

文章编号: 1000-5692(2006)06-0651-05

# 云南红豆容器苗的苗木分级

史富强, 周凤林

(云南省林业科学院 热带林业研究所, 云南 景洪 666102)

**摘要:** 采用逐步聚类分析方法, 对云南红豆 *Ormosia yunnanensis* 容器苗苗木分级标准进行了初步探讨。以苗高和地径作为分级的品质指标, 提出了以下分级标准: I 级苗为苗高 $>15.4$  cm, 地径 $>0.29$  cm, II 级苗苗高为 11.4~15.4 cm, 地径 0.24~0.29 cm, III 级苗为苗高 $<11.4$  cm, 地径 $<0.24$  cm。表 5 参 5

**关键词:** 森林培育学; 云南红豆; 容器苗; 苗木分级; 逐步聚类

**中图分类号:** S723.1      **文献标识码:** A

云南红豆 *Ormosia yunnanensis* 为云南省特产珍稀用材树种, 主要分布在滇西南和滇东南各县海拔 500~1 500 m 的热带及亚热带常绿阔叶林中。其木材花纹色泽美观, 适用于高级家具, 可代替进口红木作乐器材。树形美观, 四季常绿, 是很好的绿化树种。作者试图参照相关文献<sup>[1~8]</sup>, 对云南红豆的苗木分级提出标准, 供生产上参考。

## 1 试验地概况

试验地位于云南省西双版纳普文试验林场,  $22^{\circ}24' \sim 22^{\circ}26' N$ ,  $101^{\circ}04' \sim 101^{\circ}06' E$ , 属热带北缘季风气候类型, 一年之中受湿润的西南季风和干暖的西风南支急流交替控制。年平均气温为  $20.1^{\circ}C$ ,  $\geq 10^{\circ}C$  积温  $7459^{\circ}C$ , 最热月平均气温  $23.9^{\circ}C$ , 最冷月平均气温  $13.9^{\circ}C$ , 极端最高气温  $38.3^{\circ}C$ , 极端最低气温  $-0.7^{\circ}C$ 。年降水量为 1 655.3 mm, 年平均相对湿度 83%。土壤为赤红壤, 呈酸性, pH 4.3~6.3, 有机质低, 缺氮, 尤其少磷, 而钾较丰富。

## 2 试验内容及方法

2004 年 6 月, 从 1 000 株苗龄为 150 d 准备出圃造林的云南红豆实生苗中随机抽取 50 株, 测定苗高、地径、全株鲜质量、地上部分质量、地下部分质量、根系长和高径比等 7 个生长量指标, 经相关分析后确定分级指标, 采用聚类分析的数学方法进行最终分级。

## 3 结果及分析

### 3.1 分级指标的确定

苗木的品质是由一系列苗木性质组成的。壮苗(或称合格苗)的标志一般是指苗木通直, 顶芽饱满

收稿日期: 2005-12-21; 修回日期: 2006-03-21

基金项目: “十五”云南省科学技术攻关项目(2002NG10)

作者简介: 史富强, 助理工程师, 从事苗木培育及造林研究。shfq3316@sina.com

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

满, 地径粗壮, 枝叶繁茂, 根系发达, 有较多的侧根, 须根, 主根粗且较短, 苗木的质大, 色泽正常, 木质化程度高, 无病虫害和无机械损伤等的苗木。这些标志反映了苗木品质指标的多样性。评定苗木品质时, 由于各品质指标间相关极为密切, 利用多个指标, 其信息往往是重叠的, 因而有必要对苗木品质指标的共性进行研究, 提取既能反映苗木品质, 又易于测量, 便于应用的少数较直观指标, 用以进行苗木分级。

为充分说明苗木各因子之间的相关性, 进行相关分析(表1)。从表1的相关距阵中可以清楚的看出: 苗木全株鲜质量为相关的中心, 最能体现苗木品质, 同时也说明在同一批苗木中, 苗木质量越大, 积累的干物质越多, 其品质就越好, 因而用全株鲜质量来评价苗木的品质是最好的指标。地径、苗高与全株鲜质量相关性也较强, 相关系数分别为0.5798和0.5731, 说明两者是评价苗木品质的次要指标。根系长、高径比与全株鲜质量的相关性均较差, 而高径比仅是一个算术商, 与苗木个体的大小无关, 只能描述苗木个体的均衡度, 因而不能用作苗木分级的评价指标。

表1 云南红豆容器苗各指标间的相关矩阵

Table 1 Correlation matrix between different qualities factors of *Omoxia yunnanensis* container seedlings

	苗高	地径	冠幅	全株鲜质量	地上部分质量	地下部分质量	根系长	高径比
苗高	1							
地径	0.6189	1						
冠幅	0.5321	0.5024	1					
全株鲜质量	0.5731	0.5798	0.5285	1				
地上部分质量	0.5255	0.5287	0.4662	0.9779	1			
地下部分质量	0.4828	0.4997	0.5148	0.6124	0.4335	1		
根系长	-0.1391	-0.1177	-0.0106	-0.0525	-0.0910	0.1177	1	
高径比	0.7887	0.0208	0.2740	0.2936	0.2676	0.2539	-0.0576	1

苗木各指标间的相关性, 一方面反映了苗木各器官之间相对均衡的生长作用, 即其整体性, 另一方面又说明了评价苗木品质时可选择较少的指标。在确定苗木品质的指标时, 既要考虑到有足够的信息量, 也要考虑到在生产实践中的可操作性, 因此, 作者选择苗高与地径作为云南红豆容器苗苗木分级的指标。

### 3.2 苗木分级标准的计算

按照生产实际, 苗木一般分为3级, 其中I级苗和II级苗为合格苗, 可出圃上山造林, III级苗为不合格苗, 应留圃继续培养。

聚类分析所依据的基本原则是直接比较属性中各样本反映出来的性质, 将性质相近的属性(性状、变量)分在同一类, 而将差别较大的分在不同的类, 确定区分事物性质的聚类标志。而对于苗木分级来说, 即是利用品质指标来划分苗木个体的相似程度, 在统计学上是以定义苗木个体之间的距离来确定, 即距离越小则其相似程度越大。文章所使用的为欧氏距离公式:  $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$ 。因文章仅采用苗高( $H$ )和地径( $D$ )2个分级指标, 因此  $n = 2$ , 从而上式变为:  $d_{ij} = \sqrt{(H_i - H_j)^2 + (D_i - D_j)^2}$ 。

**3.2.1 数据标准化** 为了使数据值能够在同一水平上进行比较和计算分析, 必须对所有观测的数据进行标准化。公式如下:  $z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i(\min)}}{x_{i(\max)} - x_{i(\min)}}$ 。其中:  $z_{ij}$  为标准化值;  $i$  为苗高或地径;  $j$  为所观测的样苗号(1, 2, 3, ..., 50);  $x_{i(\max)}$ ,  $x_{i(\min)}$  为所观测的总体样本中的苗高或地径的最大值和最小值。计算求得苗高及地径的标准化值见表2。

**3.2.2 初始分级** 以苗高和地径值分级, 苗木大体上可按“高大—矮小”的顺序排列。较高大的苗木, 应有较粗的地径。由于苗木的分化现象, 高而细、粗而矮的苗木是存在的, 但仅为少量, 因此对苗木质量的聚类就是对有序样本的聚类。经过简单的计算, 样苗可按“ $\sum_{\text{标}}^{\text{大}} - \sum_{\text{标}}^{\text{小}}$ ”由大到小排序( $\sum_{\text{标}}^{\text{大}} =$

$H_{\text{标}} + D_{\text{标}}$ , 即  $\sum_{\text{标}}$  为苗高和地径标准化值的和)。根据各样苗的  $\sum_{\text{标}}$  值, 在一维坐标上进行排序, 在小群距离较明显的地方, 将它们分为3级, 完成苗木的初始分级(表3)。

表2 云南红豆苗木样株的苗高及地径标准化值

Table 2 Standardized value of seedling height and basal diameter of *Ormosia yunnanensis* tested seedlings

序号	苗高	地径	序号	苗高	地径	序号	苗高	地径
1	0.50	0.38	18	0.78	0.52	35	0.75	0.29
2	0.50	0.57	19	0.63	0.38	36	0.75	0.43
3	0.69	0.57	20	0.44	0.24	37	0.56	0.62
4	0.41	0.57	21	0.94	0.67	38	0.56	0.52
5	0.47	0.52	22	0.13	0	39	0.31	0.38
6	0.38	0.57	23	0.97	0.81	40	0.75	0.62
7	0.63	0.33	24	0.75	1.00	41	0.50	0.33
8	0.72	0.52	25	0.59	0.43	42	0.44	0.14
9	0.66	0.52	26	0.88	0.67	43	1.00	0.76
10	0.56	0.67	27	0.31	0.33	44	0.88	0.33
11	0.84	0.86	28	0	0.24	45	0.63	0.43
12	0.44	0.29	29	0.59	0.43	46	0.44	0.57
13	0.56	0.43	30	0.59	0.81	47	0.63	0.62
14	0.44	0.48	31	0.75	0.43	48	0.55	0.43
15	0.56	0.52	32	0.34	0.43	49	0.44	0.19
16	0.34	0.33	33	0.50	0.33	50	0.19	0.05
17	0.59	0.33	34	0.44	0.52			

表3 云南红豆样苗的分级结果

Table 3 Grading result of *Ormosia yunnanensis* tested seedlings

分级	I 级苗样苗号	II 级苗样苗号	III 级苗样苗号
初始分级	23, 43, 24, 11 21, 26, 30, 40	18, 3, 47, 10, 8, 44, 36, 37, 31, 9, 38, 15, 2, 45, 35, 25, 29, 46, 19, 48, 13, 5, 4, 34, 7, 6, 14, 17, 1, 33, 41, 32, 12	39, 20, 16, 27, 49, 42, 28, 50, 22
修改分级	23, 43, 24, 11 21, 26, 30, 40	18, 3, 47, 10, 8, 44, 36, 37, 31, 9, 38, 15, 2, 45, 35, 25, 29, 46, 19, 48, 13, 5, 4, 34, 7, 6, 14, 17, 1, 33, 41	39, 20, 16, 27, 49, 42, 28, 50, 22, 32, 12

3.2.3 修改分级 由于初始分级是人为的, 避免不了错误, 因此, 必须利用数学公式进行修改以改正错误。其原理是按照初始分级结果, 分别计算各级苗高和地径标准化值的平均数, 并以此平均数作为该级的凝聚中心, 计算各样苗与相邻凝聚中心的距离  $d$ , 样苗距离那个凝聚中心的距离最近, 即判断为那I级(最短距离法)。每次修改后, 如有变化, 需按新的分级重新计算凝聚中心和距离。如此反复进行, 直到完全没有变化, 分级即结束。

开始分级修改时, 按照表3的初始分级, 将样苗的标准化值列入表4进行修改, 并分别计算各级苗高和地径的标准化值的平均值, 作为该级的凝聚中心。第1次修改时I, II, III级的凝聚中心分别记为  $x_1^1$  (0.84 0.75),  $x_{II}^1$  (0.58 0.46),  $x_{III}^1$  (0.29 0.21), 括号内的数据分别是该初级(初始分级)的苗高和地径标准化的平均值。进行第2次修改时记为  $x_1^2$ ,  $x_{II}^2$ ,  $x_{III}^2$ , 余类推。如第40号样苗苗高和地径标准化值分别为0.75和0.62, 与II级苗的距离  $d_{II} = \sqrt{(0.75-0.58)^2 + (0.62-0.46)^2} = 0.23$ , 大于它与I级苗的距离,  $d_1 = \sqrt{(0.75-0.84)^2 + (0.62-0.75)^2} = 0.16$ , 因而40号样苗应划为I级苗。第1次修改, I, II级苗临界处, 没有发生变化; II, III级苗临界处, 原II级苗中第12号和第32号2株样苗划归为第III级苗。利用第1次分级修改结果后计算所得的凝聚中心分别为  $x_1^2$

(0.84 0.75),  $x_{II}^2$  (0.59 0.47),  $x_{III}^2$  (0.31 0.24), 再次计算各样苗与凝聚中心的距离  $d$ 。经计算, 第2次修改后I, II级苗临界处和II, III级苗临界处, 均没有发生变化, 此时聚类分级结束。

表4 欧氏距离修改表

Table 4 Grading results revised by Euclidean Distance method

样苗号	标准化值		第1次修改			判别	第2次修改			判别		
	$H$	$D$	$x_1^1$ (0.84) 0.75	$x_{II}^1$ (0.58) 0.46	$x_{III}^1$ (0.29) 0.21		$x_1^2$ (0.84) 0.75	$x_{II}^2$ (0.59) 0.47	$x_{III}^2$ (0.31) 0.24			
							原级	变动	原级			
23	0.97	0.81										
⋮												
30	0.59	0.81	0.26	0.35		I	0.26	0.35		I		
40	0.75	0.62	0.16	0.23		I	0.16	0.22		I		
18	0.78	0.52	0.23	0.21		II	0.23	0.20		II		
3	0.69	0.57	0.23	0.16		II	0.23	0.14		II		
47	0.63	0.62	0.25	0.17		II	0.25	0.16		II		
⋮												
33	0.50	0.33		0.15	0.24	II		0.16	0.21	II		
12	0.44	0.29		0.22	0.17	II	III	0.23	0.14	III		
32	0.34	0.43		0.24	0.23	II	III	0.25	0.19	III		
39	0.31	0.38		0.28	0.17	III		0.29	0.14	III		
20	0.44	0.24		0.26	0.15	III		0.27	0.13	III		
16	0.34	0.33		0.27	0.13	III		0.29	0.09	III		

说明: ——代表初始分级, ——代表最终分级。

3.2.4 临界值的确定 逐步聚类分级的结果是各级苗木聚集在以该级最终凝聚中心为圆心, 以  $d$  为半径的圆内。过大的苗木在I级苗的上方, 过小的苗木则在II级苗的下方, 因此只要求出I级苗和II级苗的下限, 就可准确地确定各级别的界限。简便的计算方法是, 将最终修改分级的I级苗和II级苗凝聚中心绘在方格纸上, 求出半径  $d$ , 在图上即可读出I级苗和II级苗的下限值。I和II分别为I级和II级苗的最终凝聚中心,  $d_1$  和  $d_2$  分别为I级苗和II级苗的最终聚类圆半径,  $I_1$  和  $I_2$  分别为欲求的I级苗和II级苗的临界点。其中半径  $d = \sqrt{s_{H\text{标}}^2 + s_{D\text{标}}^2}$  ( $k = 1$ ,  $s_{H\text{标}}^2$ ,  $s_{D\text{标}}^2$  分别是苗高和地径的标准差)。文中I, II级苗的最终凝聚中心分别是  $x_1^2$  (0.84 0.75),  $x_{II}^2$  (0.59 0.47), 经计算  $d_1 = 0.18$ ,  $d_2 = 0.16$ , 在方格纸中可读出I级苗和II级苗的分级界限分别为  $I_1$  (0.71 0.63),  $I_2$  (0.46 0.37), 此即2级间的临界处相应的苗高、地径的标准化值, 把  $I_1$  和  $I_2$  代回公式  $z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i(\min)}}{x_{i(\min)} - x_{i(\max)}}$  中, 得出各级苗下限值: I级苗苗高  $> 15.4$  cm, 地径  $> 0.29$  cm; II级苗苗高  $11.4 \sim 15.4$  cm, 地径  $0.24 \sim 0.29$  cm。凡苗高和地径均达以上标准的, 即为合格苗, 其中一项不达标者, 则降一级。经以上分析, 苗木最终分级结果见表5。

## 4 结论

苗高和地径是反映苗木品质的最直观的指标。利用苗高和地径对云南红豆苗木进行逐步聚类分级, 其最终分级标准为I级苗苗高  $> 15.4$  cm, 地径  $> 0.29$  cm, II级苗苗高  $11.4 \sim 15.4$  cm, 地径  $0.24 \sim 0.29$  cm。同时壮苗还应具备生长充实, 枝叶繁茂, 色泽正常, 木质化程度高, 无病虫害, 无机械损伤, 饱满的顶芽等等。因各地立地条件的不同, 造成苗木质量的参差不齐, 应根据具体情况分析研究。以上分级标准仅供各地在进行云南红豆苗造林时作为参照。

表5 苗木分级结果

Table 5 Grading result of tested seedlings

I 级苗			II 级苗			III 级苗		
样苗号	苗高/cm	地径/cm	样苗号	苗高/cm	地径/cm	样苗号	苗高/cm	地径/cm
11	17.5	0.34	1	12.0	0.24	4	10.5	0.28
21	19.0	0.30	2	12.0	0.28	6	10.0	0.28
23	19.5	0.33	3	15.0	0.28	7	14.0	0.23
40	16.0	0.29	5	11.5	0.27	12	11.0	0.22
43	20.0	0.32	8	15.5	0.27	14	11.0	0.26
			9	14.5	0.27	16	9.5	0.23
			10	13.0	0.30	17	13.5	0.23
			13	13.0	0.25	20	11.0	0.21
			15	13.0	0.27	22	6.0	0.16
			18	16.5	0.27	24	16.0	0.23
			19	14.0	0.24	27	9.0	0.23
			25	13.5	0.25	28	4.0	0.21
			26	18.0	0.27	32	9.5	0.25
			29	13.5	0.25	34	11.0	0.27
			30	13.5	0.33	35	16.0	0.22
			31	16.0	0.25	39	9.0	0.24
			33	12.0	0.23	41	12.0	0.23
			36	16.0	0.25	42	11.0	0.19
			37	13.0	0.29	44	18.0	0.23
			38	13.0	0.27	46	11.0	0.28
			45	14.0	0.25	49	11.0	0.20
			47	14.4	0.29	50	7.0	0.17
			48	12.8	0.25			

## 参考文献:

- [1] 周凤林, 李玉媛, 史富强, 等. 印度紫檀苗木分级研究[J]. 西部林业科学, 2004, 33(2): 29—33.
- [2] 杨斌, 赵文书, 姜远标, 等. 思茅松容器苗苗木分级研究[J]. 西部林业科学, 2004, 33(1): 32—37.
- [3] 梁及芝, 何爱华, 余健康. 枫香苗期密度试验及苗木分级指标探讨[J]. 湖南林业科技, 1997, 24(1): 23—26.
- [4] 杨斌, 赵文书, 陈建文, 等. 西南桦容器苗苗木分级研究[J]. 云南林业科技, 2003, 32(2): 17—21.
- [5] 杨斌, 赵文书, 姜远标, 等. 思茅松造林苗木选择及施肥效应[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(4): 396—399.

Container seedling classification of *Ormosia yunnanensis*

SHI Fu-qiang, ZHOU Feng-lin

(The Tropical Forestry Institute, Yunnan Academy of Forestry, Jinghong 666102, Yunnan, China)

**Abstract:** The standard of container seedling of *Ormosia yunnanensis* is studied by using the methods of gradual clustering analysis. Seedling height and basal diameter are proposed as the main indexes of quality for seedling classification of the species. The container seedlings are classified into three grades. First grade container seedlings are with the height greater than 15.4 cm, the basal diameter greater than 0.29 cm. Those, the height between 11.4 cm and 15.4 cm, the basal diameter between 0.24 cm and 0.29 cm are classified as second grade. Those, with height lower than 11.4 cm and basal diameter lower than 0.24 cm are sorted into third grade. [Ch, 5 tab. 5 ref.]

**Key words:** silviculture; *Ormosia yunnanensis*; container seedling; seedling classification; gradual clustering analysis