研究生。E-mail: 1106541641@qq.com

* 通信作者: 王传贵, 教授。E-mail: nj230036@163.com

枫香木材化学成分出发,探究枫香木材材性特点与干燥时开裂变形的原因。纤维素和半纤维素的吸湿解吸的性质使得木材易发生湿胀和干缩现象,加上枫香木材结构上的各向异性,使得木材在干燥时内部产生干燥应力;木材内部水份渗透的难易程度直接影响到木材干燥效果,枫香木材在受到外部机械损伤或病原体侵害时会产生树脂道,是否这些内含物堵塞了水份在木材内部的流通?通过对枫香木材化学成分进行测定与分析,探讨枫香木化学组成的变异特点,将为枫香木代谢途径、渗透性、干燥及其化学方面的特殊性提供科学依据。同时也为枫香木材的合理开发与广泛利用提供有力的基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验用材采自安徽省泾县大庄村杨家岭上,海拔 100~120 m,南坡,坡度 35°,土质为红棕壤。

在林分中随机平均选取 4 株(记为 R1、R2、R3 和 R4),基本情况见表 1。在基部、1.5 m、3.5 m、5.5 m 和 7.5 m 处分别锯取厚度为 6 cm 的圆盘并相应编号(分别记为 0、1、2、3 和 4)。气干后,去皮、切薄片、粉碎、过筛、取 40~60 目,置于密封袋中贮藏备用^[6-8]。

1.2 方法

有机溶剂抽提物含量、水抽提物含量、1%氢氧化钠抽出物含量、综纤维素含量、纤维素含量和木质素含量分别参照造纸有机溶剂抽出物含量的测定(GB/T2677.6-1994)^[9]、水抽出物含量的测定(GB/T2677.4-1993)^[10]、1%NaOH 抽出物含量的测定(GB/T2677.5-1993)^[11]、综纤维素含量的测定(GB/T2677.10-1995)^[12]、硝酸-乙醇纤维素含量的测定(GB/T744-2004)^[13]和酸不溶木素含量的测定(GB/T747-2003)^[14]进行,3 次重复。含水率采用烘干法测定。

表 1 枫香样本基本情况

Table 1 Basic situation of the sample trees of *Liquidambar formosana*

样木 Sample	胸径/cm Diameter at breast heart	树高/m Height	第 1 枝桠高/m The first branch height	树龄/a Age	生材含水率/% Moisture content in green wood
R1	22.0	17.0	3.2	24.0	110
R2	18.5	15.9	3.4	22.0	100
R3	20.5	20.6	4.5	20.0	110
R4	21.3	19.5	4.0	24.0	130

表 2 方差分析

Table 2 Variance analysis

化学成分 Chemical component	差异来源 Source	平方和 SS	自由度 df	平均平方和 MS	F	P-value	F crit
苯醇抽提物 Benzene-ethanol extractives	组间 Interblock	3.9226	3	1.3075	1.4440	0.2671	3.2389
	组内 Intragroup	14.4879	16	0.9055			
	总计 Total	18.4105	19				
冷水抽提物 Cold-water extractives	组间 Interblock	6.9715	3	2.3238	6.8663	0.0035	3.2389
	组内 Intragroup	5.4150	16	0.3384			
	总计 Total	12.3865	19				
热水抽提物 Hot-water extractives	组间 Interblock	1.9280	3	0.6427	0.6309	0.6056	3.2389
	组内 Intragroup	16.2978	16	1.0186			
	总计 Total	18.2258	19				
1%NaOH 1% NaOH extractives	组间 Interblock	50.4117	3	16.8039	5.3855	0.0094	3.2389
	组内 Intragroup	49.9234	16	3.1202			
	总计 Total	100.335	19				
综纤维素 Holocellulose	组间 Interblock	2.8998	3	0.9666	0.7669	0.5291	3.2389
	组内 Intragroup	20.1654	16	1.2603			
	总计 Total	23.0652	19				
纤维素 Cellulose	组间 Interblock	30.9287	3	10.3096	7.9448	0.0018	3.2389
	组内 Intragroup	20.7624	16	1.2977			
	总计 Total	51.6911	19				
木质素 Lignin	组间 Interblock	1.6688	3	0.5563	1.2624	0.3207	3.2389
	组内 Intragroup	7.0503	16	0.4406			
	总计 Total	8.7192	19	1.3075			

2 结果与分析

2.1 木材抽提物

抽提物在木材中所占比例很少,多存于细胞间隙、细胞腔和微纤丝间,抽提物含量对木材的渗透性有着很大的影响^[15],同时,对板材胶合、防腐改性处理、木材密度及强度等也均有一定的影响^[16-21]。试验结果表明:枫香木材苯醇抽提物、冷水抽提物、热水抽提物和 1%NaOH 抽提物含量平均值分别为 2.35%、2.60%、4.14% 和 17.64%。4 种抽提物变化规律如图 1~图 4,冷水抽提物含量先减少后增加;苯醇、1%NaOH 和热水抽提物含量逐渐降低。经表 2 方差分析检验,在纵向上,苯醇抽提物和热水抽提物含量的差异不显著;冷水抽提物含量和 1%NaOH 抽提物的差异显著。阔叶材的有机溶剂抽出物含量一般在 1% 以下,在试验中发现苯醇抽提物含量要高于一般阔叶材,特别是枫香木材基部的苯醇抽提物含量较高,最高可达 5.2%。胸径以上变化不显著,通过对枫香木材进行苯醇抽提,将会提高枫香木材的渗透性与干燥质量。

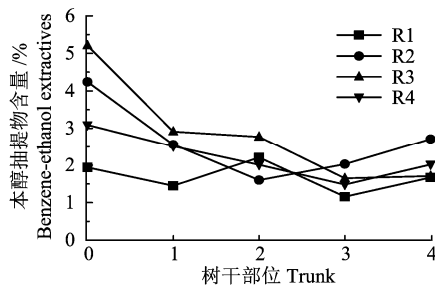


图 1 苯醇抽提物含量在树干纵向上的变化

Figure 1 Longitudinal variation of the content of benzene-ethanol extractives

2.2 木材主要成分

2.2.1 综纤维素 纤维素和半纤维素组成了综纤维素,同时由于纤维素和半纤维素的吸湿解吸的性质,使得木材易产生收缩膨胀现象,这是导致木材干燥时易开裂变形的内在原因;同时作为造纸原料,综纤维素含量的大小与纸浆得率有直接的关系^[16-21],即木材中综纤维素含量越大,纸浆得率越高。在纵向上,枫香木材综纤维素含量逐渐升高,但由表 2 方差分析检验,在树干纵向上,综纤维素含量变化不显著(如图 5)。据日本木材化学成分数据分析,100 种阔叶材中综纤维素含量高的是龙江柳 *Salix sachalinensis* 和水胡桃 *Ptreocarya rhoifolia*,分别为 84% 和 83%,低的是南方桑 *Morus bombycis*,为 67%。而本试验枫香木材的综纤维素含量为 82.02%,含量较高,易产生吸湿膨胀。

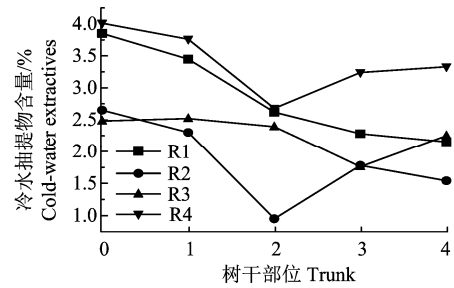


图 2 冷水抽提物含量在纵向上的变化

Figure 2 Longitudinal variation of the content of cold-water extractives

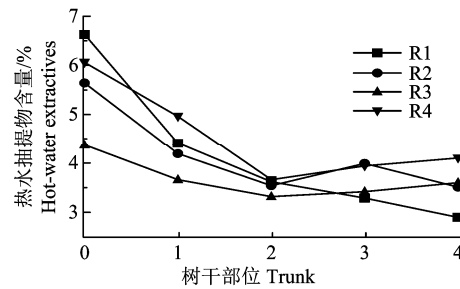


图 3 热水抽提物含量在纵向上的变化

Figure 3 Longitudinal variation of the content of hot-water extractives

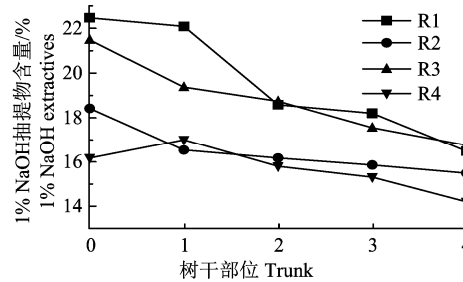


图 4 1% NaOH 抽提物含量在纵向上的变化

Figure 4 Longitudinal variation of the content of 1%NaOH extractives

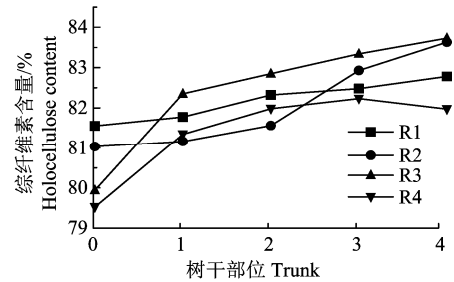


图 5 综纤维素含量在纵向上的变化

Figure 5 Longitudinal variation of holocellulose content

2.2.2 纤维素 纤维素是木材细胞壁的骨架物质,其含量与木材化学、物理及力学性质有紧密的关系,同时与纸浆质量及纸浆得率有很大关系^[16-21]。枫香木材的纤维素含量平均值为 46.58%。根据试验中 17 种阔叶材的硝酸-乙醇纤维素平均含量为 44.33%^[22],枫香木材纤维素含量比多数阔叶材略高,一般来说,纤维素含量越高,纸浆得率越大,

纸浆的性能越好,同时吸湿膨胀现象越明显。在纵向上,树高上呈现出两边高、中间低的变化规律(如图6),由表2方差分析检验,纤维素含量差异达到1%显著变化。

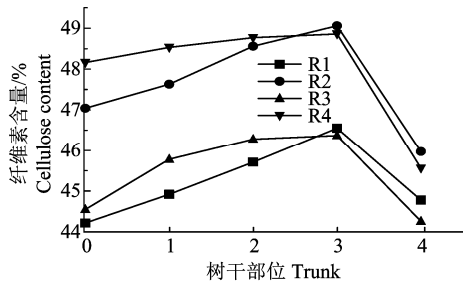


图6 纤维素含量在纵向上的变化

Figure 6 Longitudinal variation of cellulose content

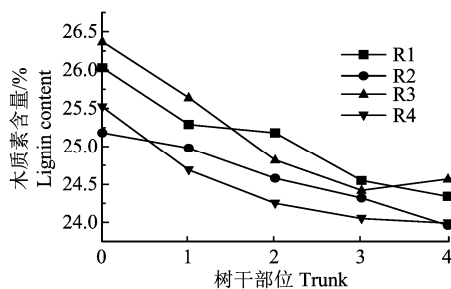


图7 木质素含量在纵向上的变化

Figure 7 Longitudinal variation of lignin content

2.2.3 木质素 木质素在木材组织中起着强化细胞壁的作用,且木质素是热塑性物质,在热压制板时,达到一定温度会使木材界面发生胶结。对木材加工利用产生一定的影响^[16-21]。在树干纵向上,树基往上呈现逐渐降低的变化规律(如图7),表2显示木质素含量的差异未达到显著性水平。

3 结论

枫香木材的苯醇抽提物、1%NaOH抽提物、热水抽提物、冷水抽提物、综纤维素、纤维素和木质素含量分别为2.35%、17.64%、4.14%、2.60%、82.02%、46.58%和24.84%。

枫香木材抽提物含量在树干纵向上略有差异,1%NaOH抽提物、冷水抽提物在树干纵向上达到1%显著差异,苯醇抽提物、热水抽提物在纵向上差异均不显著;由树干基部向上,冷水抽提物含量略呈两端高、中间低的趋势;苯醇抽提物、1%NaOH抽提物、热水抽提物含量呈现逐渐降低的趋势。水份与营养物质在纵向传导中,苯醇抽提物含量是影响枫香木材渗透性的主要原因,通过对枫香木材进行苯醇抽提,将会提高枫香木材的渗透性。

枫香木材主要化学成分中的纤维素含量在纵向上达到显著差异,综纤维素、木质素在纵向上均未达到1%显著差异;由树干树基向上,综纤维素含量逐渐升高,纤维素含量呈现先升高后降低的趋势,木质素呈现逐渐降低的趋势。

参考文献:

- [1] 金保动,陈培森,白新森. 枫香在针阔混交林中的作用及其发展前景[J]. 防护林科技, 2001(3): 65-68.
- [2] 翁琳琳,蒋家淡,张鼎华,等. 乡土树种枫香的研究现状与发展前景[J]. 福建林业科技, 2007, 34(2): 184-189.
- [3] 桂永全. 枫香木交错纹理及其变异的研究[J]. 木材工业, 1987(1): 4-11.
- [4] 周侃侃,徐漫平,郭飞燕,等. 枫香木材性质及其加工性能研究[J]. 林业科技开发, 2009, 23(5): 51-54.
- [5] 郑雅文,宋晓,曾韬,等. 枫香采脂创伤性树胶道的形成及显微观察[J]. 生物质化学工程, 2010, 44(5): 17-20.
- [6] 张双燕. 化学成分对木材细胞壁力学性能影响的研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2011.
- [7] 张学力. 木材化学成分与木材加工工艺和利用的关系[J]. 黑龙江科技信息, 2012(18): 224.
- [8] 尹思慈. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 179-181.
- [9] 中国轻工总会. 造纸原料有机溶剂抽出物含量的测定: GB/T 2677.6-1994[S]. 北京: 中国标准出版社, 1994.
- [10] 中华人民共和国轻工业部. 造纸原料水抽出物含量的测定: GB/T 2677.4-1993[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- [11] 中华人民共和国轻工业部. 造纸原料1%氢氧化钠抽出物含量的测定: GB/T 2677.5-1993[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- [12] 中国轻工总会. 造纸原料综纤维素含量的测定: GB/T 2677.10-1995[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.
- [13] 中国轻工业联合会. 纸浆抗碱性的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [14] 中国轻工业联合会. 纸浆酸不溶木素的测定: GB/T 747-2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [15] 彭万喜,朱同林,郑真真,等. 木材抽提物的研究现状与趋势[J]. 林业科技开发, 2004, 18(5): 69.
- [16] 王军辉,张守攻,石淑兰,等. 日本落叶松木材的化学组成研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(5): 570-575.
- [17] 范国荣,张文元,肖复明,等. 陈山红心杉主要化学组成的株内纵向变异研究[J]. 江西农业大学学报, 2015, 37(2): 212-217.
- [18] 郭小军,李贤伟,张健,等. 巨桉纸浆原料林木材的主要化学成分变异研究[J]. 四川农业大学学报, 2005, 23(3): 305-312.
- [19] 李莉,王昌命. 工业林木荷木木材化学成分及其变异的研究[J]. 山东林业科技, 2008, 38(2): 5-8.
- [20] 李贤军,刘元,吴义强. 火炬松纸浆材化学成分及其在树干高度上的变异规律[J]. 中南林业科技大学学报, 2007, 27(4): 104-107.
- [21] 聂少凡,陈子玉. 人工杉木林木材化学成分的变异规律[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 1998, 22(3): 43-46.
- [22] 方桂珍. 20种树种木材化学组成分析[J]. 中国造纸, 2002, 21(6): 79-80.