

# 人工林杨树 pH 值、缓冲容量及化学成分的研究\*

朱永侠 刘盛全

(安徽农业大学森林利用学院, 合肥, 230036)

**摘要:** 本文以生长在三种长江滩地类型(江滩、湖滩)、二种栽植密度(3m×4m, 5m×6m)下的二个品系人工林杨树木材[欧美杨无性系72杨(*Populus×euramericana* cv. I-72/58)和69杨(*P. deltoides* cv. I-69/55)]为对象,深入地分析了人工林杨树心材和边材pH值和缓冲容量及化学成分之间的差异<sup>[1]</sup>。结果表明:①除了聚戊糖差异显著外,72杨树株间心材和边材的化学组成差异不大;②除了聚戊糖差异显著外,69杨树株间心材和边材的化学组成差异也不大;③72杨株间心材和边材的pH值和酸碱缓冲容量的差异不显著;④69杨株间心材和边材的pH值和酸碱缓冲容量的差异不显著;⑤72杨和69杨心边材化学成分差异并不显著,但是72杨和69杨边材木素差异显著;⑥72杨和69杨心边材pH值和酸碱缓冲容量的差异不显著

**关键词:** 72 杨; 69 杨; 化学成分; pH 值; 缓冲容量;

前言: 杨树(*Populus*. spp.) 是世界中纬度平原地区栽培面积最大, 木材产量最高的速生树种之一。它具有生长快、适应性强、繁殖容易、成材早、产量高、杆形圆满通直等特点, 木材用途广泛而早引起世界各国的关注<sup>[2]</sup>。杨树在我国木材生产中占有重要的比重, 其种类繁多, 分布广泛。我国共有杨树人工林 666 万 h

m<sup>2</sup>, 超过全世界其他国家杨树人工林面积的总和<sup>[3]</sup>。对于人工用材林来说, 既要考虑速生丰产更要考虑木材的 pH 值和缓冲容量及化学成分的变化。本文对近年来已大面积推广种植的人工林杨树木材的 pH 值和缓冲容量及化学性质进行了研究, 并找出不同品系和不同树种之间的 pH 值和缓冲容量及化学性质的变化规律。旨在为今后进一步有效合理利用和推广 69 杨和 72 杨提供科学依据和参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 样地与样木

本研究在广泛调查了解长江滩地人工林杨树发展情况的基础上, 选取了生长在二种长江滩地类型(安徽新洲洲滩和湖南沅江湖滩), 二种栽植密度(3m×4m, 5m×6m)下的二个品系人工林杨树(72杨, 69杨)为试材。

为了便于探讨木材 pH 值和缓冲容量及化学成分之间的关系, 试材在同一株的同一段上锯取(安徽新洲洲滩和湖南沅江湖滩所采杨树的试材均在树高 1.3m~3.3m 段上截取), 共计 8 株。

### 1.2 试样制备和试验方法

在每株样木的胸高处切取一个厚约 15cm 的圆盘, 每个圆盘按照要求分成心材和边材。然后劈成木棒按四分法取样, 每个圆盘均取一定的量。为了使测定的化学成分能反映整株木材的综合情况, 在取样时按各圆盘横截面面积大小的比例来确定各圆盘取样量的比例, 混合后置于粉碎机中磨至全部能通过 40 目筛的细末, 过筛, 截取能通过 40 目筛, 但不能通过 60 目筛的细末, 贮于具磨砂玻塞的广口瓶中待分析。按造纸植物纤维原料化学成分分析方法进行测定。

#### 1.2.1 分析方法

##### a/ 水分含量

以烘干方法测定水分。测定方法系基于试样经在 100—105℃烘干至恒重时所失去的重量。

##### b/ 纤维素含量

测定方法为硝酸—乙醇法。此法基于使用浓硝酸和乙醇溶液处理试样, 试样中的木素被硝化并有部

\*安徽省自然科学基金和安徽省优秀青年基金资助项目

半纤被氧化，生成的硝化木素和氧化木素溶于乙醇溶液，与此同时亦有大量的纤维素被水解、氧化而溶出，所得残渣即为硝酸乙醇纤维素。

#### c/ 木素含量

测定方法为 72% 硫酸法。此法基于使用 72% 的硫酸处理已经脱去提取物的木粉（用苯醇），其中不溶于酸溶液的部分称为酸不溶木质素，即克拉森木质素。

#### d/ 聚戊糖含量

测定方法为二溴化法。此法基于使用 12% 盐酸溶液与原料共同加热，以便其中聚戊糖转化为糠醛，并用容量法测定蒸馏出来的糠醛，测定此糠醛的含量再换算成聚戊糖的含量。

#### e/ 苯醇抽提物含量

测定方法是基于用苯—醇溶液抽提试样，将抽提液蒸发，烘干后，称量其不易挥发的残渣，即得苯醇抽提物含量。

#### f/ 1%NaOH 抽提物含量

测定方法是基于在一定条件下，用 1% 氧化钠热溶液对植纤维原料进行抽提，将残渣洗涤烘干后，根据处理前后试样的重量差，即得 1% 氢氧化钠抽提物的含量。

#### g/ pH 值的测定

按 GB6043-85 进行 pH 值的测定。

#### h/ 酸碱缓冲容量的测定

称取 25g(以绝干材计)40 目的木粉于 400mL 的烧杯中,加入 25℃ 的蒸馏水 250mL,充分搅拌后,置于 23±2℃ 的恒温水箱中保温 30min,每 10min 搅拌一次。然后用布氏漏斗吸滤,分别吸取 2 份 150mL 滤液于 150mL 的烧杯中,用酸度计测定其 pH 值。然后其中 1 份用 0.025N 的 HCl 标准溶液滴定至 pH 值为 3.5;另 1 份用 0.025N 的 NaOH 标准溶液滴定至 pH 值为 8。同时做平行试验。

### 1.2.2 数据处理方法

数据分析主要采用 EXCEL 软件对木材化学成分各指标间的差异进行统计分析和方差分析。

### 1.2.3 主要实验仪器及设备

磨刀机：天津爱华 MDJ-4 自动磨刀机

电炉：上海实验仪器厂

HH 数显恒温水浴锅：金坛市金城国胜实验仪器厂

PH 计：上海康仪仪器有限公司

天平：瑞士 GB303 Mettler Toledo 电子分析天平

干燥箱：上海实验仪器厂 301A-3 型干燥箱

计算机：联想奔腾—II 及 LJ—2110P 打印机等。

## 2. 结果与分析

### 2.1 72 杨树不同株木材之间心材和边材的化学组成

木材由纤维素、木质素和半纤维素三种主要成分组成，次要成分由抽出物和无机物等组成。主要成分的组成和性质对其利用有很大影响，如木材中纤维素上亲水的游离 OH 的存在是木材具有吸湿性的主要原因，因此木材中纤维素含量的变异会影响木材的吸湿性。而聚戊糖的含量变异会影响木材的湿膨胀能力。在力学方面，由于半纤维素及木素作为加强剂，把木材细胞胶结在一起并巩固纤维素骨架，给予木材所需要的弹性和抗压强度<sup>[4-5]</sup>。因而木材中木素和半纤维素的含量变化能引起木材力学性质上的变化。所以对同一树种同一地区的四株 72 杨树进行分析，以了解株间心边材的化

学组成的差异。分析结果见表 1

表 1 72 杨树不同株木材之间心材和边材的化学组成

心边材	编号	水分	1%NaOH 抽提物	纤维素	苯醇抽 提物	木素	聚戊糖
心材	1	9.87	28.51	34.88	1.57	16.94	23.99
	2	9.42	28.31	37.09	1.08	19.49	23.80
	3	9.19	26.17	37.62	0.99	16.07	25.70
	4	8.79	25.05	40.54	1.07	19.64	22.83
	平均值	9.31	27.01	37.53	1.18	18.04	24.08
	标准偏差	0.39	1.46	2.02	0.23	1.56	1.03
	变异系数%	4.2	5.39	5.38	19.43	8.66	4.29
边材	1	10.59	26.78	35.67	1.64	18.43	18.17
	2	9.24	26.21	39.16	1.14	19.44	18.66
	3	9.14	25.78	40.20	1.44	16.69	22.62
	4	8.89	29.26	39.91	1.56	19.75	20.30
	平均值	9.47	27.01	38.74	1.45	18.58	19.94
	标准偏差	0.66	1.35	1.81	0.19	1.19	1.74
	变异系数%	6.99	4.99	4.67	13.1	6.43	8.72

结果表明:心材部分除苯醇抽提物的变异系数为 19.43 外,其余变异系数均小于 10。边材部分除苯醇抽提物的变异系数为 13.1 外,其余变异系数也均小于 10。心材部分的纤维素平均值小于边材部分的纤维素平均值,这符合阔叶树心边材纤维素的变化规律,心材部分水分、1%NaOH 抽提物、纤维素、苯醇抽提物、木素的平均值都比边材的小,但心材部分的聚戊糖平均值大于边材部分。总体来说心材和边材化学成分的平均值结果相近似。

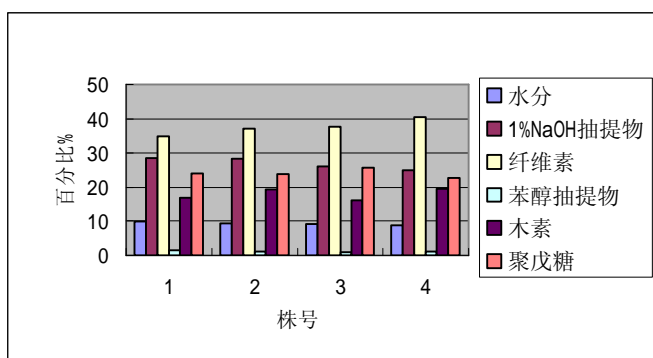


图 1 72 杨株间心材化学成分

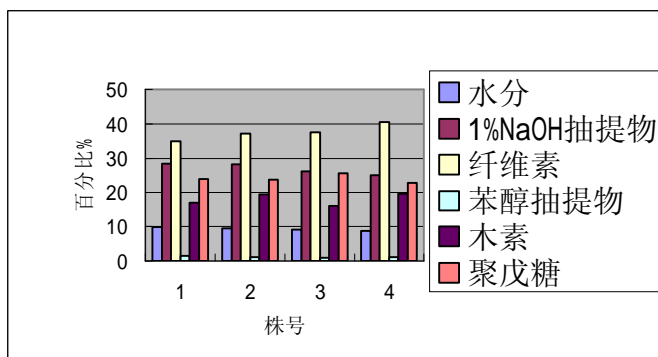


图 2 72 杨株间边材化学成分

表 2 72 杨心材和边材的各项化学组成之间的“单因素方差分析”结果

化学成分	水分	1%NaOH 抽提物	纤维素	苯醇抽提物	木素	聚戊糖
差异	-	-	-	-	-	*

注：-不显著，\*-显著（在 0.05 水平）

从表 1 和表 2 看出 72 杨树株间心材和边材的化学组成差异和变异并不大，除了聚戊糖差异显著。这为木材加工利用，尤其是为制浆造纸生产提供了便利条件。

## 2.2 69 杨树不同株木材之间心材和边材的化学组成

结果表明：心材部分除苯醇抽提物的变异系数为 37.03 外，其余变异系数均小于 10。边材部分苯醇抽提物的变异系数为 20.63，聚戊糖的变异系数为 10.17 外，其余变异系数也均小于 10。心材部分的纤维素平均值小于边材部分的纤维素平均值，这符合阔叶树心边材纤维素的变化规律，心材部分的水分、1%NaOH 抽提物、木素、聚戊糖的含量平均值都大于边材部分，这与 72 杨是不一样的，心材部分的聚戊糖含量平均值小于边材部分。心材和边材化学成分的平均值结果相近似。分析结果见表 3。

表 3 69 杨树不同株木材之间心材和边材的化学组成

心边材	编号	水分	1%NaOH 抽提物	纤维素	苯醇抽提物	木素	聚戊糖
心材	1	9.68	25.81	36.48	0.81	16.67	25.58
	2	9.49	27.70	37.43	1.07	15.99	26.46
	3	9.37	26.59	38.69	0.49	17.93	26.79
	4	9.05	26.44	42.43	1.46	15.55	23.97
	平均值	9.39	26.63	38.76	0.96	16.54	25.70
	标准偏差	0.23	0.68	2.26	0.36	0.90	1.09
	变异系数%	2.44	2.56	5.83	37.03	5.43	4.25
边材	1	9.30	25.41	40.91	1.07	17.28	17.89
	2	9.12	24.88	41.83	1.10	14.94	21.91
	3	9.31	25.91	41.82	1.10	14.88	21.39
	4	9.23	26.34	39.23	1.68	17.10	23.89
	平均值	9.24	25.63	40.95	1.24	16.05	21.27
	标准偏差	0.08	0.55	1.06	0.26	1.14	2.16
	变异系数%	0.82	2.13	2.59	20.63	7.12	10.17

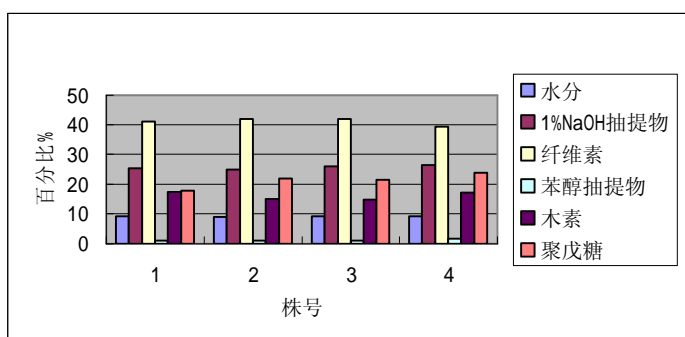


图 3 69 杨株间边材化学成分

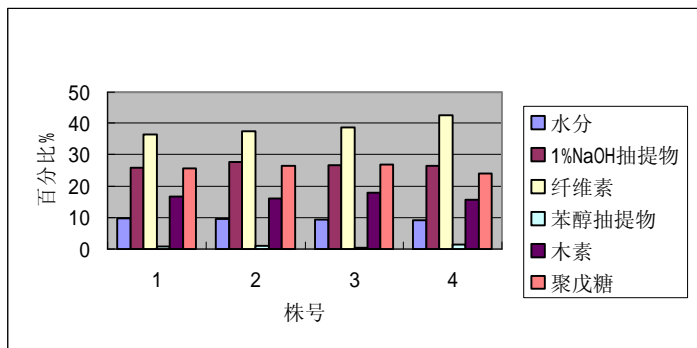


图 4 69 杨株间心材化学成分

表 4 69 杨心材和边材的各项化学组成之间的“单因素方差分析”结果

化学成分	水分	1%NaOH 抽提物	纤维素	苯醇抽提物	木素	聚戊糖
差异	-	-	-	-	-	*

注：-不显著，\*-显著（在 0.05 水平）

从表3和表4看出69杨树株间心材和边材的化学组成差异和变异并不大，除了聚戊糖差异显著。这为木材加工利用提供了方便。

### 2.3 72 杨树不同株木材之间心材和边材的 pH 值和缓冲容量

木材的酸碱性质是木材的重要化学性质之一，其中包括存在于细胞腔、细胞壁中的物质经水抽提后所得到的抽出液所呈现出来的 pH 值，酸碱缓冲容量等方面的性质，不同的木材酸碱性质不同，即 pH 值差异很大，有些树种 pH 值偏高可达 7 以上，有些树种又偏低呈酸性。木材的酸碱度以木材的水浸出物的 pH 值来表示，由于木材中含有微量的碱金属和碱土金属，它们与木材中的有机酸形成相应的盐类，因此木材的水浸提液具有一定的缓冲性能，该性能大小用缓冲容量来表示<sup>[6-9]</sup>。了解木材的 pH 值和缓冲容量对决定木材的使用范围具有重要意义，因为木材的 pH 值不仅对木材胶合有着密切关系，而且对于木材的变色，金属腐蚀等也有重要意义。而木材的缓冲容量则被示为在使用酸固化的脲胶制板时，为制定胶合工艺和预测胶合质量的重要条件之一<sup>[10-12]</sup>。因此本文主要分析了杨树的 pH 值和木材的酸碱缓冲量，为杨树的加工利用提供参考依据。

结果表明：四株72杨心材和边材的pH值变异都小于10，故pH值变异不是太大。但是心材和边材酸碱缓冲容量的变异非常大，心材的酸缓冲容量变异系数大于边材酸缓冲容量变异系数26.44，心材的碱缓冲容量变异系数大于边材碱缓冲容量变异系数7.02。心材PH平均值为7.36高于边材PH平均值为6.64，心材酸缓冲容量平均值为67.26高于边材酸缓冲容量平均值为13.07，心材碱缓冲容量平均值为0.42低于边材碱缓冲容量平均值为1.65。这应该引起我们的注意<sup>[13]</sup>。分析结果见表5。

表 5 72 杨树不同株木材之间心材和边材的 pH 值和缓冲容量

心边材	编号	pH 值	酸缓冲容量	碱缓冲容量
心材	1	8.2	125.25	
	2	7.8	86.05	0.05
	3	6.4	27	0.75
	4	7.02	30.8	0.45
	平均值	7.36	67.26	0.42

	标准偏差	0.70	40.82	0.29
	变异系数%	9.45	60.69	68.27
边材	1	6.26	18.8	3.3
	2	7.14	15.38	0.55
	3	6.3	6.85	1.35
	4	6.84	11.25	1.4
	平均值	6.64	13.07	1.65
	标准偏差	0.37	4.48	1.01
	变异系数%	5.58	34.25	61.25

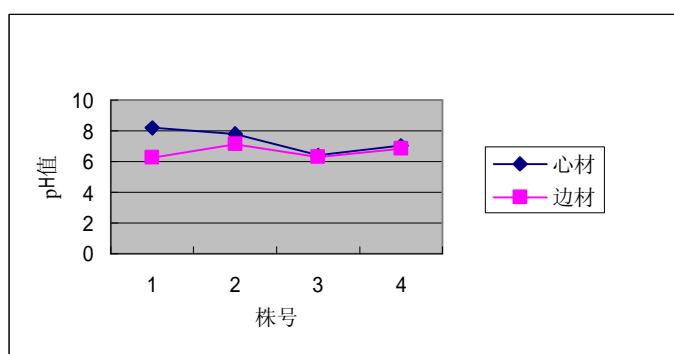


图5 72杨心材和边材pH

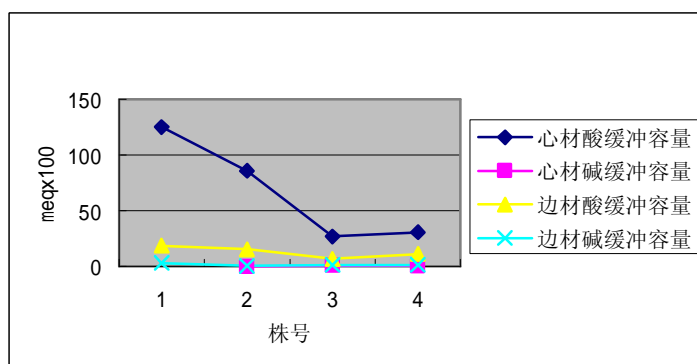


图6 72杨心边材酸碱缓冲容量

表6 72 杨心材和边材的 pH 值和缓冲容量的“单因素方差分析”结果

化学成分	pH 值	酸缓冲容量	碱缓冲容量
差异	-	-	-

注：-不显著，\*-显著（在 0.05 水平）

从表5和表6可以看出虽然72杨心边材的酸碱缓冲容量的变异系数比较大，但是它们的差异水平却不显著。

## 2.4 69 杨树不同株木材之间心材和边材的 pH 值和缓冲容量

结果表明：四株69杨心材和边材的pH值变异都小于10，故pH值变异不是太大。但是心材和边材酸碱缓冲容量的变异非常大，心材的酸缓冲容量变异系数大于边材的酸缓冲容量，心材的碱缓冲容

量变异系数大于边材的碱缓冲容量变异系数。心材PH平均值为6.51高于边材PH平均值为6.20，心材酸缓冲容量平均值为29.9高于边材酸缓冲容量平均值为13.34,心材碱缓冲容量平均值为2.30高于边材碱缓冲容量平均值为1.96。这与72杨是不同的，在利用69杨制人造板时应该注意。分析结果见表7。

表7 69杨树不同株木材之间心材和边材的 pH 值和缓冲容量

心边材	编号	pH 值	酸缓冲容量	碱缓冲容量
心材	1	7.4	53.95	0.2
	2	6.34	41.55	1.95
	3	6.23	17.3	0.98
	4	6.05	6.8	6.05
	平均值	6.51	29.9	2.30
	标准偏差	0.53	18.75	2.25
	变异系数%	8.10	62.71	98.04
边材	1	6.02	16.5	2.35
	2	6.02	16.5	2.05
	3	6.1	8.8	1.3
	4	6.65	11.57	2.13
	平均值	6.20	13.34	1.96
	标准偏差	0.26	3.31	0.40
	变异系数%	4.25	24.78	20.16

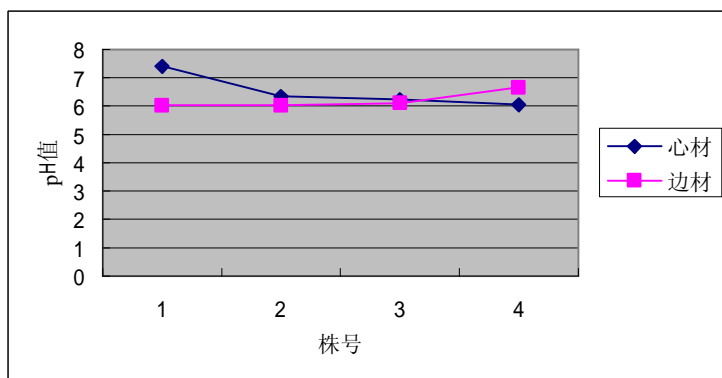


图7 69杨心边材pH

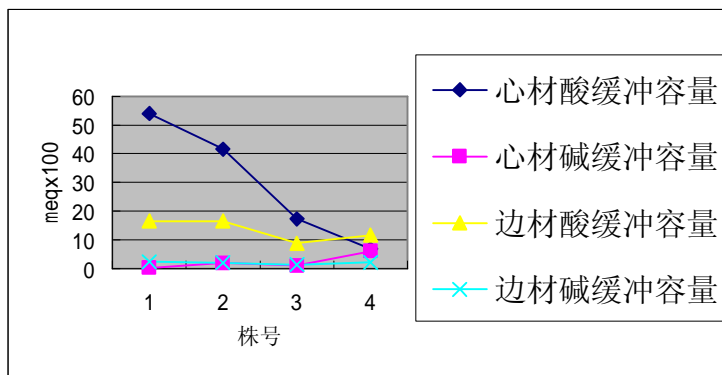


图8 69杨心材和边材酸碱容量

表8 69杨心材和边材的pH值和缓冲容量的“单因素方差分析”结果

化学成分	pH 值	酸缓冲容量	碱缓冲容量
差异	-	-	-

注：-不显著，\*-显著（在 0.05 水平）

从表7和表8可以看出虽然69杨心边材的酸碱缓冲容量的变异系数比较大，但是它们的差异水平却不显著。69杨心边材的pH值差异水平也不显著。

## 2.5 72杨和69杨心材之间和边材之间化学成分和pH值及缓冲容量的变异

表9 72 杨心材和 69 杨心材的各项化学组成之间的“单因素方差分析”结果

化学成分	水分	1%NaOH 抽提物	纤维素	苯醇抽提物	木素	聚戊糖
差异	-	-	-	-	-	-

注：-不显著，\*-显著（在 0.05 水平）

表10 72 杨边材和 69 杨边材的各项化学组成之间的“单因素方差分析”结果

化学成分	水分	1%NaOH 抽提物	纤维素	苯醇抽提物	木素	聚戊糖
差异	-	-	-	-	*	-

注：-不显著，\*-显著（在 0.05 水平）

从表9和表10可以看出72杨和69杨心边材化学成分差异并不显著，但是72杨和69杨边材木素差异显著，这对木材加工利用具有指导意义<sup>[14-15]</sup>。

表11 72 杨心材和 69 杨心材的 pH 值和缓冲容量的“单因素方差分析”结果

化学成分	pH 值	酸缓冲容量	碱缓冲容量
差异	-	-	-

注：-不显著，\*-显著（在 0.05 水平）

表12 72 杨边材和 69 杨边材的 pH 值和缓冲容量的“单因素方差分析”结果

化学成分	pH 值	酸缓冲容量	碱缓冲容量
差异	-	-	-

注：-不显著，\*-显著（在 0.05 水平）

从表11和表12可以看出72杨和69杨心材之间和边材之间pH值和缓冲容量的差异不显著，这为木材加工利用带来了方便，特别是对胶的使用有指导意义<sup>[16-17]</sup>。

## 3 结论

3. 1 除了聚戊糖差异显著外，72杨树株间心材和边材的化学组成差异不大。
3. 2 除了聚戊糖差异显著外，69杨树株间心材和边材的化学组成差异也不大。
3. 3 72杨株间心材和边材的pH值和酸碱缓冲容量的差异不显著。
3. 4 69杨株间心材和边材的pH值和酸碱缓冲容量的差异不显著。



3. 5 72杨和69杨心边材化学成分差异并不显著, 但是72杨和69杨边材木素差异显著
3. 6 72杨和69杨心边材pH值和酸碱缓冲容量的差异不显著

### 参考文献

- 1 刘盛全 人工林杨树木材性质与单板和胶合板质量关系的研究 1997
- 2 中国林科院林研所. 杨树, 中国林业出版社, 1958
- 3 王世绩主编. 杨树研究进展, 北京: 中国林业出版社, 1995
- 4 成俊卿, 木材学, 中国林业出版社, 1985
- 5 鲍甫成, 江泽慧主编. 短周期工业用材林木材性质研究. 世界林业研究, 专辑. 1995
- 6 相亚明, 国产25种木材水浸提液 的pH值和缓冲容量, 木材工业, 1987
- 7 葛明裕, 木材加工化学, 东北林业大学出版社, 1985
- 8 鲍禾等译, 中野准三(日)等著, 木材化学, 中国林业出版社, 1989
- 9 Fengel .D.& wegener.G., Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter, Berlin, New York. 1984
- 10 Zeble B J, van Buijteen J P. Wood Variation Its Causes and Control. Springer-Verlag, 1989
- 11 罗建举 曹琳 杨建林 韦善华 施肥处理对尾叶桉木材化学成分含量的影响\*
- 12 鲍甫成 江泽慧 姜笑梅 陆熙娴 骆秀琴 中国主要人工林树种幼龄材与成熟材及人工林与天然林木材性质比较研究\*
- 13 徐有明等. 意杨纸浆材材性变异的研究, 木材工业, 1994, 8(1): 38-43
- 14 北京林业大学主编. 森林利用学, 中国林业出版社, 1985
- 15 蔡少松. 广东阔叶树材造纸的研究, 林业科学, 1979, 15(3)
- 16 王世绩主编. 杨树研究进展, 北京: 中国林业出版社, 1995
- 17 李忠正等. 意大利杨纤维形态和化学组成的研究, 南京林产工业学院学报, 1982, 3

## Studies on pH Value, Buffer Content and Chemical Component in Plantation Poplar

Zhu Yongxia, Liu Shengquan

(Forest Utilization College, Anhui Agricultural University, Hefei, 230036)

### Abstract

In this study, two kinds of poplar clones wood, poplar 72 (*Populus×euramericana* cv.I-72/58), poplar 69(*P.deltoides* cv.I-69/55), grown in two different beaches of Changjiang River(River beach, Lake beach) with two different spaces(3m×4m, 4m×5m, 5m×6m) were selected as the materials. The results shown that: ①There were no obvious difference between heart and sap woods about chemical component from 72 poplar but there was obvious difference in pentosans between them. ②There were also no obvious difference between heart and sap woods about chemical component from 69 poplar but there was obvious difference in pentosans between them. ③There were also no obvious difference between heart and sap woods about pH value and buffer content from 72 poplar. ④There were no obvious difference between heart and sap woods about pH value and buffer content from 69 poplar. ⑤There were no obvious difference between heart and sap woods about chemical component from 72 and 69 poplars but there was obvious difference in lignin between sap woods of them. ⑥There were no obvious difference between heart and sap woods about pH value and buffer content from 72 and 69 poplars

**Key Word: 72 poplars; chemical component; PH value; buffer content;**