

文章编号: 1000-5692(2002)03-0264-05

黑杨派新无性系工业适用性评价体系的研究

童再康¹, 郑勇平²

(1. 浙江林学院 生命科学学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省林业局 种苗总站, 浙江 杭州 310004)

摘要: 对美洲黑杨新无性系各项试验历时 8 a 所测定资料进行了系统分析, 并根据杨树木材的主要工业用途, 采用统计分析方法, 对 9 大类已研究的性状进行分类, 目的是为浙江省及周边省区建立评价优良新无性系的指标体系。在此基础上筛选出影响特定工业用材的关键指标, 并按浙江省黑杨派无性系栽培的不同立地条件确定了最低限值, 建立了衡量黑杨派新无性系工业用材适用性的具体系列指标, 为新无性系生产推广及预测工业用材定向培育林的营林效果提供了估测标准。表 5 参 10

关键词: 杨树; 无性系; 工业适用性; 评价; 指标体系; 黑杨派

中图分类号: S792.11; S781 **文献标识码:** A

杨树已成为中纬度地区工业用材产量最大的树种。胶合板、木工板、中密度与高密度纤维板以及纸张都与杨树木材紧密相联^[1,2]。杨属中黑杨派、白杨派和青杨派的种都已育成了一批速生优质品系, 并推广应用于生产, 其中以黑杨派种的育种水平和选育的新品系推广应用与效果最为突出, I-214 杨 *Populus × euramericana* (Dode) Guinier. cv. 214, I-69 杨 *P. deltoides* Bartr. cv. Lux 和 I-72 杨 *P. × euramericana* (Dode) Guinier. cv. Sanmartion 等优良品系的推广, 迅速改变了世界木材产量的树种结构^[3,4]。而且, 近十几年来, 又先后从美洲黑杨种源、72 杨与美洲黑杨回交、美洲黑杨间杂交以及 69 杨同小叶杨 *P. simonii* 杂交等后代中选育出一批新无性系, 其产量水平在不断提高^[5]。然而, 在选育、引种及其推广优良品系过程中, 主要关注的是其适应性、速生性和抗逆性, 即使研究一些材性指标、分枝特性指标等也往往与其适用性(尤其是工业适用性)不相配套, 以致栽培学家们多从定向培育角度, 以栽培措施为对象来研究某一特定工业用材的生产。因此, 如何从栽培材料入手, 系统研究各无性系作为工业用材培育的适用性, 依此确定一套评价无性系适用性的指标体系, 这在生产实践中具有现实意义。该文着重研究了不同营林目标和不同立地条件下评价新无性系工业适用性的指标体系, 为各种工业用材林选择适用无性系提供科学依据。

1 研究资料的来源

研究用资料来自 1990 年以来引种的 60 个新无性系在浙江省临安市、临海市、富阳市和余杭市等地的苗期, 造林试验林和短轮伐期工业用材定向培育试验林历年测定的数据, 实验室水培和组培测定

收稿日期: 2001-11-16; 修回日期: 2002-06-15

基金项目: “八五”国家科技攻关项目(85-17-02)。

作者简介: 童再康(1963—), 男, 浙江兰溪人, 副教授, 博士, 从事树木遗传育种研究。

新无性系抗旱性、抗盐性的资料以及主要无性系的材料测定资料。历年测定的项目主要有以下 9 大类: ①各试验地的立地条件分析。研究的指标除气候因素外, 集中于土壤条件, 包括土层厚度, 土壤氮、磷、钾和有机质含量, 盐碱度 (pH 值) 等。②生长性状。不同立地和不同栽培密度下历年的树高和胸径的生长量, 依次了解各无性系速生性以及时间分布规律。③分枝特性。测定树冠冠幅大小、主侧枝数和主侧枝的分枝角以及自然整枝状况。④材质。树干通直度、尖削度和圆满度等影响木材质量和出材率的指标。⑤适应性。造林成活率、林分保存率和断梢率。⑥材性。纤维长度和宽度、木材基本密度、气干密度、干缩系数 (弦向、径向和体积)、静力弯曲强度、静力弯曲弹性模量和顺纹抗压强度。⑦抗性。抗病性、抗虫性、抗风性、抗旱性、耐盐性。⑧生物量。枝条生物量、主干生物量、叶生物量和总生物量。⑨萌芽性能。萌芽率、萌芽数以及萌芽条生长量和生物量。

2 无性系工业适用性评价体系的组成

选取评价指标构成一个较完整的评价体系是无性系工业适用性评价的关键。表 1~3 列出了 10 个速生无性系的生长量、生物量、木材物理力学性质以及无性系萌芽性能, 由此可反映出这类速生无性系的一般概况。但不同的栽培立地和管理措施, 其生长量、生物量等指标相差较大。从上述 9 类性状的相关分析知, 其中一些性状间具有显著的相关性^[5~7]。而作为一个评价的指标体系, 指标间应具有相对独立性。根据树高、胸径和材积等生长量性状与生物量性状的极显著相关规律, 在指标选取时可

表 1 5 年生各无性系生长量、生物量及其组成

Table 1 The Growth, biomass and its composition of different clones at five years

无性系号	树高/m	胸径/cm	材积/m ³	树干生物量/kg	枝条生物量/kg	枝干总生物量/kg	枝总比/%	干总比/%
1388	17.1	19.7	0.243 8	64.72	24.24	88.96	27.25	72.75
367	16.2	18.5	0.206 4	62.16	14.91	77.07	19.35	80.65
121	15.0	18.2	0.187 3	58.79	20.27	79.06	25.64	74.36
370	16.2	18.3	0.202 0	56.98	12.73	69.71	18.26	81.74
725	14.1	17.9	0.170 9	53.40	18.29	71.69	25.51	74.49
366	14.0	18.0	0.190 8	52.94	12.41	65.35	18.99	81.01
351	13.8	18.5	0.180 6	48.17	12.91	61.08	21.14	78.86
106	15.3	16.7	0.160 3	47.87	11.29	59.16	19.08	81.92
50	14.1	17.6	0.166 4	44.05	14.62	58.67	24.92	75.08
S ₁₋₈	12.8	17.8	0.158 9	32.34	10.99	43.33	25.36	74.64

表 2 速生黑杨新无性系物理力学性质品质等级

Table 2 Quality grades of the wood of fast-growing new Aigeiros clones in terms of physical and mechanical properties

无性系号	木材密度		干缩不均匀性和干缩程度					顺纹抗压 极限强 度/MPa	静力弯曲 极限强 度/MPa	弹性模 量/GPa	顺纹抗压 和静力弯曲 总和等级
	气干密度/ (g·cm ⁻³)	等级	线干缩系数/%		干缩不均 匀性等级	体积干 缩系数	干缩 等级				
			径向	弦向							
106	0.396 1	小	0.090 9	0.256 3	很大	0.359 1	小	22.82	52.90	5.62	不高
121	0.432 8	小	0.120 1	0.267 1	大	0.387 5	小	25.31	54.87	6.84	不高
1388	0.403 2	小	0.118 2	0.266 3	中	0.409 3	小	24.96	51.05	7.69	不高
50	0.414 8	小	0.096 6	0.242 9	大	0.355 5	小	23.92	53.87	6.44	不高
351	0.397 3	小	0.113 1	0.258 5	大	0.391 4	小	24.07	52.12	6.83	不高
366	0.417 9	小	0.108 2	0.241 5	大	0.373 2	小	26.18	55.61	7.86	不高
367	0.423 1	小	0.110 5	0.249 7	大	0.387 1	小	26.62	56.75	8.57	不高
370	0.414 5	小	0.115 9	0.255 5	中	0.386 7	小	27.26	54.36	8.31	不高
725	0.424 1	小	0.118 1	0.270 8	大	0.399 0	小	24.34	55.13	6.59	不高
S ₁₋₈	0.398 0	小	0.086 1	0.247 3	很大	0.356 7	小	21.42	48.15	5.27	不高

依实际情况用其中之一即可^[7]；依据木材力学性质与木材基本密度的极显著相关性，亦可用后者来估计木材力学性质的优劣；木材的制浆性能中，纸浆得率常因所采用的化学工艺过程不同，测定的数据相差较大。但该性状与木材的基本密度呈显著的正相关，在评价指标中可利用后者来代替^[8~10]。综上所述，可以将评价的指标归纳为以下7类：①生长量（生物量）指标；②分枝特性指标；③抗性指标；④适应性指标；⑤木材形质指标；⑥木材材性指标；⑦萌芽性能指标。

表3 各无性系萌芽能力与萌条生长

Table 3 The Ability of sprouting and growth of sprouting plants from the clones

无性系号	萌条保存率/%	萌条数/条	最大直径/cm	平均最大直径/cm	平均直径/cm	最大长度/m	平均最大长度/m	平均长度/m
366	100	1.00	1.82	1.46	1.46	4.05	3.57	3.57
367	100	1.78	3.00	2.72	1.81	4.89	4.21	3.89
121	92	1.89	2.71	1.94	1.54	4.48	3.65	3.39
1388	81	1.53	3.52	2.82	2.55	5.03	4.61	4.30
S ₁₋₈	77	1.75	3.05	2.38	1.91	4.47	3.95	3.34
351	75	1.25	2.11	1.82	1.77	3.87	3.36	3.35
105	70	1.84	2.26	1.60	1.01	3.90	3.15	2.45
370	69	1.00	1.53	1.23	1.17	3.33	2.88	2.49
50	63	1.75	1.78	1.14	0.98	3.35	2.57	2.25
725	63	1.93	2.50	2.00	1.69	4.19	3.69	3.30

3 评价无性系适于不同工业用材的指标体系

3.1 评价无性系适于胶合板材的指标体系

营建以生产胶合板材为目标的定向培育林，造林密度较低，在浙江省多数采用 625 株·hm⁻² 以下，即株行距 4 m×4 m 以上，一般 5~6 a 间伐 50% 左右。而用 278 株·hm⁻²，即株行距 6 m×6 m，一般不间伐。采用短轮伐期经营，采伐期在较好的立地上为 10 a，一般立地上要 12 a 或更长一点。造林多采用植大苗，以培育最佳的胶合板材。针对这一营林目标，评价的关键指标有：速生性，要求在 10~12 a 内能达到最大的生长量；形质指标，要求树干通直圆满，尖削度小；分枝特性，要求侧枝要细，分枝角要较小，自然整枝要好，且整枝后主干不留大的节疤。表 4 列出了评价无性系是否适于胶合板材的具体指标。

表4 评价无性系适于胶合板材的指标

Table 4 The indexes for evaluating the clones for plywood uses

指标类型	指标种类	类型	指标值
速生	一般立地	A	树高年生长量≥2.5 m, 胸径年均生长量≥3.0 cm
		B	树高年生长量≥2.0 m, 胸径年均生长量≥2.0 cm
	围垦海涂	A	树高年生长量≥2.5 m, 胸径年均生长量≥3.0 cm
		B	树高年生长量≥2.9 m, 胸径年均生长量≥2.0 cm
关键指标	分枝特性	低密度	主侧枝/胸径≤0.15; 主侧枝数≤17 条
		中密度	主侧枝/胸径≤0.13; 主侧枝数≤13 条
一般指标	形质		树干通直, 圆满度 1 级, 尖削度小 (形数≥0.65)
	抗性	围垦海涂	耐盐碱, 能适于 0.3% 左右含盐量; 抗病虫性强, 抗风
	材性		纤维长度≥0.9 mm, 基本密度为 0.34~0.38 g·cm ⁻³
	成活率	低密度	≥97%
中密度		≥95%	

说明: A 指立地质量较好, 集约程度较高的情况; B 指立地质量一般, 集约程度中等的情况

依据表 4 中各关键评价指标值, 筛选参试无性系, 选出的美洲黑杨新无性系有: 367, 366, 370 和 1388 共 4 个用于河滩地造林; 121, 104, 105, 106 和 351 共 5 个用于海涂围垦地造林。

3.2 评价无性系适于纸浆材的指标体系

以定向培育纸浆材为目标, 建立高密度 (6 667 株·hm⁻² 以上, 即株行距小于 1.0 m×1.5 m) 或中

等密度 ($1\ 667 \sim 1\ 667$ 株 \cdot hm $^{-2}$, 即株行距 $1.0\text{ m} \times 1.5\text{ m} \sim 2.0\text{ m} \times 3\text{ m}$) 超短轮伐期纸浆材定向培育林。一般首次轮伐期依不同的立地条件和经营管理水平确定为 4~6 a, 采用萌芽更新方式培育第二、三及第四代。选用无性系的关键指标应是无性系在造林后 4~5 a 内速生 (早期速生), 即能在单位时间内获取最高的生物量; 能有效地作萌芽更新, 且连续 2~3 代生长衰退不明显; 作为生产纸浆的木材, 其相应的材性指标必须符合纸浆材的要求, 且要高于同种类平均水平。具体地说纤维长度应在中级纤维标准 (0.90~1.60 mm) 以上, 长宽比在 38 以上, 木浆得率要在 40% 以上。从加工角度考虑木材的基本密度不宜太高, 但密度也影响木浆的得率, 故一般选 0.32~0.36 g \cdot cm $^{-3}$ 。表 5 列出了评价无性系适用于纸浆材的具体指标。参照这一体系, 筛选参试无性系, 推荐的黑杨新无性系是: 1388, 366, 725, 370 和 351 等 4 个用于河滩地造林, 121, 104, 105, 106 和 351 等 5 个用于海涂围垦地造林。对一些较干旱瘠薄立地, 宜选用 106 和 121 无性系。

3.3 评价无性系适于一般纤维材的指标体系

同纸浆材相比, 用作生产中密度纤维板的纤维材在纤维长度和长宽比等指标上可作为非关键指标考虑, 而其他标准可参照表 5。通过对新无性系的选择, 营建纤维材培育林可选用的新无性系有: 1388, 725, 366, 367, 50 和 351 等, 它们主要用于河滩地; 121, 104, 105, 106 和 351 等无性系主要用于海涂围垦地; 对一些较干旱瘠薄地宜选用 106, 121 无性系。

表 5 评价无性系适于纸浆材的指标

Table 5 The indexes for evaluating the clones for pulpwood uses

指标类型	指标种类	类型	指标值
关键指标	早期速生	一般立地	A 树高年生长量 $\geq 3.0\text{ m}$, 胸径年均生长量 $\geq 3.5\text{ cm}$
			B 树高年生长量 $\geq 2.5\text{ m}$, 胸径年均生长量 $\geq 2.5\text{ cm}$
	围垦海涂	A 树高年生长量 $\geq 3.0\text{ m}$, 胸径年均生长量 $\geq 3.5\text{ cm}$	
		B 树高年生长量 $\geq 2.5\text{ m}$, 胸径年均生长量 $\geq 2.5\text{ cm}$	
	低丘旱地	A 树高年生长量 $\geq 2.0\text{ m}$, 胸径年均生长量 $\geq 2.5\text{ cm}$	
		B 树高年生长量 $\geq 2.0\text{ m}$, 胸径年均生长量 $\geq 1.5\text{ cm}$	
萌芽性能	高密度	萌芽率 $\geq 70\%$, 萌芽条数 ≥ 1 条, 萌芽条生长量同上	
	中密度	萌芽率 $\geq 85\%$, 萌芽条数 ≥ 2 条	
	材性	纤维长度 $\geq 0.9\text{ mm}$, 长宽比 > 38 , 纸浆得率 $\geq 40\%$ 基本密度为 $0.34 \sim 0.38\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$	
一般指标	抗性	围垦海涂	耐盐碱, 能适于 0.3% 左右含盐量; 抗病虫性强, 抗风
		低丘旱地	耐干旱; 抗病性抗虫性强
	成活率	高密度	$\geq 90\%$
		中密度	$\geq 95\%$

说明: A 指立地质量较好, 集约程度较高的情况; B 指立地质量一般, 集约程度中等的情况

3.4 评价无性系适于细木工板材的指标体系

培育生产木工板材, 选用的无性系要求木材力学强度要好, 同时要速生。其评价指标可参照表 4。在营建木工板材的定向培育林时, 推荐的黑杨新无性系有: 1388, 367, 366, 370, 121 等, 它们主要用于河滩地造林; 121, 104, 105 和 106 等, 主要用于海涂围垦地造林; 对一些较干旱瘠薄地宜选用 106, 121, 104 无性系。

4 讨论

评价美洲黑杨派无性系工业用材适用性的指标体系建立, 可以作为新无性系选育和营林生产中选用优良无性系的参照依据。同时, 也可以为估测实施一项营林工程的经济效益提供技术参数。然而, 因该项目研究的时间不长, 积累的各种资料有限, 加上浙江省自然条件复杂多样, 指标体系的完整性和科学性还有待于在实践中不断完善和提高。

工业用材定向培育涉及的问题较为复杂, 种植材料的考虑是第一步, 即需从遗传角度优化生产产品的质量。然而, 培育措施也是同样重要的, 先要从立地条件选择入手, 丰产的基础是具有良好的栽

培环境。其次是培育与管理措施,它包括肥料的施用、水分管理、病虫害防治以及修枝等一系列配套工作。其中,修枝技术对于大径级胶合板材的培育尤为重要,关键是修枝的时间与保留枝下高的程度,一般要求有6 m以上无节痕的通直主干,这是决定修枝高度的标准。

工业用材适用性无性系评价标准体系的建立主要用于指导营林生产,依据该类指标所生产的木材产品与木材工业要求的一致性需要生产实践的检验。本项目中一系列指标的确定是根据目前木材工业对其用材的特殊要求而开展系列试验总结的。随着木材工业的发展,加工技术的不断提高以及木材产品多样化要求的增加,加工企业对木材原材料的要求也会相应改变。因此,评价与利用优良种植材料也是一个动态过程,需要依社会经济发展和科学水平提高而不断补充与完善。

参考文献:

- [1] 郑世锴. 杨树短轮伐期集约栽培的新进展[J]. 世界林业研究, 1989, 2(1): 20-25.
- [2] 方升佐, 曹福亮, 朱义君. 杨树短轮伐栽培的现状和前景[A]. 徐锡增. 杨树定向培育技术[C]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [3] 吕士行, 方升佐, 徐锡增, 等. 杨树胶合板材的培育技术[A]. 徐锡增. 杨树定向培育技术[C]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [4] 徐锡增, 方升佐. 杨树短轮伐期栽培[A]. 徐锡增. 杨树定向培育技术[C]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [5] 王明麻, 黄敏仁, 李火根, 等. 黑杨派新无性系研究Ⅹ[A]. 王明麻. 美洲黑杨×小叶杨新无性系研究报告[C]. 北京: 中国林业出版社, 1988.
- [6] 童再康, 郑勇平, 罗士元, 等. 杨树工业用材林适生无性系的筛选[A]. 徐锡增. 杨树定向培育技术[C]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [7] 郑勇平, 童再康, 罗士元, 等. 杨树纸浆材定向培育研究初报[A]. 徐锡增. 杨树定向培育技术[C]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [8] 刘洪谔, 童再康, 刘力, 等. 杂种杨树纸浆用材良种材性的遗传变异与选择[J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(1): 1-6.
- [9] 童再康, 郑勇平, 罗士元, 等. 黑杨派南方型新无性系纸浆材材性株内变异规律[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(4): 345-349.
- [10] 童再康, 郑勇平, 罗士元, 等. 黑杨派南方型新无性系纸浆材材性变异与遗传[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(1): 21-25.

Index system for evaluating industrial usability of the new clones of Aigeiros section

TONG Zai-kang¹, ZHENG Yong-ping²

(1. Faculty of Life Science, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Forest Station of Seeds and Nursery, Forestry Department of Zhejiang Province, Hangzhou 310004, Zhejiang, China)

Abstract: Based on the systemic analysis for the data collected from 8-year experiments of the new clones of Aigeiros section, nine traits were classified on the basis of the main industrial uses of the poplar wood. The aim of this research is to establish the index system for measuring the industrial usability of the new clones of Aigeiros section for our province and circumjacent regions. The key indexes which affected the specified industrial uses of the wood were selected, the lowest limit of the key indexes were established according to different sites in which the clones were planted, and the index system for measuring the industrial usability of the new clones of Aigeiros section was finally set up. The result provides the scientific basis for the generalization of new clones and the estimated standard for the predicting the effects of forest management.

Key words: popular; clone; industrial usability; evaluation; index system; Aigeiros