

文章编号:1001-1498(2004)01-0047-07

杉木、F72 杨主要化学组成的 株内纵向变异研究

秦特夫, 黄洛华, 周 勤

(中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要:对杉木和 F72 杨的心、边材的主要化学组成沿树高方向的株内纵向变异进行了研究。主要研究内容为综纤维素、 α -纤维素、半纤维素、木质素、酸溶木质素的含量及综纤维素与木质素的比值变化等。研究结果揭示了这两个树种的心、边材的主要化学成分在纵向上的变异规律:杉木和 F72 杨的心、边材综纤维素和 α -纤维素的含量均为边材高于心材,但在沿树高方向的纵向变化规律各异;杉木、F72 杨心、边材的半纤维素含量沿着树高方向表现出不同的变化规律;杉木木质素在各个树高部位均为边材高于心材,边材木质素含量随着树高的增加逐步降低,而心材木质素含量则沿树高方向先增加然后逐步降低。F72 杨心、边材木质素含量的变化表现各异,心材含量随着树高的增加逐步增加,边材则表现为无规律变化;杉木、F72 杨心、边材的酸溶木质素含量均沿树高方向逐渐降低,但杉木边材的酸溶木质素含量高于心材,而 F72 杨却是心材高于边材;综纤维素与木质素的比值在沿树高方向具有不同的纵向变化规律。

关键词:杉木; F72 杨; 综纤维素; 木质素; 酸溶木质素

中图分类号:S791.26 S781.4 **文献标识码:**A

木材的化学成分是影响木材材性和利用的重要因素,它不但赋予木材一定的强度和其它各种物理力学性质,而且也是木材资源合理利用的重要部分^[1,2]。研究木材主要化学组成在株内的变异性,不仅为合理使用木材作为工业原料提供相关的数据,也是木材形成过程中化学组成变化对木材物理力学的影响的相关理论研究的重要参数。

树木从幼龄期到成熟期的生长过程中,构成木材的纤维素、半纤维素和木质素等主要化学物质,因其生物合成途径在不同的生长期内,会受到树木产生的不同生长激素的影响,从而在其细胞壁组织的分布和含量上都会发生变化。这些变化在宏观上表现为木材的幼龄材和成熟材在化学含量上的变化,以及化学结构上的差异,这种差异可以从木质素的化学官能团和化学键特征的变化上得到体现^[3]。国内学者对杉木(*Cunninghamia Lanceolata* (Lamb.) Hook.)和杨树(*Populus* spp.)的幼龄材和成熟材的化学组成进行了大量的研究^[4~7],但对同一树木纵向各部位心、边材化学组成的株内变化的研究尚未见报道。研究树木纵向各部位心、边材化学组成的株内变化,对了解木材不同部位的化学性质与物理力学性质都具有重要意义。在同株树木

收稿日期:2003-04-18

基金项目:国家重大基础研究“木材结构及化学组成与其品质特性的分子基础(G1999016001)”课题和中日合作(JF-CA项目)“中国人工林木材性质研究”项目中部分内容

作者简介:秦特夫(1954—),男,湖南沅江人,研究员。

内,在不同树高位置的圆截面上,幼龄材与成熟材的比例各不相同,其化学组成也不相同。

笔者对杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)和F72杨(*Populus ×euramaricana* (Dode) Guineir cv. F72/58)在不同树高部位的心、边材的主要化学成分的变异规律进行了测定,以研究和揭示木材主要化学组成在株内纵向的变异规律和关系。这对进行树木的改良,探索影响木材品质的因素的研究以及木材的高效利用都具有重要的意义。

1 材料与方法

试验用杉木采自江西省分宜大岗山。F72杨采自安徽省安庆市。对不同树高部位主要化学成分研究的取样方法为:每个树种各取5株,每株试材分为4段,截取高度分别为1.3、3.3、5.3和7.3 m。在每一木段截取4 cm圆盘1个,按边、心材取样。试样气干后按国家标准制备成木材化学分析样品。

杉木和F72杨的综纤维素、半纤维素、 α -纤维素、木质素和酸溶木质素按照国家标准(GB2677.10-81, GB2677.8-81, GB744-89和GB10337-89)进行测定,其中半纤维素是由综纤维素扣除 α -纤维素后所得。

2 结果与讨论

树木在生长过程中,由于生长年龄的不同,不同树高部位心、边材的主要化学组成会有所差异,这种纵向上的差异将会影响到木材的物理力学性质,反映在木材材质的不均一性。由于木材化学组成中各主要成分对赋予木材的物理力学性质具有不同的作用,因此研究木材的主要化学组分的纵向变异规律,对系统研究木材物理力学性质的变异规律,从理论上揭示木材性质的成因是一项必要的基础工作。

2.1 主要化学组分的纵向变异规律

杉木、F72杨各5株试材在不同树高部位心、边材的主要化学组成的含量平均值和测试结果的标准偏差见表1。

从测试结果可见:杉木和F72杨的主要化学成分各项测定指标相对应的标准偏差值没有显著变化,说明5株试样的化学组成株间变异不大。

2.1.1 木材中综纤维素的纵向变异规律 从图1中的曲线变化趋势可见:杉木和F72杨的综纤维素含量在不同树高部位均为边材高于心材。但在树高方向,杉木、F72杨中综纤维素含量的变化规律却表现出不同的变化规律。杉木的心、边材的综纤维素含量在1.3 m处最低,随着树高部位的增加,综纤维素的含量逐渐增加,边材在5.3 m处达到最大值后,含量逐步降低。F72杨心、边材的综纤维素含量在树高方向的变化规律则与杉木相反,综纤维素含量在树高1.3 m处的含量最高,随着树高的增加综纤维素的含量逐渐减少。边材在3.3 m处达到最小值后,其含量随着树高的增加略有增加。而心材在3.3 m处达到最小值后,综纤维素的含量基本不随树高的变化而变化。

测定结果表明:杉木心材综纤维素含量范围在60.55%~60.87%之间,变化范围为0.32%。边材含量范围在62.68%~63.77%之间,变化范围为1.09%;F72杨心材含量范围在70.40%~73.24%之间,变化范围为2.84%。边材含量范围在72.44%~74.52%之间,变化范围为2.08%。杉木和F72杨的心、边材之间在综纤维素含量上的差异均在2%左右,但F

72 杨的变动范围比杉木要大。

表 1 杉木、F72 杨木材不同部位主要化学组成测试结果

项 目		杉木树高部位/ m				F72 杨树高部位/ m			
		1.3	3.3	5.3	7.3	1.3	3.3	5.3	7.3
综纤维素/ %	心材平均值	60.55	60.48	60.67	60.87	73.24	70.53	70.46	70.40
	标准偏差	1.46	1.74	1.34	0.86	1.06	1.42	1.27	1.63
	边材平均值	62.98	63.28	63.77	62.68	74.52	72.44	72.82	72.48
	标准偏差	1.58	1.33	0.92	1.03	0.93	0.72	0.95	1.34
-纤维素/ %	心材平均值	41.09	40.15	40.08	40.36	42.47	42.19	42.00	41.78
	标准偏差	1.64	1.46	0.93	1.81	0.68	0.33	0.78	0.72
	边材平均值	44.14	43.43	43.76	43.27	45.41	44.71	44.95	44.55
	标准偏差	2.07	1.76	0.74	1.51	0.99	0.66	1.23	0.70
半纤维素/ %	心材平均值	19.46	20.32	20.59	20.52	30.82	28.34	28.46	28.62
	标准偏差	1.12	1.17	1.22	1.16	1.05	1.26	1.01	1.21
	边材平均值	19.64	19.86	20.00	19.28	29.11	27.73	27.87	27.94
	标准偏差	2.47	1.28	1.28	1.76	1.17	0.59	0.95	0.94
木质素/ %	心材平均值	33.87	33.96	33.86	33.78	19.96	21.09	22.25	23.12
	标准偏差	0.44	0.47	0.45	0.54	0.75	1.57	1.02	0.87
	边材平均值	34.31	34.16	33.97	34.09	19.74	21.66	21.00	21.84
	标准偏差	0.23	0.33	0.33	0.24	0.61	0.63	0.89	0.99
酸溶木质素/ %	心材平均值	0.27	0.25	0.22	0.22	2.75	2.38	2.18	2.32
	标准偏差	0.06	0.09	0.10	0.09	0.32	0.12	0.25	0.17
	边材平均值	0.32	0.29	0.24	0.25	2.46	2.15	2.09	2.04
	标准偏差	0.09	0.12	0.09	0.07	0.65	0.21	0.13	0.31

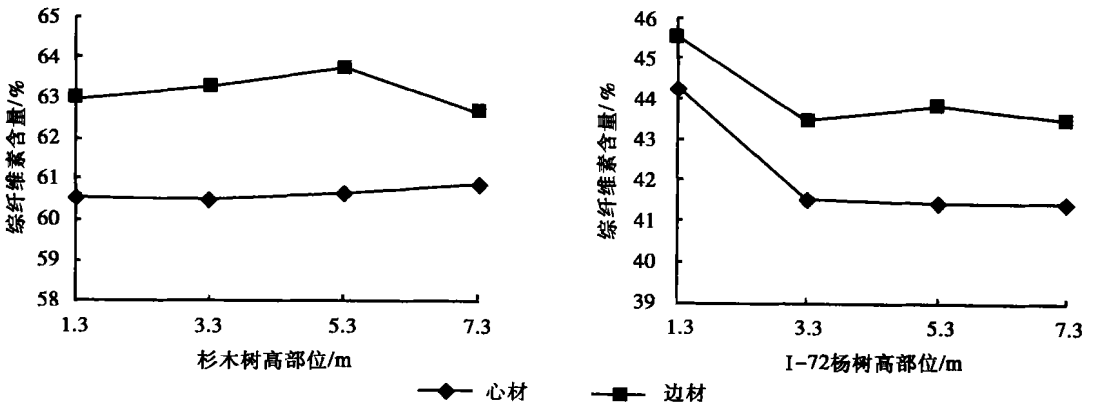


图 1 杉木、F72 杨不同树高部位心、边材综纤维素含量变化规律

2.1.2 木材中 -纤维素的纵向变异规律 杉木和 F72 杨在不同树高部位的 -纤维素含量均为边材高于心材。杉木、F72 杨心、边材在不同树高部位的 -纤维素变化规律见图 2。

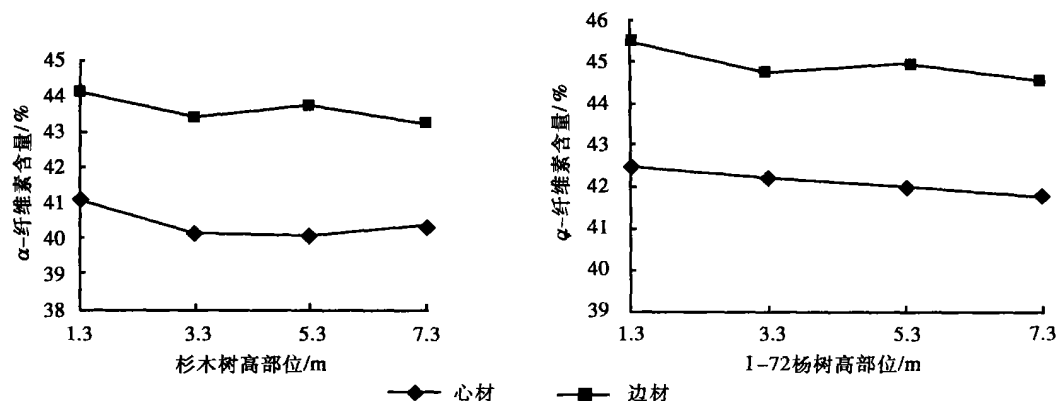


图2 杉木、I-72 杨不同树高部位心、边材 α -纤维素含量变化规律

在树高方向,杉木、I-72 杨中的 α -纤维素含量均在 1.3 m 处含量最高,杉木心、边材的 α -纤维素含量在 3.3 m 处达到最低值后,随着树高的增加其含量逐渐增加; I-72 杨边材中 α -纤维素在 3.3 m 处达到最低值后,随着树高的增加其含量逐渐增加,而心材中 α -纤维素含量则随着树高的增加其含量逐渐减少。

2.1.3 木材中半纤维素的纵向变异规律 从图 3 可见,杉木和 I-72 杨在不同树高部位的半纤维素含量变化各异。杉木边材的半纤维素含量在树高 1.3 m 处高于心材,但随着树高部位的增加,杉木心材的半纤维素含量逐渐高于边材,且随着树高的增加而增加。边材的半纤维素含量开始随着树高的增加略有增加,在树高 5.3 m 处达到最大值后则明显降低。I-72 杨心、边材的半纤维素含量均在树高 1.3 m 处最高,且心材高于边材。在 3.3 m 处达到最低值后,随着树高的增加逐渐增加。

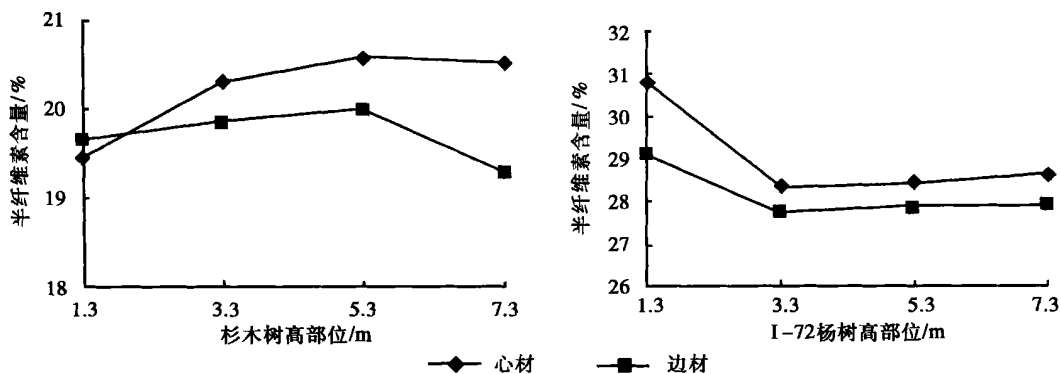


图3 杉木、I-72 杨不同树高部位心、边材半纤维素变化规律

2.1.4 木质素的纵向变异规律 杉木和 I-72 杨在不同树高部位的木质素含量变化各异(见图 4)。杉木边材中木质素含量均高于心材。边材木质素含量在树高 1.3 m 处最高,其含量随着树高部位的增加逐渐减少,在 5.3 m 处达到最小值后又逐渐增高。而杉木心材木质素含量在树高 3.3 m 处最高,然后随着树高的增加含量逐渐降低。

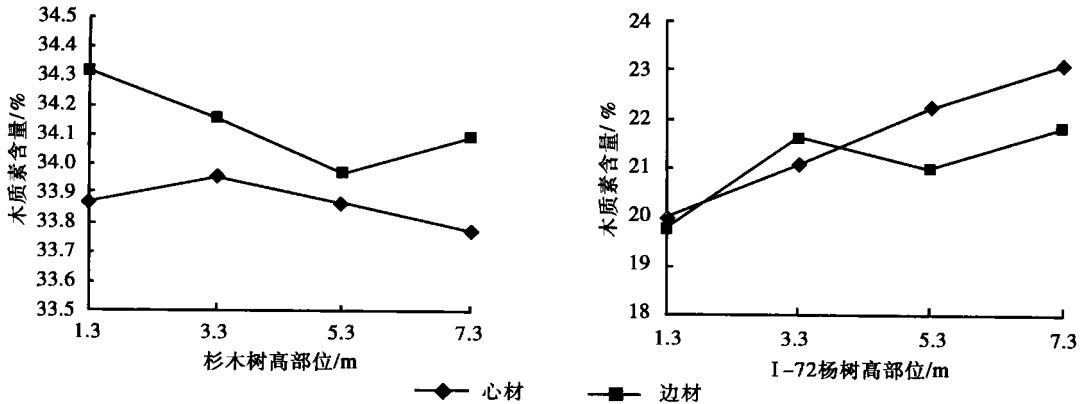


图 4 杉木、F72 杨不同树高部位心、边材木质素变化规律

F72 杨心材木质素含量随着树高部位的增加逐渐增加,在树高 1.3 m 处略高于边材,然后随着树高部位的增加呈直线逐步增加。F72 杨边材木质素的含量随着树高的增加却呈现出

不规则变化,从 1.3 m 处逐渐增加,在 2.0 m 处高于心材,在 3.3 m 处达到最大值后逐渐降低,在 5.3 m 处又随树高增加而增加。2.1.5 酸溶木质素的纵向变异规律 图 5 为杉木、F72 杨心、边材不同树高部位酸溶木质素

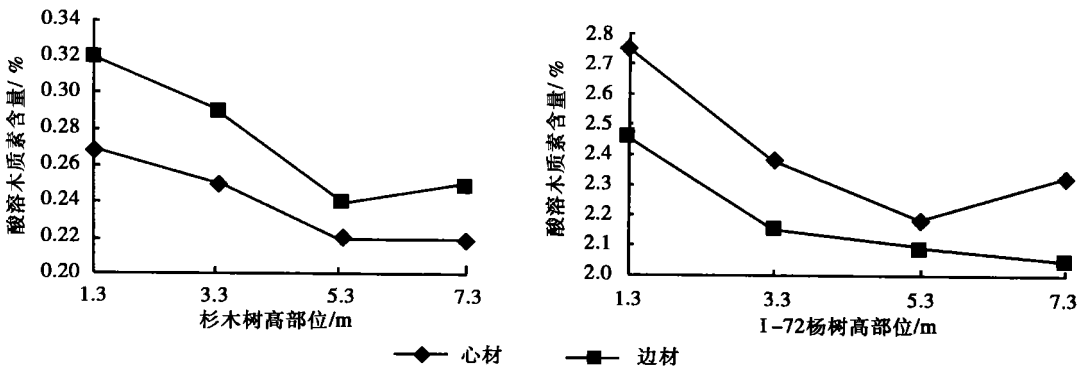


图 5 杉木、F72 杨不同树高部位心、边材酸溶木质素变化规律

杉木心、边材酸溶木质素的最高含量为 0.27 % 和 0.32 %, 约占木质素总量的 0.7 % 和 0.8 %。而 F72 杨心、边材中酸溶木质素的最高含量分别为 2.75 % 和 2.46 %, 约占木质素总量的 10.0 % 和 9.4 %。由此可见:杉木和 F72 杨木质素具有不同的分子聚合状态,F72 杨中含有较多的低聚合度态或分子量较小且具有木质素特征的化合物。

2.1.6 综纤维素与木质素的比值变化 图 6 为杉木、F72 杨心、边材在不同树高部位的综纤维素与木质素的比值变化。

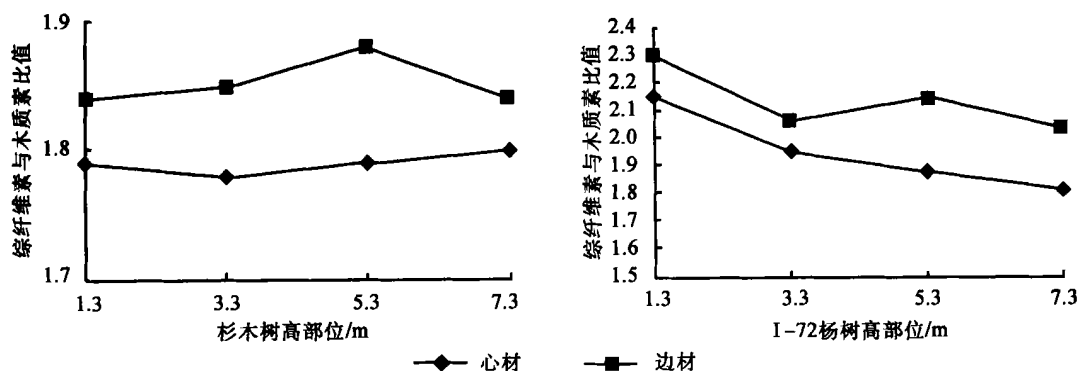


图 6 杉木、F72 杨的心、边材的综纤维素与木质素比值变化

从图 6 中可见:杉木心材的比值在不同高度均低于边材,且沿着纵向具有不同的变化规律。在 1.3 m 到 3.3 m 处心材的比值曲线略有下降,但从 3.3 m 处之后曲线缓慢上升,但基本上是一条平行曲线。这表明杉木心材的综纤维素与木质素之间的含量变化在纵向上没有太大的变化。杉木边材从 1.3 m 处开始其比值就随着树高的增加逐步增加,在 5.3 m 处达到最大之后开始回落。表明杉木边材的综纤维素与木质素之间的含量变化在纵向上有较大的变化,其原因为树木边材中的木质素含量在树高为 5.3 m 前是呈下降趋势。

F72 杨心、边材不同树高部位的综纤维素与木质素比值与杉木一样,同样是心材高于边材。但沿着纵向的变化具有与杉木不同的变化规律,其比值都是随着树高部位的增加而逐步降低。这与 F72 杨中木质素含量随着树高的增加逐步增加有关。

3 结论

(1) 杉木、F72 杨综纤维素和 β -纤维素的含量均为边材高于心材,但在沿树高方向的纵向变化规律各不相同。杉木心、边材的综纤维素在 1.3 m 处含量最低然后随着树高的增加逐步增加。而 F72 杨心、边材的综纤维素含量在 1.3 m 处含量最高,然后随着树高的增加逐步降低。两个树种心、边材的 β -纤维素的纵向变化规律基本相同,均随着树高的增加逐步降低。

(2) 杉木、F72 杨心、边材的半纤维素含量沿着树高方向表现出不同的变化规律。杉木心、边材的半纤维素含量随着树高的增加逐渐增加,在 5.3 m 处达到最高后开始降低。而 F72 杨心、边材的半纤维素含量在 1.3 m 处最高,在 3.3 m 处达到最低后其含量沿树高方向略有增加。

(3) 杉木木质素在各个树高部位均为边材高于心材,边材木质素含量随着树高的增加逐步降低,而心材木质素含量则沿树高方向先增加然后逐步降低。F72 杨心、边材木质素含量的变化表现各异,心材含量随着树高的增加逐步增加,边材则表现为无规律变化,先增加然后降低,达到一定的树高部位后又有所增加。

(4) 杉木、F72 杨心、边材的酸溶木质素含量均沿树高方向逐渐降低。两树种的差异为:杉木边材的酸溶木质素含量高于心材,而 F72 杨却是心材高于边材。

(5) 杉木、F72 杨心、边材综纤维素与木质素比值的在沿树高方向具有不同的纵向变化规律。

参考文献:

- [1] Fengel D, Wegener G. Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions[M]. Berlin:Walter de Gruyter,1984
- [2] 成俊卿. 木材学[M]. 北京:中国林业出版社,1985
- [3] 秦特夫.“-214 杨”心边材木质素的红外光谱、质子和碳-13 核磁共振波谱特征研究[J]. 林业科学研究,2001,14(4):375 ~ 382
- [4] 秦特夫,陆熙娴. 人工林和天然林杉木幼龄材与成熟材化学组成与化学性质比较研究[J]. 世界林业研究,1994,7(专集):65 ~ 81
- [5] 陆熙娴,阎浩鹏. 人工林中北 1 号杨树幼龄材与成熟材化学性质变异研究[J]. 世界林业研究,1995,8(专集):132 ~ 142
- [6] 鲍甫成,姜笑梅,陆熙娴,等. 中国主要幼龄材与成熟及人工林与天然林木材性质比较研究[J]. 林业科学,1998,34(2):63 ~ 76
- [7] Zobel B J. Wood Variation —Its Causes and Control[M]. New York:Springer-Verlag Incorporated,1989

Studies on Longitudinal Variation of Main Chemical Compositions in Chinese-fir and Poplar *×euramaricana* cv. F72/ 58 Trees

QIN Te-fu, HUANG Luo-hua, ZHOU Qin

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

Abstracts: The longitudinal variation of main chemical compositions in the heartwood and sapwood of Chinese fir and *Poplar ×euramaricana* cv. F72/ 58 were studied. The holocellulose, α -cellulose, lignin, acid-soluble lignin, and the ratio of cellulose to lignin were investigated. The results showed that the contents of holocellulose and cellulose in both Chinese fir and *Poplar ×euramaricana* cv. F72/ 58 were higher in the sapwood than in the heartwood, but different in longitudinal direction of the woods. The variability pattern for the content of hemicellulose in the sapwood and the heartwood of both Chinese fir and *Poplar ×euramaricana* cv. F72/ 58 was different; the content of lignin for Chinese fir was higher in the sapwood than in the heartwood, the content of lignin became lower in the sapwood and increased in beginning then stepped up with the tree part being higher. The variability pattern for the content of lignin in the sapwood and the heartwood of *Poplar ×euramaricana* cv. F72/ 58 was also different. The content of acid-soluble lignin became lower in the sapwood and heartwood of both Chinese fir and *Poplar ×euramaricana* cv. F72/ 58 with the tree part being higher. The content of acid-soluble lignin was higher in the sapwood than in the heartwood for Chinese fir, but the content of acid-soluble lignin was higher in the heartwood than in the sapwood for *Poplar ×euramaricana* cv. F72/ 58. The variabilities for the ratio of holocellulose to lignin follow different patterns in the longitudinal direction.

Key words: Chinese fir; *Poplar ×euramaricana* cv. F72/ 58; cellulose; lignin; acid-soluble lignin