

5 种不同品系相思木材的化学性质

I. 木材化学组成及差异性

秦特夫, 黄洛华

(中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 对大叶、厚荚、卷荚、马占和黑木等 5 种不同品系相思木材的灰分、综纤维素、 α 纤维素、半纤维素、1%NaOH 抽出物、苯醇抽出物、多缩戊糖、木质素、相对结晶度等主要化学组成及变异进行了系统的研究, 揭示了 5 种不同品系间相思木材主要化学组成的变异及差异性。研究结果表明: 在 5 种品系的相思木材中大叶相思、厚荚相思和马占相思木材具有基本相同的化学组成; 而厚荚相思与卷荚相思、黑木相思之间, 马占相思与卷荚相思之间以及卷荚相思与黑木相思之间的主要化学组成均存在不同程度的差异显著性。大叶、厚荚、卷荚、马占和黑木相思木材的综纤维素含量分别为: 71.25%、70.84%、75.47%、72.38% 和 71.77%; α 纤维素含量分别为: 45.30%、46.47%、50.15%、46.48% 和 43.99%; 木质素含量分别为: 22.83%、24.12%、18.54%、21.98% 和 20.77%; 相对结晶度分别为: 58.74%、43.36%、43.42%、39.74% 和 41.89%; 1%NaOH 抽出物含量分别为: 22.02%、21.20%、22.73%、22.00% 和 26.20%; 聚戊糖含量分别为: 22.98%、21.20%、24.68%、23.20% 和 24.72%; 苯醇抽出物含量分别为: 5.78%、5.38%、6.13%、6.20% 和 6.25%。

关键词: 相思木材; 化学组成; 化学性质; 变异性

中图分类号: S781.4 文献标识码: A

Study on the Difference of Chemical Properties among Five Acacia Species Woods

I. Study on the Difference of Chemical Composition

QIN Tefu, HUANG Luo-hua

(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract: The difference of chemical composition among five acacia species woods (*Acacia auriculiformis*, *A. crassicaarpa*, *A. cincinnata*, *A. mangium* and *A. melanoxylon*) were compared. The ash, holocellulose, α cellulose, 1% NaOH extractive, benzene-ethanol extractive, pentosan, lignin and relative crystallinity contents were investigated. By this study, the chemical composition variable disciplinarians among the five acacia species woods were found. The results showed that they had almost the same chemical properties for *A. auriculiformis*, *A. crassicaarpa* and *Acacia mangium*; the chemical composition of *A. crassicaarpa* had significant differences with that of *A. cincinnata* and *A. melanoxylon*, while the chemical composition between *Acacia magnium* and *A. cincinnata* as well as between *A. cincinnata* and *A. melanoxylon* also had remarkable difference. The contents of holocellulose for the woods (*Acacia auriculiformis*, *A. crassicaarpa*, *A. cincinnata*, *A. mangium* and *A. melanoxylon*) were 71.25%, 70.84%, 75.47%, 72.38% and 71.77% respectively; the contents of α cellulose: 45.30%, 46.47%, 50.15%, 46.48% and 43.99%; the contents of lignin: 22.83%, 24.12%, 18.54%, 21.98% and 20.77%; the contents of relative crystallinity: 58.74%, 43.36%, 43.42%, 39.74% and 41.89%; the contents of 1% NaOH extractive: 22.02%,

收稿日期: 2004-08-19

基金项目: 中国 OPEC 科技产业合作基金资助项目中部分内容

作者简介: 秦特夫(1954-), 男, 湖南沅江人, 研究员。

21.20%, 22.73%, 22.00% and 26.20%; the contents of pentosan: 22.98%, 21.20%, 24.68%, 23.20% and 24.72%; the contents of benzene ethanol extractive: 5.78%, 5.38%, 6.13%, 6.20% and 6.25%。

Key words: *Acacia* wood; chemical composition; chemical properties; variability

相思属(*Acacia* Mill.) 又称金合欢属, 是我国南方于 20 世纪 30 年代初由澳大利亚和巴布亚新几内亚引入的用材树种。近年来相思类树种的引种品系和人工栽培面积逐年增加, 主要分布在广东、海南、广西、云南、福建等地。造林总面积已超过 15.33 万 hm^2 , 其中大叶相思种植面积已达 8 万 hm^2 , 居第一位。马占相思为 6.67 万 hm^2 。目前相思树的栽培区域已扩展到华南 6 个省区的 95 万 hm^2 的土地。相思作为我国南方主要造林树种, 已列入华南各省区的林业生产发展计划。随着相思木材产量的逐年增加, 相思木材的使用范围也更加广泛, 除作为重要的纸浆材原料外, 还可作为生产胶合板、实木家具和细木工板等木材加工类用材^[1]。为了实现相思木材的有效利用, 近年来对于相思木材的研究已逐渐开展, 但主要研究重点均在相思木材的加工方面, 如对相思木材的干燥特性^[2,3], 物理性质^[4], 制浆性能^[5,6]和防腐性能^[7]等都进行过较为系统的研究, 而对于不同品系之间相思木材的化学性质的差异性研究却尚未见报道。

为了全面了解相思的不同品系间木材化学性质及其差异性, 实现相思木材的“适材适用”, 对在我国种植面积较大的大叶相思(*Acacia auriculaformis* A. Cunn.)、厚荚相思(*A. crassicarpa* A. Cunn. ex Benth.)、卷荚相思(*A. cincinnata* F. Muell.)、马占相思(*A. mangium* Willd.) 和黑木相思(*A. melanoxylon* R. Br.) 等 5 种不同品系相思木材的综纤维素、 α 纤维素、半纤维素、1% NaOH 抽出物、苯醇抽出物、聚戊糖、木质素、冷水抽出物和热水抽出物等化学组成及变异进行了系统的研究, 以揭示不同品系相思木材间主要化学成分和性质的变化规律及差异性。

1 材料和方法

1.1 试验材料

在广东省广州市龙眼洞中国林业科学研究院热带林业研究所试验林场按国家标准(GB/T2677.1-93)选择马占、黑木、卷荚、大叶和厚荚等 5 种品系相思

树种各 3 株, 在胸高部位截取 10 cm 圆盘 1 个, 试样气干后按国家标准制备成木材化学分析样品。

1.2 主要化学成分测定

大叶、厚荚、卷荚、马占和黑木等 5 种品系相思树种的综纤维素、 α 纤维素、1% NaOH 抽出物、苯醇抽出物、聚戊糖、木质素按照国家标准(GB/T2677.10-95, GB/T744-89, GB/T2677.5-93, GB/2677.6-94 GB/2677.9-94, GB/2677.8-94)进行测定和计算。

2 结果与讨论

对于大叶、厚荚、卷荚、马占和黑木等 5 种品系的相思, 虽然在树木形态学特征方面都同属相思属树种, 但由于受到树种间遗传性能差异的影响, 使得这 5 种品系的相思木材在物理、化学方面会表现出不同的性质。

2.1 5 种品系相思树种综纤维素的含量及其差异

从纤维形态和木材解剖性质的角度进行选择, 相思木材是一种优质纸浆用材, 且被广泛用于制浆造纸。所以在各品系间选择综纤维素含量较高的品种用于纸浆材的培育, 从相同的木材生物量中获得更多的纸浆, 这对于相思木材的合理利用非常重要。从表 1 所示的 5 种相思的综纤维素测定结果可见: 在 5 种相思木材中, 卷荚相思的综纤维素含量最高, 达到 75.47%, 而厚荚相思木材的综纤维素含量最低为 70.84%, 两者间相差 4.63%, 其它 3 种相思木材的综纤维素含量差别不大, 均在 72% 左右。由此可见: 作为纤维用材而言, 这 5 种相思木材与杨树一样, 均具有较高的综纤维素含量^[8]。但仅从综纤维素得率方面考虑, 在 5 种相思中以卷荚相思作为纸浆材在经济上更为合理。

2.2 5 种品系相思树种木材中 α -纤维素的含量及其差异

α 纤维素是木材综纤维素中聚合度最高且最稳定的部分, 其含量的变化对纤维素质量的评价具有重要意义。表 1 列出了 5 种相思木材中 α 纤维素的变化。

表 1 5 种相思木材的主要化学成分

| 树种 | 综纤维素 | α -纤维素 | 相对结晶度 | 木质素 | 1%NaOH 抽出物 | 聚戊糖 | 苯-醇 抽出物 | 冷水 抽出物 | 热水 抽出物 | 灰份 |
|----|-------|---------------|-------|-------|---------------|-------|------------|-----------|-----------|-------|
| 大叶 | 71.25 | 45.30 | 58.74 | 22.83 | 22.02 | 22.98 | 5.78 | 4.64 | 6.05 | 0.68 |
| 厚荚 | 70.84 | 46.47 | 43.36 | 24.12 | 21.20 | 21.20 | 5.38 | 5.35 | 7.45 | 0.076 |
| 卷荚 | 75.47 | 50.15 | 43.42 | 18.54 | 22.73 | 24.68 | 6.13 | 7.26 | 8.96 | 0.17 |
| 马占 | 72.38 | 46.48 | 39.74 | 21.98 | 22.00 | 23.20 | 6.20 | 4.83 | 7.04 | 0.062 |
| 黑木 | 71.77 | 43.99 | 41.89 | 20.77 | 26.20 | 24.72 | 6.25 | 6.43 | 9.10 | 0.27 |

由表 1 可见: 5 种相思木材的综纤维素和 α -纤维素的含量变化并不完全一致。以卷荚相思含量最高为 50.15%, 黑木相思最低为 43.99%, 两者相差 6.16%, 其它 3 种相思木材的含量相差不大, 其中马占相思和厚荚相思均为 46% 左右, 而大叶相思为 45.30%。从 5 种品系相思木材 α -纤维素所占综纤维素的可见: 黑木相思木材的纤维素品质最差, α -纤维素仅占综纤维素的 61.29%, 而卷荚相思的纤维素品质最好, α -纤维素可占到综纤维素的 66.45%, 其次是厚荚相思 (65.60%), 马占相思 (64.22%) 和大叶相思 (63.57%)。

2.3 5 种品系相思树种木材的相对结晶度及其差异

木材的相对结晶度主要反映木材中纤维素的结晶程度。一般来说, 随着结晶度的增加, 纤维素的断裂强度、弹性模量、硬度、密度、尺寸稳定性等都有所提高; 但延伸性、吸湿性、润胀性、吸附性、韧性、柔软性和化学反应性等都会有所降低。因此, 纤维素的相对结晶度是评价木材力学性质和纤维素品质的重要依据。从表 1 中可见: 大叶相思木材具有较高的相对结晶度为 58.74%, 而纤维素含量较高的马占相思木材的相对结晶度却只有 39.74%。因此, 大叶相思木材中的纤维素品质最高, 其它 3 种相思木材的相对结晶度均在 43% 左右。

2.4 5 种品系相思树种木材中木质素含量及其差异

木材中的木质素除赋予木材强度外, 还给予木材一定的尺寸稳定性。因此木材中木质素含量的变化对木材的物理、力学性质都有一定的影响。从表 1 中列出的 5 种品系相思木材中木质素含量的测定结果可见: 在 5 种品系的相思树种中, 厚荚相思木材具有较高的木质素含量, 达到 24.12%, 而卷荚相思木材的木质素含量最低为 18.54%, 其它 3 种相思木材中木质素含量变化依次为: 大叶相思 (22.83%),

马占相思 (21.98%) 和黑木相思 (20.77%)。

2.5 5 种品系相思树种木材中聚戊糖含量及其差异

在 5 种相思木材中黑木相思和卷荚相思中聚戊糖含量较高, 分别为 24.72% 和 24.68%, 其次是马占相思 (23.20%) 和大叶相思 (22.93%), 厚荚相思含量最低为 21.20%。

2.6 5 种品系相思树种木材中 1%NaOH 抽出物含量及其差异

从表 1 可见, 5 种相思木材均具有较高的 1% NaOH 抽出物含量, 其中黑木相思的 1% NaOH 抽出物含量最高为 26.80%, 而其它 4 种相思木材的含量均在 22% 左右。

2.7 5 种品系相思树种木材中苯-醇抽出物、冷水、热水抽出物和灰份含量及其差异

5 种相思木材的苯-醇抽出物含量在 5.38% ~ 6.25% 之间, 以黑木相思木材的含量最高为 6.25%, 厚荚相思含量最低为 5.38%。

5 种相思木材的冷水抽出物含量在 4.64% ~ 7.26% 之间, 以卷荚相思木材的含量最高为 7.26%, 大叶相思含量最低为 4.64%; 5 种相思木材的热水抽出物含量在 6.05% ~ 9.10% 之间, 以黑木相思木材的含量最高为 9.10%, 大叶相思含量最低为 6.05%。

大叶相思木材的灰份含量最高为 0.68%, 黑木相思次之为 0.27%, 而马占相思和厚荚相思木材中的灰份含量很低, 仅为 0.062% 和 0.076%。

2.8 5 种品系相思树种木材主要化学成分之间差异性分析

为了了解 5 种品系相思树种的各主要化学成分含量之间是否存在显著差异, 采用“单因素方差分析”方法对 5 种相思的各主要化学成分间在 0.05 水平的差异显著性进行了分析, 分析结果见表 2。

表 2 5 种不同品系相思木材的主要化学成分间方差分析结果(F 值)

| 差异源 | 1%NaOH 抽出物 | 苯-醇抽出物 | 聚戊糖 | 木质素 | 综纤维素 | α 纤维素 |
|-----------|-----------------------|--------|--------|---------|--------|--------------|
| 大叶相思与厚荚相思 | 0.0077 | 0.45 | 2.48 | 1.46 | 2.00 | 4.27 |
| 大叶相思与马占相思 | 9.91×10^{-6} | 0.36 | 0.061 | 0.58 | 2.76 | 2.92 |
| 大叶相思与卷荚相思 | 1.58 | 0.77 | 3.01 | 15.69* | 32.13* | 23.88* |
| 大叶相思与黑木相思 | 53.14* | 0.62 | 3.27 | 2.91 | 0.53 | 4.13 |
| 厚荚相思与马占相思 | 0.0043 | 2.62 | 2.98 | 13.16* | 8.35* | 0.23 |
| 厚荚相思与卷荚相思 | 1.12 | 3.99 | 15.65* | 110.26* | 42.95* | 18.02* |
| 厚荚相思与黑木相思 | 35.44* | 4.35 | 16.84* | 19.78* | 6.47 | 30.57* |
| 马占相思与卷荚相思 | 0.61 | 0.04 | 1.17 | 31.06* | 17.60* | 8.93* |
| 马占相思与黑木相思 | 24.1* | 0.11 | 1.87 | 2.20 | 2.11 | 11.91* |
| 卷荚相思与黑木相思 | 106.9* | 0.026 | 0.0029 | 8.28* | 34.86* | 43.66* |

注: 临界值 $F_{0.05} = 7.708$; * 表示显著。

从表 2 可见: 在大叶相思木材与厚荚相思木材和马占相思木材之间的化学主要成分的各项指标之间差异性均不显著, 表明大叶相思、厚荚相思和马占相思具有基本相同的化学性质。大叶相思与卷荚相思在木质素、综纤维素和 α 纤维素等 3 个组分之间存在着显著性差异。由于木质素和综纤维素的含量占到木材总量的 90% 以上, 是影响木材化学性质的主要因素, 因此可以判定大叶相思与卷荚相思的化学性质存在差异。大叶相思与黑木相思之间除 1% NaOH 抽出物差异性显著外, 其它指标之间的差异性均不显著。在厚荚相思与马占相思的各项化学组成指标中, 木质素和综纤维素两项指标之间差异显著。厚荚相思与卷荚相思的聚戊糖、木质素、综纤维素和 α 纤维素等 4 项指标差异显著, 表明厚荚相思与卷荚相思的化学性质具有明显的差异。厚荚相思与黑木相思之间 1% NaOH 抽出物、聚戊糖、木质素和 α 纤维素 4 项指标差异显著。马占相思与卷荚相思的木质素、综纤维素和 α 纤维素 3 项指标差异显著。

在马占相思与黑木相思之间 1% NaOH 抽出物和 α 纤维素两项指标差异显著。卷荚相思与黑木相思之间 1% NaOH 抽出物、综纤维素、木质素和 α 纤维素 4 项指标差异显著。

3 小论

(1) 在 5 种品系的相思木材中, 卷荚相思具有最高的综纤维素和 α 纤维素含量, 大叶相思木材的相对结晶度最高, 厚荚相思木材具有较高的木质素含量, 达到 24.12%, 而卷荚相思木材的木质素含量最

低为 18.54%。

(2) 5 种品系的相思木材均具有较高 1% NaOH 抽出物, 其中黑木相思含量最高达到 26.80%; 5 种相思木材的苯-醇抽出物含量在 5.38% ~ 6.25% 之间。

(3) 5 种相思木材的聚戊糖含量在 21.20% 和 24.72% 之间, 其中黑木相思含量最高, 厚荚相思含量最低。

(4) 方差分析结果显示, 在 5 种品系的相思木材中大叶相思、厚荚相思和马占相思木材具有基本相同的化学性质; 而厚荚相思与卷荚相思、黑木相思之间和马占相思与卷荚相思之间以及卷荚相思与黑木相思之间木材的主要化学组成均存在不同程度的差异。

参考文献:

- [1] 林绍奕, 黄麟锋, 刘磊. 马占相思的优化利用[J]. 林产工业, 2000, 27(4): 6~9
- [2] 张振涛, 孙照斌. 相思木常规干燥过程中的水分迁移[J]. 林业科技, 2002, 27(6): 32~36
- [3] 蔡家斌, 孙照斌, 陆瑞新. 相思树木材干燥特性及干燥工艺初探[J]. 木材工业, 2002, 16(6): 25~27, 30
- [4] 林秀兰. 大叶相思人工林木材理化特性及利用方式的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(5): 121~127
- [5] 龚木荣, 李忠正. 6 年生马占、大叶、厚荚 3 种相思树制浆性能比较[J]. 中国造纸, 2002, 21(1): 1~3
- [6] 龚木荣, 洪启清, 张大同. 9 年生马占、大叶、厚荚相思制浆性能的比较[J]. 林产工业, 2001, 28(6): 25~27
- [7] 骆士寿, 陈岳仓, 施振华. 马占相思木材防腐技术初步研究[J]. 木材工业, 1998, 12(4): 24~26