

李 鹏,刘济明,欧国腾,等.大果木姜子苗木的评价及分级标准[J].江苏农业科学,2014,42(9):223-226.

大果木姜子苗木的评价及分级标准

李 鹏¹,刘济明¹,欧国腾²,颜 强¹,池 馨¹,高 攀¹

(1. 贵州大学林学院,贵州贵阳 550025; 2. 贵州省罗甸县林业局,贵州罗甸 550100)

摘要:对贵州省罗甸县培育的一年生大果木姜子播种苗进行随机抽样调查,采用主成分、“ $\bar{x} \pm s$ ”和逐步聚类分析法对其质量评价和苗木分级标准进行研究。结果表明:评定大果木姜子苗木质量应以地径(D)、苗高(H)、侧枝数、叶片数为主要指标,主根长、侧根数为重要指标,并辅以高径比作为辅助参考指标。提出了以苗高和地径作为该树种苗木分级的质量指标,并得出大果木姜子苗木的 3 级分级标准,即 I 级苗, $H > 93.3$ cm, $D > 0.809$ cm; II 级苗, 73.3 cm $\leq H \leq 93.3$ cm, 0.604 cm $\leq D \leq 0.809$ cm; III 级苗, $H < 73.3$ cm, $D < 0.604$ cm。

关键词:大果木姜子;主成分分析;聚类分析;苗木分级;苗木质量;评价指标

中图分类号: S567.1⁺90.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)09-0223-03

大果木姜子(*Cinnamomum migao* H. W. Li.)别称米搞,是樟科樟属植物,树高可达 25 m,主干发达,侧枝较细弱,树冠近球形,树皮粗糙茶褐色,具纵向裂纹,内层及断面棕红色,主要分布于云南、贵州和广西等省(区)^[1],垂直分布范围为海拔 300~1 000 m^[2]。大果木姜子干燥的种子可用于提取芳香油(工业上的重要原料)和作为中草药,以其为君药已经开发出一系列如米搞心乐滴丸、米搞精油滴丸等国家二、三类新药^[3]。大果木姜子是贵州近年来重点发展的民族特色药材,以贵州省罗甸县为主要原料基地的产业化布局已初步形成。目前,国内外对大果木姜子的基础研究还很缺乏,主要集中在化学成分分离与鉴定^[4-5]、化学成分的生物活性与药理特性^[6-7]、栽培技术^[8-9]与种质资源调查^[1,10]等方面,虽然取得了一些成绩,但产业化发展的科技基础依然薄弱,其中苗木综合评价及标准方面尚未见报道。苗木质量的优劣不仅影响造林的成活率、初期生长速度,还严重影响造林的生产力和种苗业的发展^[11-12]。因此,笔者通过对贵州省罗甸县大果木姜子繁育基地进行实地调查,对大果木姜子的苗木质量评定、等级进行研究,为贵州中药材产业发展及喀斯特区生态恢复提供一些理论依据。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况

试验地位于贵州省罗甸县逢亭镇逢亭村大果木姜子育苗基地。该基地地势平缓,平均海拔 435 m,基地气候属典型的亚热带季风性湿润气候,四季分明,冬暖夏凉,全年日照时数约 1 518 h,年均气温 19 ℃,无霜期 300~340 d,年降水量 1 150~1 300 mm,水热资源丰富。

收稿日期:2014-04-05

基金项目:贵州省林业厅重大项目(编号:黔林科合[2010]重大 04 号)。

作者简介:李 鹏(1987—),男,安徽宿州人,硕士研究生,从事野生植物资源保护与利用研究。E-mail:lp761410952@163.com。

通信作者:刘济明,博士,教授,主要从事植物生态学研究。E-mail:karst0623@163.com。

1.2 调查研究方法

1.2.1 调查方法 采用北京林业大学孙时轩教授提出的数理统计随机抽样法,先选比较密的 2 个标准样地进行比较,调查实际株数,求出极差,一般极差是标准差的 5 倍,据此计算标准差和变异系数。选择 3 个样地,按 1:100 的比例设置样方,样方面积 1 m² (1 m × 1 m),然后将这些样地均匀地分布在调查地上(一般样地比估计样地多 10%),统计每一样地的株数,分别调查苗高(H)、地径(D)、侧枝数、主根长、侧根数(大于 5 cm 的 I 级侧根数)和叶片数等形态学指标。

1.2.2 统计分析方法

1.2.2.1 苗木产量和质量的精度计算 平均值 $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$; 标准差 $s = \sqrt{[\sum x_i^2 - (\sum x_i/n)]/(n-1)}$; 标准误 $s_x = s/\sqrt{n}$; 精度 $P = 1 - s_x/\bar{x} \times 100\%$ 。

式中: x_i 为变数; n 为变数的个数; \bar{x} 为平均数。

1.2.2.2 苗木分级 在确定苗木等级时,由于各质量指标间密切相关,多个指标的信息往往是重叠的,因此有必要通过相关性与主成分分析提取既能反映苗木质量又易于测量和应用的、少数较直观的指标,以用于苗木质量评估。采用“ $\bar{x} \pm s$ ”进行苗木分级,各样方调查数据的平均标准差、各性状平均值是 II 级苗代表值,平均值减去 1 个标准差即是 III 级苗代表值,平均值加 1 个标准差即是 I 级苗分界值^[13-14]。同时,采用聚类分析法进行分级,最终选择较合适的方法确定苗木分级标准。

1.3 数据分析

由 Excel 2003 进行实测数据的初步整理,利用 SPSS 18.0 软件进行相关性分析、主成分分析和聚类分析,建立大果木姜子评价体系及苗木分级标准。

2 结果与分析

2.1 大果木姜子生长指标的相关分析

苗木质量评定时,不同生长指标之间往往具有重叠性而且相互交织^[15],因此有必要对苗木质量指标的共性进行研究,提取既能反映苗木质量又易于测量的指标。本研究采用皮尔逊相关系数法对大果木姜子的相关指标进行分析,并在 0.05 的置信水平下进行 Two-tailed 检验,得出相关系数矩阵

(表 1)。结果表明,地径、苗高与侧枝数、主根长、侧根数、叶片数呈极显著的正相关关系;高径比与地径、侧枝数呈极显著的负相关关系,与主根长、侧根数相关性较小。苗木各指标间都存在着或多或少的相关性,并非相互独立,它们不仅反映苗

木各器官之间相对均衡的生长作用,也说明评价苗木质量时可选较少的指标^[16];但每个指标所反映的苗木情况不尽相同,直接利用这些指标对大果木姜子苗木质量进行评价都是片面的,因此有必要采用主成分分析对其进行综合评价。

表 1 大果木姜子各指标间的相关关系

指标	相关系数						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
地径(x_1)	1.000						
苗高(x_2)	0.622 **	1.000					
侧枝数(x_3)	0.752 **	0.657 **	1.000				
主根长(x_4)	0.361 **	0.368 **	0.327 **	1.000			
侧根数(x_5)	0.288 **	0.272 **	0.200 **	0.327 **	1.000		
高径比(x_6)	-0.456 **	0.165 *	-0.222 **	-0.051	0.027	1.000	
叶片数(x_7)	0.791 **	0.632 **	0.910 **	0.291 **	0.171 *	-0.234 **	1.000

注: *、** 表示显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)相关。

2.2 大果木姜子生长指标的主成分分析

由于多变量之间都存在着相关性,为了使复杂的问题更加清晰,运用主成分分析^[17-18]将 7 个评价指标归纳为 7 个变量进行评价。采用 SPSS 18.0 统计分析软件对数据进行处理,KMO 值为 0.677,在 0.5~1.0 之间,经 Bartlett 检验得出相伴概率为 0.000<0.05,因此拒绝 Bartlett 检验的 0 假设,证明适合进行主成分分析。按累积贡献率>80%选取 3 个主分量,其累积贡献率为 83%(表 2),仅损失 17%的信息,可以较好地反映大果木姜子苗木质量状况,所以可根据贡献率得到各综合指标的相对重要值。由表 2 可见,第一主成分对地径、苗高、侧枝数、叶片数具有较高的载荷量,主要反映了苗木地上部分的生长状况,作为苗木质量水平的度量,能够反映苗木地上部分的综合指标;第二主成分对主根长、侧根数具有较高的载荷量,反映了地下部分的生长状况,能够反映苗木地下部分综合指标;第三主成分对高径比具有较高的载荷量,高径比能描述苗木个体的均衡度,具有辅助参考意义。

表 2 大果木姜子生长指标的主成分分析结果

指标变量	载荷量		
	第一主成分	第二主成分	第三主成分
x_1	0.807	0.271	-0.387
x_2	0.805	0.269	0.344
x_3	0.923	0.129	-0.124
x_4	0.255	0.730	-0.027
x_5	0.065	0.857	0.023
x_6	-0.127	0.006	0.972
x_7	0.931	0.088	-0.152
特征根	3.552	1.226	0.977
贡献率(%)	50.742	18.091	13.958
累计贡献率(%)	50.742	68.832	82.790

综上所述,评定大果木姜子苗木质量应以地径、苗高、侧枝数等地上部分为表型指标,结合主根长、侧根数等地下指标,并辅以高径比作为辅助参考指标,最终确定大果木姜子苗木质量综合评价模型如下: $y=0.507y_1+0.181y_2+0.140y_3$ 。式中: y 为大果木姜子苗木质量评价的综合得分; y_1 为以地径、苗高、侧枝数、叶片数作为主要指标的得分; y_2 为以主根长、侧根数作为重要指标的得分; y_3 为高径比作为辅助指标的得分。各个指标变量的权重分别对应各主成分的相应贡献

率,3 个主因子对苗木质量的影响力依次降低。

2.3 苗木等级划分结果

2.3.1 调查与统计结果 从大果木姜子苗木调查及统计结果(表 3、表 4)可以看出,苗木的平均高、平均地径精度均达到 95%以上,符合苗木产量、质量调查的精度要求。划分苗木等级选择指标时,既要考虑到有足够多的信息量,又要考虑在生产实践中的可操作性,因此本研究选择苗高与地径作为大果木姜子苗木分级的重要指标^[19-20]。

表 3 大果木姜子苗高、地径调查结果及精度检验结果

指标	平均值 (cm)	标准差 (cm)	标准误 (cm)	精度 (%)
苗高	83.30	20.000	1.414	98.3
地径	0.71	0.205	0.020	97.2

注:调查的大果木姜子苗均为一年生,样本数为 73 株/m²。

表 4 大木姜子相关生长指标分析结果

指标	平均值
样地数(个)	3.0
侧枝数(个)	5.5
主根长(cm)	20.0
侧根数(条)	7.7
叶片数(张)	123.7
高径比	117.3
海拔(m)	435.0

2.3.2 以“ $x\pm s$ ”划分苗木等级 按照生产实际需求,将苗木一般分为 3 个等级,其中Ⅰ、Ⅱ级苗为合格苗,可出圃上山造林,Ⅲ级苗由于苗高或地径达不到标准为不合格苗,应留圃继续培养。划分苗木标准时,优质的苗木应位于Ⅰ级苗的上方,劣质的苗木则在Ⅱ级苗的下方,因此只要求Ⅰ、Ⅱ级苗的下限,就可准确确定各级别的界限。样地调查所得数据分析结果表明,大果木姜子苗高、地径基本服从偏正态分布,适合采用“ $x\pm s$ ”划分苗木等级,即“ $x\pm s/2$ ”是划分Ⅱ级苗与Ⅰ、Ⅲ级苗的界线,确定苗木标准,最终大果木姜子苗木等级划分结果为:Ⅰ级苗, $H>93.3\text{ cm},D>0.809\text{ cm}$;Ⅱ级苗, $73.3\text{ cm}\leq H\leq 93.3\text{ cm},0.604\text{ cm}\leq D\leq 0.809\text{ cm}$;Ⅲ级苗, $H<73.3\text{ cm},D<0.604\text{ cm}$ 。由此可知,所调查的苗木中Ⅰ级、Ⅱ级苗

占 70%。

2.3.3 以聚类分析划分苗木等级 在罗甸县逢亭镇苗木调查样地中,随机抽取 2 个样地的 2 个样方,对其中 40 株苗木的地径和苗高进行聚类分析。本研究采用欧式距离公式定义苗木之间的距离来划分苗木等级。其中,欧式距离公式为:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (1)$$

因为本研究仅采用苗高和地径 2 个较直观的指标划分苗木标准,所以 $n=2$,公式(1)变为:

$$d_{ij} = \sqrt{(H_i - H_j)^2 + (D_i - D_j)^2} \quad (2)$$

为了使指标变量值能够在同一水平上进行比较分析,应先将所有数据进行标准化换算。转化公式如下:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - (x_i)_{\min}}{(x_i)_{\max} - (x_i)_{\min}} \quad (3)$$

式中: Z_{ij} 为标准化值; i 为分级质量指标因子苗高或地径, j 为所观测的样苗号(1,2,3,...,40); $(x_i)_{\min}$ 、 $(x_i)_{\max}$ 为所观测的总样本中的相应分级质量指标因子的最小值、最大值。用公式(3)将 40 株幼苗的苗高和地径进行标准化转化,结果如表 6 所示。

逐步聚类划分苗木标准时,最终的分级结果是以不同的级最终凝聚中心为圆心,以其 d 为半径的圆内。优质的苗木应该位于 I 级苗的上方,劣质的苗木则位于 II 级苗的下方,因此找出 I、II 级苗的下限,就可准确地划分各级别的界限^[16,18],其中半径公式为 $d = \sqrt{Ks_{H\text{标}}^2 + s_{D\text{标}}^2}$,式中 $K=1$; $s_{H\text{标}}^2$ 、 $s_{D\text{标}}^2$ 分别是苗高和地径标准化值的标准差的平方。经计算, I、II 级苗的凝聚中心和半径分别为 x_1^2 (0.63,0.88)、 $d_I = 0.23$, x_{II}^2 (0.44,0.67)、 $d_{II} = 0.20$ 。最终确定大果木姜子的 I、II 级苗的分级界限为 I_1 (0.41,0.76)、 II_2 (0.25,0.55),即 I 级苗与 II 级苗、II 级与 III 级间临界处的地径、苗高的标准化值,把 I_1 、 II_2 代入公式(3),得出大果木姜子苗木分级结果如下: I 级苗木, $D \geq 0.646$ cm, $H \geq 89.6$ cm; II 级苗木, $D \geq 0.515$ cm, $H \geq 69.8$ cm。

3 结论与讨论

对罗甸县逢亭镇一年生大果木姜子苗木进行调查,利用主成分分析对该调查结果进行综合评价,主要得出如下结论: 评定大果木姜子苗木质量应以地径、苗高、侧枝数、叶片数(y_1)为主要指标,根长、侧根数为重要指标(y_2),并辅以高径比(y_3)作为辅助参考指标。最终确定大果木姜子苗木质量综合评价模型: $y = 0.507y_1 + 0.181y_2 + 0.140y_3$ 。这可为大果木姜子主产区罗甸县各苗木生产单位有效育苗提供科学依据,也为实现植树造林良种壮苗奠定基础。

苗高、地径是反映苗木质量的最直观指标,同时考虑到在生产实践中的可操作性,所以选取苗高和地径为分级标准对其进行苗木分级。针对本研究采用的 2 种苗木分级方法,最终采用“ $\bar{x} \pm s/2$ ”制定大果木姜子苗木标准为: I 级苗, $H > 93.3$ cm, $D > 0.809$ cm; II 级苗, 73.3 cm $\leq H \leq 93.3$ cm, 0.604 cm $\leq D \leq 0.809$ cm; III 级苗, $H < 73.3$ cm, $D < 0.604$ cm。但由于苗木个体地径、苗高只达到一般生长相关,采用“ $\bar{x} \pm s/2$ ”划分苗木标准时,难免遇到地径、苗高不在同一级的现象,这时如果有一个指标未达到分级标准,则级别就往

表 6 大果木姜子相关指标标准化值及分级结果

样株号	地径 (cm)	苗高 (cm)	标准化地径	标准化苗高	分级结果
1	0.700	95.2	0.48	0.82	I
6	1.120	95.6	0.99	0.82	I
16	0.884	96.5	0.70	0.83	I
21	0.710	92.1	0.49	0.79	I
22	0.890	98.2	0.71	0.85	I
23	1.130	107.8	1.00	0.95	I
24	1.090	110.6	0.95	0.98	I
26	0.720	101.3	0.50	0.88	I
28	0.614	90.03	0.37	0.76	I
29	0.952	112.1	0.78	1.00	I
30	0.618	110.6	0.38	0.98	I
31	0.810	102.5	0.61	0.90	I
32	0.608	93.2	0.36	0.80	I
33	0.912	98.3	0.73	0.85	I
34	0.648	100.4	0.41	0.88	I
37	0.810	105.4	0.61	0.93	I
2	0.740	81.2	0.52	0.67	II
3	0.796	86.3	0.59	0.73	II
5	0.618	69.4	0.38	0.55	II
14	0.550	73.6	0.29	0.59	II
15	0.994	86.8	0.83	0.73	II
17	0.778	83.4	0.57	0.69	II
18	0.400	73.2	0.11	0.59	II
19	0.600	83.1	0.35	0.69	II
25	0.790	86.8	0.59	0.73	II
27	0.540	81.3	0.28	0.67	II
35	0.700	76.8	0.48	0.62	II
36	0.700	85.6	0.48	0.72	II
38	0.512	82.9	0.25	0.69	II
4	0.500	52.7	0.23	0.37	III
7	0.472	59.0	0.20	0.43	III
8	0.442	64.0	0.16	0.49	III
9	0.410	38.4	0.12	0.22	III
10	0.310	27.2	0	0.10	III
11	0.310	29.3	0	0.12	III
12	0.550	61.2	0.29	0.46	III
13	0.500	37.6	0.23	0.21	III
20	0.540	53.0	0.28	0.37	III
39	0.380	49.8	0.09	0.34	III
40	0.440	18.2	0.16	0	III

下降 1 级。

除苗高、地径评定指标外,优质苗还应具备生长充实、色泽正常、木质化程度高、无病虫害等条件。在制定地方标准时,由于各育苗地立地条件、管理水平不同,苗木质量可能存在差异,各县(市、区)可通过分级造林试验,适当增加一些分级指标,进一步修改苗木等级标准,此分级标准仅供参考。

参考文献:

[1] 李永康. 贵州植物志[M]. 贵阳:贵州人民出版社,1986:75.
[2] 赵山,李鸿玉,邱德文,等. 大果木姜子资源,生态调查——贵州、桂北及湘黔桂接壤区[J]. 贵阳中医学院学报,1991(3):59-61,35.

姚芳,刘靖,褚洁明,等. 无硝肉脯发色技术[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):226-231.

无硝肉脯发色技术

姚芳¹, 刘靖¹, 褚洁明², 张静¹, 赵瑞靖²

(1. 江苏农牧科技职业学院/江苏省畜产品深加工及安全技术工程研究开发中心, 江苏泰州 225300;

2. 靖江双鱼食品有限公司, 江苏靖江 214500)

摘要:采用蔗糖水解液与肉脯中蛋白质发生美拉德反应的产物替代亚硝酸钠在肉脯中发色,并应用响应面分析法对发色工艺进行优化,以期在无硝肉脯的生产提供指导。选用糖水比、水解温度、水解时间和蔗糖水解液添加量 4 个反应因素,以发色效果红度 a^* 为响应指标,在单因素工艺试验的基础上,通过 4 因素 3 水平的 Box-Behnken 响应面分析法优化无硝肉脯的发色工艺。结果表明,最佳的无硝肉脯发色工艺为糖水比 2.67 g : 1 mL,水解温度 179 ℃,水解时间 46 min,蔗糖水解液添加量 15.3 mg/g,在此条件下,肉脯的红度 a^* 为 17.84,与模型的预测值 17.85 基本一致。

关键词:肉脯;无硝;发色;响应面;水解

中图分类号: TS251.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)09-0226-06

猪肉脯是猪肉经切片、调味、腌制、摊筛、烘干、烤制等工艺制成的干熟、薄片形的一种肉制品,是我国的传统美食^[1],其色泽棕红,具有蛋白质含量高、芳香浓郁、余味无穷等特点。肉制品的表观色泽是影响消费者购买行为的主要因素^[2],我国长期以来一直使用亚硝酸钠作为肉脯制品的发色剂,但亚硝酸钠有严重的毒副作用,它能使血红蛋白转变为高铁血红蛋白而失去输氧能力,而且亚硝酸钠长期积蓄在体内很易形

成强致癌物亚硝胺。世界各国对食品中亚硝酸盐的安全问题非常重视,在没有理想的替代品之前,一直将其用量限制在最低水平。GB 2760—2011《食品添加剂使用标准》规定熟肉干制品不得添加亚硝酸盐,这给肉脯行业的发展带来了极大的挑战,因此研究一种新型干肉制品无硝发色技术以替代亚硝酸盐发色技术已成为肉脯行业亟待解决的难题。目前已有的肉制品无硝发色技术有一氧化碳发色^[3]、亚硝基血红蛋白发色^[4]、组氨酸发色^[5]、红曲色素发色^[6]、乙基麦芽酚和柠檬酸铁发色^[7]、番茄红素发色^[8]等,存在不适用于肉脯制品或者色泽不稳定、高温易分解、风味不好等问题。Kato 等研究发现,在蛋白质变性温度下加热含蛋白质和糖的溶液,可发生美拉德反应,并且所形成的聚合物具有良好的色泽、热稳定性、乳化性和抗氧化性^[9-10]。本研究利用蔗糖水解液与肉脯中蛋白质发生美拉德反应的产物替代亚硝酸钠在肉脯中发色,以提高肉脯的色泽和风味,避免亚硝胺致癌物质的产生,从而

收稿日期:2013-11-04

基金项目:江苏省高校科研成果产业化推进项目(编号:JHB2011-81);江苏省“青蓝工程”人才基金(编号:苏教师[2012]39号);江苏农牧科技职业学院院级重点项目(编号:ZD1206)。

作者简介:姚芳(1980—),女,四川仪陇人,硕士,讲师,研究方向为食品加工与贮藏。E-mail:46268809@qq.com。

通信作者:刘靖,博士,教授,研究方向为食品加工与贮藏。E-mail:460318854@qq.com。

[3]赵立春,邱明华,邱德文. 超临界 CO₂ 萃取苗药大果木姜子果实挥发油化学成分研究[J]. 环球中医药,2009,6(6):442-444.

[4]李天祥,朱静,曾祥钦,等. 分子蒸馏分离超临界 CO₂ 萃取的米槁精油及其成分分析[J]. 精细化工,2007,24(10):984-987.

[5]武孔云,徐必学,梁光义,等. 不同贮藏时间对米槁药材有效成分影响的比较研究[J]. 时珍国医国药,2012,23(9):2323-2325.

[6]孙学惠,隋艳华,邱德文. 大果木姜子油对猫急性实验性心肌梗死的保护作用[J]. 中国药理学杂志,1995,30(6):341-344.

[7]桑维钧,李小霞,吴文辉,等. 几种杀菌剂对米槁炭疽病菌的室内抑制试验[J]. 青岛农业大学学报:自然科学版,2007,24(1):12-13,16.

[8]江兴龙,潘俊锋,何茂琦. 贵州米槁的栽培与病虫害防治技术[J]. 林业调查规划,2005,30(4):104-108.

[9]曾令祥,袁洁,李德友,等. 米槁病虫害种类调查及综合防治[J]. 贵州农业科学,2006,34(1):78-79.

[10]张小波,周涛,郭兰萍,等. 苗药大果木姜子挥发油成分变化及其地理分布[J]. 生态学报,2011,31(18):5299-5306.

[11]窦全琴,仲磊,张敏,等. 榉树苗木质量分级研究[J]. 江苏林业科技,2009,36(1):1-4,14.

[12]李国雷,刘勇,祝燕,等. 国外苗木质量研究进展[J]. 世界林业研究,2011,24(2):27-35.

[13]陈晓波,王继志,叶燕萍,等. 蒙古栎苗木分级标准的研究[J]. 北华大学学报:自然科学版,2002,3(3):251-254.

[14]王俊,胡庭兴,冯德宾,等. 凉山州主要造林树种苗木分级标准研究[J]. 四川农业大学学报,2007,25(4):498-501.

[15]刘勇. 我国苗木培育理论与技术进展[J]. 世界林业研究,2000,13(5):43-49.

[16]杨斌,周凤林,史富强,等. 铁力木苗木分级研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(1):85-89.

[17]鲁敏,姜凤岐,宋轩. 容器苗质量评定指标的研究[J]. 应用生态学报,2002,13(6):763-765.

[18]唐小燕,袁位高,沈爱华,等. 闽楠容器苗评价指标及分级标准研究[J]. 浙江林业科技,2011,31(6):39-44.

[19]方炜. 福建省木荷苗木标准的研究[J]. 福建林业科技,1998,25(2):78-81.

[20]毕波,刘云彩,周筑,等. 连香树和榉树容器苗木苗木分级标准研究[J]. 西南林学院学报,2010,30(2):16-20,24.