

10个杨树杂种组合木材密度 与纤维遗传变异研究*

朱湘渝 王瑞玲 佟永昌 黄东森

摘要 对保定5年生杨树无性系测定林和7年生育种资源保存林10个杂交无性系木材密度, 纤维长、宽度分析结果表明: ①不同杂种组合、个体间的木材密度、纤维长度均有很大变异。木材密度与速生特性之间呈微弱的负相关; 纤维长度与生长性状相关不显著。②木材密度和纤维长度可以独立选择, 从而选出密度较高, 纤维较长和速生优质的杨树杂交新个体。③幼龄与中、成龄的木材密度相关显著, 从而说明了在杨树材性育种中早期选择的可行性。研究证明, 对华北地区来说, 69杨为母本, 欧亚黑杨及其种内杂种为父本是选育速生优质杨树新品种的优良组合。

关键词 杨树、杂种、木材密度、纤维长度、遗传变异

遗传和变异是生物界固有的基本特性与普遍规律。而杂种遗传变异有其特点, 一方面要受亲本遗传力、遗传特性限制; 另一方面又在遗传基础上发展演变。树木材性遗传变异问题国内外研究虽有报道^[1], 但杨树无性系差异的报道不多。本文主要研究在集约栽培试验条件下, 杨树杂种(*Populus × euramericana* [Dode] Guinier) 等木材密度和纤维长度在不同杂交组合间、个体间的遗传变异情况, 通过遗传改良, 探索改良杨树材性的可能性。

1 试材与方法

1.1 试材采集

在保定5年生杨树无性系测试林内选取具有代表性的6株树, 在1.3 m处的不同方位, 用孔径0.5 cm的生长锥取样。同样方法, 在7年生育种资源保存林内, 每个组合随机取5株试样, 苗木试材是从地径30 cm处截取, 6次重复。

供试杂交组合名称: 69杨×欧亚黑杨 *P. del. cv. 'Lux' × P. nigra*; 69杨×箭黑杨 *P. del. cv. 'Lux' × (P. thevestina × P. nigra)*; 念珠杨×63杨 *P. del. var. monilifera × P. del. cv. 'Harvard'*; 念珠杨×欧亚黑杨 *P. del. var. monilifera × P. nigra*; 念珠杨×美杨 *P. del. var. monilifera × P. pyramidalis*; 念珠杨×(美杨×黑杨) *P. del. var. monilifera × (P. pyramidalis × P. nigra)*; 念珠杨×青杨 *P. del. var. monilifera × P. cathayana*; 山海关杨×青杨 *P. del. var. monilifera × cathayana*; 69杨×(小青杨+

1991—07—12收稿。

朱湘渝副研究员, 王瑞玲, 佟永昌, 黄东森(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091)。

*本文为国家自然科学基金项目“杨树杂种优势与材质遗传相关研究”的组成部分。由朱湘渝执笔, 李淑梅参加了测试。

滇杨) *P. del.* cv. 'Lux' × (*P. pseudosimōnii* + *P. yunnanensis*); 69杨 × 箭黑杨 *P. del.* cv. 'Lux' × (*P. thevestina* × *P. nigra*)。

1.2 方法

1.2.1 木材密度 生长锥芯条按年轮切取样块,采用 Smith^[1]法测定。

1.2.2 纤维长度、宽度测定 在每个年轮样块的中间部位,切取厚0.5 mm圆片,经30%双氧水和冰醋酸等量混合离析,番红染色,用 Taylor^[2]法测定,每个样品测量50根纤维。

2 试验结果

2.1 木材密度和纤维长度的变异

2.1.1 无性系间、同一无性系单株间和树干方位间的遗传变异 6个无性系的木材密度和纤维长度方差分析(表1)结果表明:无性系间的变异达到了极显著水平;无性系内单株间木材密度无显著差异,但纤维长度因其在树体不同部位、年轮间、年轮内而存在显著差异。

表1 6个无性系木材密度和纤维长度的方差分析

变异来源	自由度	木材密度(g/cm ³)		纤维长度(mm)	
		均方	F	均方	F
无性系间	5	0.003	8.33**	0.0124	17.71**
方位间	1	0.0003	0.83	0.00017	0.24
无性系 × 方位	5	0.00046	1.28	0.00026	0.37
无性系内单株间	10	0.00052	1.44	0.0037	5.29**
机误	50	0.00036		0.0007	

注: **示达1%显著水平(下同)。

方差分析还表明,木材密度和纤维长度在两个方位间无显著差异,任何一个方位上所取样品的性状测定值,均能代表该截面的实际性状值,这与杉木^[2]的研究结果是一致的。

2.1.2 不同杂种组合及个体间的差异 10个杂种组合木材密度,纤维长、宽度和生长量不同(表2.3);木材密度、纤维长度均存在极显著或显著差异(表3)。木材密度最高和最低两杂种组合间相差达0.058g/cm³(16.5%),纤维长度最高与最低的两组合间相差0.158mm(17.8%)。与杂种组合相比,个体间在木材密度和纤维长度上存在着更大的变异,方差分量分别占35%和24%,大于杂种组合的方差分量(23%和20%)。

2.1.3 木材性状遗传参数 由方差分析估测的遗传力(表4)说明,无性系的木材密度和纤维长度的遗传力和重复率都较高,分别为0.81、0.62和0.96、0.91;而实生起源的家系分别为0.35、0.27和0.73、0.65,表明这两个性状受中等或强度的遗传效应控制,所以通过无性系选择可望能获得较好的改良效果。这与杉木^[2]和黑杨^[3]的研究结果相似。

2.2 木材性质与生长性状的相关性

表5表明,木材密度与树高、胸径和材积生长呈微弱的负相关;纤维长度与3个生长指标呈微弱的正相关。这同国内外在杉木、马尾松和湿地松^[4]等树种上所得的结果是一致的,证明这两类性状可以独立进行选择。

表2 7年生杂种组合木材密度、纤维形态及生长量

组 合	木材密度 (g/cm ³)	纤维长度 (mm)	纤维宽度 (μm)	长 宽 比	树 高 (m)	胸 径 (cm)	单株材积 (m ³)
69杨×欧亚黑杨	0.395±0.03	0.940±0.05	18.9±1.6	50.1±4.4	20.9±1.4	31.1±4.9	0.6298±0.23
69杨×(箭杨×黑杨)	0.39±0.02	0.996±0.04	19.2±0.9	52.0±2.9	17.3±2.1	24.0±1.8	0.3136±0.08
念珠杨×63杨	0.379±0.02	0.998±0.06	—	—	21.2±1.9	35.0±3.7	0.7784±0.19
念珠杨×欧亚黑杨	0.378±0.02	1.047±0.04	20.7±0.9	49.3±2.4	18.9±1.4	27.6±5.5	0.4540±0.20
念珠杨×美杨	0.371±0.02	1.001±0.03	20.8±1.4	48.2±4.1	17.4±1.2	27.3±3.6	0.4086±0.11
念珠杨×(美杨×黑杨)	0.369±0.01	1.034±0.03	20.3±0.8	51.0±2.6	18.7±0.7	29.2±2.3	0.4979±0.08
念珠杨×青杨	0.352±0.03	0.889±0.14	20.9±1.3	42.6±6.6	16.1±2.1	23.5±3.0	0.2921±0.09
山海关杨×青杨	0.41±0.04	0.979±0.04	19.5±1.2	50.5±4.6	16.6±2.0	21.7±3.7	0.2523±0.12
69杨×(小青杨+滇杨)	0.369±0.03	0.961±0.09	20.3±1.4	47.6±6.5	21.3±2.5	33.2±5.3	0.7333±0.27
69杨×(箭杨×黑杨)	0.375±0.02	1.010±0.08	18.7±1.1	54.0±6.2	20.2±2.6	27.8±6.7	0.5160±0.30
平均	0.379±0.016	0.986±0.046	19.9±0.80	49.5±3.2	18.9±2.0	28.0±4.3	0.4876±0.18
C. V. (%)	4.26	4.67	4.32	6.46	10.58	15.36	36.92
极 值	0.352~0.41	0.889~1.047	18.7~20.9	42.6~54.0	16.6~21.3	21.0~35.0	0.2523~0.7784
CK(I-214杨)	0.309±0.016	1.162±0.04	24.2±2.3	43.9	22.9±1.0	32.0±1.2	0.6955±0.05
CK(山海关杨)	0.371±0.02	1.057±0.03	—	—	20.4±0.7	31.4±2.5	0.6106±0.09

表3 10个杂种组合的方差分析

变 异 来 源	自 由 度	木 材 密 度 (g/cm ³)			纤 维 长 度 (mm)		
		均 方	F	方差分量(%)	均 方	F	方差分量(%)
杂交组合间	9	0.0013	3.71**	22.75	0.0091	2.85*	20.38
个 体 间	4	0.0033	9.43**	35.33	0.0173	5.41**	24.35
机 误	36	0.00035		41.92	0.0032		55.27

注：*达5%显著水平(下同)。

表4 木材密度、纤维性状的遗传参数

性 状	遗传方差	环境方差	广义遗传力	重 复 率	遗传变异系数	表型变异系数
	δ ² G	δ ² E	h ²	RE	GCV	PCV
无 性 系 测 试 林						
木材密度 (g/cm ³)	0.00043	0.0001	0.8124	0.9620	6.3460	7.0210
纤维长度 (mm)	0.00082	0.0005	0.6203	0.9081	2.7132	3.4487
材 积 (m ³)	0.00410	0.0015	0.7371	0.9166	19.4800	22.7664
育 种 材 料 保 存 林						
木材密度 (g/cm ³)	0.00019	0.0004	0.3519	0.7308	4.3962	6.1314
纤维长度 (mm)	0.0012	0.0032	0.2694	0.6484	3.4956	6.7347
纤维宽度 (μm)	0.4502	1.4921	0.2318	0.6014	3.7401	7.7685
长 宽 比	5.5378	24.4638	0.1846	0.5309	4.7579	11.0743
树 高 (m)	3.0872	3.6828	0.4560	0.8074	9.3143	13.7931
胸 径 (cm)	14.1788	19.3504	0.4229	0.7856	13.4280	20.6492
材 积 (m ³)	0.0259	0.0356	0.4211	0.7848	33.0055	50.8597

表5 木材密度和纤维长度与生长相关性

项 目		遗传相	表型相	环境相
		关系数	关系数	关系数
密 度	树 高	-0.035 0	-0.046 0	0.086 0
	胸 径	-0.147 7	-0.110 2	0.115 4
	材 积	-0.101 7	-0.073 8	0.107 7
纤维长度	树 高	0.237 8	0.192 8	0.128 9
	胸 径	0.208 8	0.172 0	0.121 7
	材 积	0.121 6	0.123 7	0.144 3

2.3 不同选择方向的育种增益

按照4种不同的选择方向(表6)获得的育种增益迥然不同。其中以材积生长量大而木材密度值高的育种增益最大。随机测定的50株树中有两个系号木材密度和材积生长与我国华北主栽的I-214杨和山海关杨对比,分别提高69.33%和60.65%,增益的幅度是很可观的。由此可见杂交育种可以使生长与材性两个性状同时得到改良。

表6 不同选择方向获得的育种增益

选择方向	对 照	木 材 密 度		单 株 材 积		综 合 增 益	
		绝对值 (g/cm ³)	增 益 (%)	绝对值 (m ³)	增 益 (%)	绝对值 (kg/株)	增 益 (%)
木材密度值最高的组合	\bar{x}	0.031	8.18	-0.235	-48.20	-81.36	-44.03
	I-214	0.101	32.69	-0.443	-63.70	-111.47	-51.87
	山海关杨	0.039	10.51	-0.358	-58.63	-123.0	-54.34
材积生长最高的组合	\bar{x}	0	0	0.291	59.64	110.21	59.64
	I-214	0.07	22.65	0.083	11.92	80.10	37.27
	山海关杨	0.008	2.16	0.168	27.48	68.48	30.23
木材密度值和材积生长较高的组合	\bar{x}	0.016	4.22	0.142	29.16	63.97	34.62
	I-214	0.086	27.83	-0.066	-4.49	33.87	15.76
	山海关杨	0.024	6.50	0.019	3.14	22.24	9.82
两个材积生长和木材密度值较高的无性系	\bar{x}	0.035	9.23	0.391	80.27	119.91	96.92
	I-214	0.105	33.98	0.184	26.38	149.0	69.33
	山海关杨	0.043	11.59	0.268	43.96	137.38	60.65

2.4 木材密度与林龄大小的相关性

研究木材密度和林龄大小的相关性是研究木材材性早期选择可行性的基本方法,国内外这方面的研究工作较多^[2]。表7表明,1年生与2~7年生木材密度相关性极为显著,因此可以在幼年阶段预测成年时的木材性状。

表7 不同年龄杨树无性系木材密度的相关性

试 材 性 质	1 年与 2 年生	1 年与 5 年生	1 年与 10 年生	1 年苗与 7 年生	备 注
树干年轮间比较	0.913 8 **	0.783 2 **	0.719 6 **		样本 n = 50
苗木与树木比较				0.659 4 **	样本 n = 50

3 结语与讨论

(1) 杨树杂种无性系测试林和育种资源保存林材性遗传研究表明,无性系木材密度和纤维长度的遗传力和重复率均较高。有理由认为,科学地进行亲本选择和杂交育种,可使杨树材性有较好的改良效果。

(2) 在一个杨树杂种组合内，木材密度与纤维长度具有普遍的个体变异，因此通过严格的个体选择能够获得明显的遗传改良效果。

(3) 研究证明，杨树木材材性和生长性状之间相互独立，属于非连锁遗传，从而可以培育出既有速生性又能提高木材密度的双重优点的优良无性系。

(4) 杨树育种要求兼具速生、优质、抗逆等多性状的同步遗传改良，但在选择程序上可分阶段进行或综合指数选择。在初选阶段，一般应注意选择速生、干直、圆满度好、分枝角度小、侧枝细、抗病虫等优良性状的个体，然后再按材质进行选择。复选优良无性系时，应充分考虑材质的改良效果，可先用生长锥在胸高处取样条测试，进而再通过伐倒木全面测试，以便取得准确结论。

(5) 杨树木材密度的早、晚期与幼、成年具有极显著的相关性。因此可以从一年苗杆起进行木材密度选择，这对于目前我国推行短轮伐期优良材种筛选特别重要。

(6) 研究证明，*P. del.* cv. 'Lux' 为母本，*P. nigra* 及其种内杂种为父本，是华北地区选育杨树速生优质良种的最佳组合之一。

参 考 文 献

- 1 Taylor F W. Fiber length measurement — an accurate inexpensive technique. *Tappi*, 1975, 56(12): 126~127.
- 2 施季森, 叶志宏, 陈岳武, 等. 杉木木材材性的遗传变异研究. *南京林业大学学报*, 1987, (4): 15~24.
- 3 王明麻, 黄敏仁, 阮锡根, 等. 黑杨派新无性系木材性状的遗传改良. *南京林业大学学报*, 1989, 13(3): 9~16.
- 4 Allen P J. Proceeding of a joint workshop on progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees, 1979, 1: 184~196.

Study on the Genetic Variance of Wood Basic Density and Fiber Properties of Poplar Hybrids

Zhu Xiangyu Wang Ruiling Tong Yongchang Huang Dongsen

Abstract The test material used in the study was the poplars planted in Baoding, Heibei Province, whose wood basic density, fiber length and width were analysed. The result reveals that: ① there are obvious differences between the wood basic density and fiber length of different hybrid combinations and individuals. The differences between wood basic density and growth property is not significant; ② the two properties can be selected separately, therefore the new poplar hybrids which has high wood basic density, long fiber length and fast-growth can be selected. ③ the relationship of wood basic density between juvenile and adult wood is significant, so the early selection can be adopted in poplar breeding. The crossing, which *P. deltoides* cv. 'Lux' was used as mother plant and *P. nigra* the father plant and inter species hybrids, was the best combination for selecting fast-growing and good quality poplar in the North China area.

Key words poplar, hybrids, wood basic density, fibre length, genetic variance

Zhu Xiangyu, Associate professor, Wang Ruiling, Tong Yongchang, Huang Dongsen (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091).