

高油脂乌桕优良单株选择及苗期试验

黄 勇

(福建省林业科学研究院 福建 福州 350012)

摘要: 优树选择是林木遗传改良的非常重要的手段,通过福建省高油脂乌桕优良单株的优择及苗期试验,结果显示:对福建省 305 株候选优树进行测产评定,第一年初选出 114 株产量达标的优树,第二年初选出产量达标的优树有 26 株,综合产果量及含油率两个性状指标,共有 12 棵优良单株入选;对 114 株初选优树进行一年生苗木子代测定,共 11 棵优树家系入选,利用综合选择指数对亲代优树进行分类,可将入选的 12 棵优树分成 4 大类。

关键词: 高油脂; 乌桕; 单株选择; 苗期试验

中图分类号: Q949.753.5 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)05-0954-06

The Selection of High Oil *Sapium sebiferum* and Its Seedling Test

HUANG Yong

(Fujian Academy of Forestry , Fuzhou 350012 ,China)

Abstract: Selection of superior tree is an very important means of tree genetic improvement ,through selection of high oil *Sapium sebiferum* and its seedling test ,the yield estimation 305 candidate trees was implemented in Fujian Province ,the yield of 114 reached the standard in the first year and that of 26 in second year. 12 superior individual trees were selected according to seed yield and oil ratio. 11 superior families were selected. 12 superior trees could be divided into 4 groups by comprehensive selection index.

Key words: high oil; *Sapium sebiferum*; individual selection; seeding test

乌桕 [*Sapium sebiferum* (Linn) Roxb.] 俗名木梓 ,为大戟科 (Euphorbiaceae) 乌桕属 (*Sapium* P. Br.) 落叶乔木^[1]。乌桕油脂是用途广的工业原料 ,也是我国传统的出口物资。由于乌桕产油脂高、油脂利用价值高 ,日本人将它誉为绿色原子弹、美国人称它为理想的再生能源 ,并预言它将成为世界性作物^[2]。乌桕适应区域辽阔 ,黄河以南各省均有分布 ,同时也是福建省优良乡土树种和油料能源树种 ,具有种子产量、含油率高及适应性强等优点 ,适合于非规划林地造林^[3]。乌桕是两种基因型间的异花授粉植物 ,长期为反复相互异花授粉 ,使当今自然分布和栽培植株都是杂种 ,有性繁殖不能充分固定和利用杂种优势 ,而且乌桕是世代长又容易无性繁殖的树种 ,因此要培育高产优质的乌桕良种 ,只宜选择育种^[2,4]。优树选择是乌桕良种选育的前提和基础 ,乌桕优树选择根据育种目标也有所不同 ,王晓光等^[5]运用层次分析法 ,建立了乌桕优树综合评价体系。周俊新等^[6]采取投影寻踪技术 ,建立综合评分法优选指标体系 ,进行乌桕多性状进行综合选择。长期以来 ,乌桕在福建省呈野生及半野生状态 ,除道路两侧是人为种植以外 ,其它地方均是野生或半野生的 ,呈自生自灭状态 ,基本上未经人工选育 ,所以品

收稿日期:2012-03-13 修回日期:2012-05-18

基金项目:福建省科技厅重点项目(2007N0022)、国家林业局南方山地用材林培育重点实验室和福建省森林培育与林产品加工利用重点实验室共同资助

作者简介:黄勇(1971—)男,高级工程师,博士,主要从事经济林良种选育方面的研究 E-mail: huangyfujian@163.com。

米结果量来衡量它的生产能力,以每平方米结实量两年平均达到 0.7 kg 为限,以此标准来选择优良单株。根据单位面积产量 2007—2009 年期间进行测产,2007 年在踏查的基础上,选择了 305 株产量高乌柏进行测产,初选达标的 114 株作为优树候选树,2008 及 2009 年进行跟踪,两年平均产量达标的有 26 株(表 1)入选单株产量最高为 93 号,产量为 1.154 kg/m²,最低为 78 号,产量为 0.702 kg/m²,其余为 0.712 ~ 1.143 kg/m²。26 株产量达标的候选优树,其平均单位面积产量高达 0.874 kg/m²。

表 1 入选单株含油率及单位面积产量

Tab. 1 Oil rate and yield per unit area of selected plants

| 入选单株 Selected plants | 含油率/% Oil rate | 单位面积产量/ (kg · m ⁻²) Yield per unit area | 入选单株 Selected plants | 含油率/% Oil rate | 单位面积产量/ (kg · m ⁻²) Yield per unit area |
|-------------------------|-------------------|---|-------------------------|-------------------|---|
| 1 号* | 30.00 | 0.723 | 49 号 | 33.30 | 0.641 |
| 2 号 | 30.70 | 0.567 | 50 号* | 35.35 | 0.751 |
| 3 号 | 32.55 | 0.663 | 51 号 | 32.45 | 0.660 |
| 5 号 | 23.60 | 0.895 | 55 号 | 36.20 | 0.351 |
| 6 号 | 31.50 | 0.607 | 56 号 | 31.58 | 0.330 |
| 8 号 | 40.95 | 0.416 | 57 号* | 33.10 | 0.739 |
| 9 号 | 34.80 | 0.550 | 58 号 | 31.85 | 0.544 |
| 10 号 | 30.55 | 0.677 | 61 号* | 30.65 | 0.852 |
| 11 号 | 32.45 | 0.605 | 62 号 | 32.90 | 0.682 |
| 12 号* | 35.80 | 0.755 | 64 号 | 33.90 | 0.623 |
| 13 号 | 32.10 | 0.584 | 65 号 | 28.80 | 0.913 |
| 18 号 | 30.15 | 0.496 | 66 号 | 32.10 | 0.470 |
| 21 号 | 28.90 | 1.056 | 72 号 | 30.85 | 0.429 |
| 25 号 | 25.90 | 0.884 | 74 号 | 28.47 | 0.773 |
| 26 号 | 26.00 | 0.946 | 78 号 | 28.00 | 0.702 |
| 28 号 | 30.30 | 0.688 | 79 号 | 29.30 | 0.879 |
| 34 号 | 26.50 | 1.112 | 81 号 | 32.30 | 0.368 |
| 35 号* | 31.85 | 0.788 | 82 号 | 30.60 | 0.322 |
| 36 号* | 31.10 | 0.712 | 83 号 | 27.60 | 0.833 |
| 39 号 | 29.50 | 0.867 | 86 号* | 32.25 | 1.143 |
| 40 号 | 33.30 | 0.550 | 87 号* | 33.05 | 0.800 |
| 41 号 | 31.95 | 0.685 | 90 号 | 23.80 | 0.784 |
| 42 号 | 32.15 | 0.470 | 92 号* | 31.55 | 1.000 |
| 43 号 | 32.80 | 0.331 | 93 号* | 32.05 | 1.154 |
| 44 号 | 29.40 | 0.936 | 94 号 | 32.80 | 0.497 |
| 45 号 | 33.10 | 0.250 | 96 号 | 25.50 | 0.808 |
| 46 号 | 31.05 | 0.386 | 109 号 | 37.25 | 0.558 |
| 47 号 | 34.80 | 0.693 | 112 号 | 32.30 | 0.689 |
| 48 号 | 33.95 | 0.337 | 113 号* | 33.65 | 0.924 |

* 表示产量及含油率均达标的优树。

* represented the plus tree which reached the standard on oil rate and yield per unit area.

2.1.2 高含油率优树选择 根据含油量达到 30% 作为高含油率指标,本次调查入围高油率优树株数共为 45 株(表 1),平均含油率达到 32.58%,含油率最高为 8 号,高达 40.95%,其次为 109 号,达到 37.25%,其余含油率达到的入选单株,其含油率均在 30% ~ 37.25%。

2.1.3 乌桕优树综合选择 本次乌桕优树综合了单位面积产果量及含油率(梓油)这个性状指标,产量以每平方米产果量 0.7 kg 为限,而含油率须大于 30% 为标准,入选优树必须同时达到这两个性状指标要求。在入围产量标准的 26 棵单株和入围的高含油率 45 棵单株当中,两个性状指标同时达标的乌桕定为本次研究的综合性状入选优树。根据这一优树选法(表 3),共有 12 棵单株入选,它们是 1、12、35、36、50、57、61、86、87、92、93 及 113 号。8 号单株虽然含油率高达 40.95%,但由于单位面积产量仅为 0.416 kg/m²,只能淘汰。

2.2 乌桕家系试验

2.2.1 乌桕家系遗传变异及家系选择 (1) 乌桕不同家系遗传变异。对初选的 114 个家系进行每木调查,由表 2 可知,乌桕 3 个性状都存在丰富的遗传变异,苗高变异系数最大,99% 置信区间为 1.074 6 ~ 1.176 5 m; 胸径变异系数最小,99% 置信区间 1.969 1 ~ 2.186 2 m。

(2) 乌桕不同家系生长方差及遗传力分析。苗高、胸径及苗冠不同家系方差分析结果表明,不同家系间均存在显著性的差异,说明不同家系间存在遗传差异,它们受到一定程度的遗传控制,对其进行选择,将获得一定的遗传增益。从表 3 所示 3 个生长性状的遗传力分析结果来看,胸径最大,为 0.597 6; 冠幅最小,为 0.340 8。因此可以用苗高和胸径作为优良家系选择的两个主要指标。

(3) 乌桕子代不同生长性状相关分析。通过对乌桕各生长性状相关分析,结果发现苗高、地径及苗冠 3 个性状之间存在明显的相关关系,表明对其中的一个性状进行选择,必然对其它性状产生显著的影响。

表 2 乌桕不同家系遗传变异

Tab. 2 The genetic variation of different *Sapium sebiferum* family

| 生长性状 Growth traits | 平均值/m Average | 标准差/m Standard deviation | 变异系数 Coefficient of variation | 标准误 Standard error | 99% 置信区间 99% confidence interval | |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------|
| 高 Height | 1.155 8 | 0.783 5 | 0.677 9 | 0.034 9 | 1.074 6 | 1.176 5 |
| 地径 Ground diameter | 2.073 4 | 0.939 9 | 0.453 3 | 0.042 2 | 1.969 1 | 2.186 2 |
| 冠幅 Crown width | 0.725 8 | 0.341 0 | 0.469 8 | 0.015 7 | 0.693 0 | 0.763 6 |

表 3 乌桕不同家系生长方差及遗传力分析

Tab. 3 The growth variance and heritability analysis of different *Sapium sebiferum* family

| 生长性状 Growth traits | 均方 Mean square | F 值 F value | 误差 Error | P 值 P value | 遗传力 Heritability |
|-----------------------|-------------------|-------------|-------------|----------------|---------------------|
| 苗高 Height | 0.286 6 | 1.802 0 | 0.159 0 | 0.000 2 | 0.445 1 |
| 地径 Ground diameter | 0.230 2 | 2.405 0 | 0.095 7 | 0.000 1 | 0.597 6 |
| 冠幅 Crown width | 1.246 0 | 1.517 0 | 0.821 6 | 0.006 9 | 0.340 8 |

(4) 乌桕优良家系早期选择及平均遗传增益。开展优树苗期子代测定,目的是掌握各性状的遗传变异特点,从中选择优良家系和个体,供育种和生产使用^[16-18]。从乌桕相关及遗传力分析可看出,苗高、地径及苗冠显著相关,苗高和地径的遗传力最高,故以苗高和地径的遗传增益作为主要的选择指标,兼顾苗冠遗传增益来选择优良家系。

由于只是通过 1 年生苗期试验的早期选择,本次试验提高了入选率,入选率达 38%,初步筛选出的 30 个优良家系,入选率为 38%,它们表现出较明显的速生性,选择效果较明显,入选 30 个优良家系的平均苗高达到 1.345 m,平均地径为 2.391 cm,平均苗冠为 0.876 m; 分别比参试家系总体平均值高 14.07%、13.28% 及 17.15%。3 个性状平均增益达到 6.96%,其中苗高平均增益为 5.74%,地径平均增益为 8.38%,冠幅平均增益为 6.76%。

76、44、35 及 79 号平均遗传增益分位于前 4 位,它们的平均遗传增益分别高达 17.45%、15.98%、13.85% 及 13.90%,表现出非常明显的速生性。入选的 30 个家系苗高、地径及苗冠平均变异系数分别为 24.77%、32.36% 及 31.95%,变异程度较高,为选良家系的选择打下良好的基础。

通过高含油率及高产量筛选出 12 棵优树,经一年生子代测定,共 11 棵优树家系入选,只有 61 号优树家系没有入选 30 个初选家系。

表 4 乌桕优良家系选择及遗传增益
Tab. 4 Excellent family selection and genetic gain of *Sapium sebiferum*

| 名次 Rank | 家系 Family | 苗高 Height | 地径 Ground diameter | 冠幅 Crown width | 平均 Mean |
|-----------------------------|--------------|--------------|-----------------------|-------------------|------------|
| 1 | 76 | 15.57 | 19.21 | 17.57 | 17.45 |
| 2 | 44 | 11.33 | 24.91 | 11.70 | 15.98 |
| 3 | 35 | 10.56 | 15.75 | 15.22 | 13.85 |
| 4 | 79 | 8.85 | 19.30 | 13.55 | 13.90 |
| 5 | 49 | 10.37 | 10.85 | 11.11 | 10.78 |
| 6 | 24 | 7.48 | 15.18 | 12.88 | 11.84 |
| 7 | 50 | 10.94 | 1.34 | 10.53 | 7.64 |
| 8 | 53 | 7.54 | 12.30 | 6.30 | 8.71 |
| 9 | 89 | 7.48 | 5.09 | 10.82 | 7.80 |
| 10 | 113 | 7.75 | 9.00 | 4.49 | 7.08 |
| 11 | 12 | 13.26 | 3.07 | 9.59 | 8.64 |
| 12 | 104 | 8.76 | 3.17 | 10.53 | 7.49 |
| 13 | 36 | 13.26 | 0.77 | -5.32 | 2.90 |
| 14 | 64 | 0.71 | 11.81 | 13.62 | 8.71 |
| 15 | 52 | 9.40 | 2.69 | 4.66 | 5.58 |
| 16 | 57 | 5.87 | 7.01 | 1.04 | 4.64 |
| 17 | 42 | 4.35 | 9.09 | 10.26 | 7.90 |
| 18 | 87 | 6.03 | 13.74 | 5.93 | 8.57 |
| 19 | 95 | 3.80 | 16.23 | 5.19 | 8.41 |
| 20 | 93 | 3.63 | 6.53 | 16.98 | 9.05 |
| 21 | 26 | 2.98 | 7.48 | 4.27 | 4.91 |
| 22 | 86 | -1.16 | 13.98 | -2.49 | 3.44 |
| 23 | 92 | -1.57 | 7.25 | 13.58 | 6.42 |
| 24 | 23 | 2.38 | 8.69 | -0.18 | 3.63 |
| 25 | 73 | 0.65 | 6.91 | 4.21 | 3.92 |
| 26 | 19 | 2.14 | 5.29 | -6.91 | 0.17 |
| 27 | 1 | 0.33 | 5.71 | -1.88 | 1.38 |
| 28 | 65 | 0.20 | 2.50 | 6.90 | 1.11 |
| 29 | 33 | -1.46 | -2.12 | 1.07 | 1.25 |
| 30 | 39 | 0.74 | -11.48 | -2.39 | -4.38 |
| 平均遗传增益 Mean genetic gain | | 5.74 | 8.38 | 6.76 | 6.96 |

(5) 子代树体性状回归分析。用乌桕子代树高与地径进行回归分析,分别用多项式、logistic、对数函数、线性模型、负指数函数、指数函数、韦布尔函数、乘幂及移动平均等方程进行拟合,发现用乘幂方程拟合效果最好,显著水平 P 达 0.045 2,因此乌桕子代树高与胸径回归方程为: $y = 2.1156x^{0.082762}$; 以冠幅 Y 为因变量,树高 x_1 和胸径 x_2 为自变量进行线性回归,回归方程为 $y = 0.543048590 + 0.10108484740x_1 + 0.03228557852x_2$, P 值为 0.003 6,达到显著水平。

(6) 亲子代相关性状分析。乌桕亲子代典型变量的构成:

$$U_1 = 0.3003x_1 + 1.1670x_2 - 0.6571x_3 - 0.9588x_4 + 0.7480x_5 - 0.4857x_6 - 0.1087x_7 \quad (1)$$

$$V_1 = 0.5921y_1 + 1.5472y_2 - 0.8149y_3 \quad (2)$$

由表 5 所示,可知,乌桕亲子代性状所组成的相关关系中,只有第一个较大且呈显著相关。分析第一对典型变量的构成, U_1 中 x_2 (种子纵径)、 x_4 (种子侧径)、 X_5 (树高)的权重系数较大, V_1 中 y_2 (地径)的权重系数明显高于其他两个性状 y_1 (苗高)和 y_3 (苗冠)。

表 5 乌桕典型相关分析及卡方检验
Tab.5 Canonical correlation analysis and X^2 test of *Sapium sebiferum*

| | | 第一组变量 The first variable | 第二组变量 The second variable | 第三组变量 The third variable |
|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 相关系数 Correlation coefficient | | 0.502 6 | 0.231 1 | 0.211 9 |
| 卡方值 X^2 Chi - square value X^2 | | 35.089 5 | 9.025 1 | 4.112 5 |
| 显著水平 Significant level | | 0.027 6 | 0.700 8 | 0.533 3 |
| Wilk' s | | 0.675 7 | 0.904 1 | 0.955 1 |
| 特征向量 Eigenvector | 亲代性状 Parental traits | X_1 千粒重 1000 - grain weight | 0.300 3 | 0.334 0 |
| | | X_2 种子纵径 seed vertical diameter | 1.167 0 | 0.002 1 |
| | | X_3 种子横径 seed vertical diameter | -0.657 1 | 0.671 2 |
| | | X_4 种子侧径 Seed side diameter | -0.958 8 | -0.209 4 |
| | | X_5 树高 Tree height | 0.748 0 | 1.031 1 |
| | | X_6 胸径 DBH | -0.485 7 | -0.413 1 |
| | | X_7 冠幅 Crown width | -0.108 7 | -0.012 2 |
| | 苗期性状 Seedling traits | y_1 苗高 Seedling height | 0.592 1 | 1.001 2 |
| | | y_2 地径 Ground diameter | 1.547 2 | -0.676 7 |
| | | y_3 苗冠 Seedling crown width | -0.814 9 | 0.293 8 |
| | | | | -0.117 5 |

* 表示达到 0.05 显著水平。

* was to reach 0.05 significant level.

利用综合选择指数对亲代优树进行分类。综合以上的分析,构造综合选择指数为: $I = 0.592 1y_1 + 1.547 2y_2 - 0.814 9y_3$, y 为子代生长性状,用聚类分析方法,对入选的 12 棵优树进行分类,将优树分为 4 类,见表 6。

表 6 乌桕优树分类表
Tab.6 Classification table of *Sapium sebiferum* plus tree

| | Category I | Category II | Category III | Category IV |
|------------------------|------------|-------------|----------------|-------------|
| 评价 Evaluation | 优 | 良 | 中等 | 较差 |
| 数量 Number | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 优树代号 Code of elitetree | 35 ,87 | 113 ,86 ,93 | 50 ,12 ,57 ,92 | 1 ,36 ,61 |

3 结论与讨论

本次研究中,乌桕优树选择是以提供生物柴油原料林为目地,因而选择高产和高梓油率两个性状指标作为定向选育的主要目标,经过两年的测产,平均产量均达标的乌桕单株有 26 株;以含油量达到 30% 作为高含油率指标,本次调查入围高油率优树共为 45 株;综合产果量及含油率(梓油)这个性状指标,共有 12 棵优良单株入选。有些优良单株虽然综合指标未达到标准,但却在产量或含油率的单一性状方面表现较为突出,也可作为优良特异种质性状加以收集。优良家系选择是一项非常重要的基础工作,通过高含油率及高产量筛选出 12 棵优树,经一年生子代测定,共 11 棵优树家系入选,只有 61 号优树家系没有入选 30 个初选家系,总体表现良好。

参考文献:

[1]张克迪. 中国乌桕[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
 [2]金代钧, 黄惠坤, 唐润琴, 等. 中国乌桕品种资源的调查研究[J]. 广西植物, 1998, 17(4): 345 - 362.
 [3]周俊新, 李宝银. 乌桕综合评分法选优性状指标体系[J]. 福建林学院学报, 2010, 30(3): 237 - 241.

(下转第 975 页)

参考文献:

- [1]江泽慧. 加速推进我国竹产业发展[J]. 绿色中国 2002(1): 9-12.
- [2]张齐生. 竹类资源加工及其利用前景无限[J]. 中国林业产业 2007(3): 23-24.
- [3]辉朝茂 郝吉明 杨宇明. 关于中国竹浆产业和纸浆竹林基地建设的探讨[J]. 中国造纸学报 2003, 18(1): 152-156.
- [4]中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第九卷第一分册) [M]. 北京: 科学出版社, 1996: 107-152.
- [5]马灵飞 韩红 马乃训. 部分散生竹材纤维形态及主要理化性能[J]. 浙江林学院学报, 1993, 10(4): 361-367.
- [6]刘力 俞友明 郭建忠. 竹材化学与利用[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2006: 18-24.
- [7]屈维钧. 制浆造纸实验[M]. 北京: 轻工业出版社, 1990: 12-63.
- [8]《制浆造纸手册》编写组. 制浆造纸手册(第一分册 纤维原料和化工原料. 第三分册 碱法制浆) [M]. 北京: 轻工出版社, 1988.
- [9]史正军 张加研 吴春华 等. 油箬竹材性分析及开发利用价值评价[J]. 安徽农业科学 2009, 37(34): 17180-17181, 17204.
- [10]张喜. 贵州主要竹种的纤维及造纸性能的分析研究[J]. 竹子研究汇刊, 1995, 14(4): 14-29.
- [11]杨淑惠. 植物纤维化学[M]. 3版. 北京: 中国轻工业出版社, 2005: 6-69.
- [12]杨清 周承贵 苏光荣 等. 小叶龙竹的化学成分与制浆性能[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版 2008, 32(1): 65-68.
- [13]周芳纯. 竹林培育[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981: 236-242.
- [14]郑郁善 洪伟. 毛竹经营学[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1998: 431-437.
- [15]刘一星 赵广杰. 木质资源材料学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007: 239-248.
- [16]方红 刘善辉. 造纸纤维原料的评价[J]. 北京木材工业, 1996, 16(2): 19-22.
- [17]王宗德 范国荣 彭锦云. 江西杉木木材形态及化学成分研究(Ⅰ) [J]. 江西农业大学学报 2001, 23(1): 112-115.
- [18]郑蓉 刘晓辉 廖鹏辉 等. 4种福建乡土竹种的纤维形态分析[J]. 防护林科技 2010(4): 21-22, 26.

(上接第959页)

- [4]Warren C. C, Loren M S, James F B. Potential allelopathic interference by the exotic Chinese tallow tree (*Sapium sebiferum*) [J]. The American Midland Naturalist 2002, 148(1): 43-53.
- [5]王晓光 李金柱 邓先珍 等. 层次分析法在湖北省乌桕优树决选中的应用研究[J]. 华中农业大学学报 2009, 28(1): 89-92.
- [6]李宝银 周俊新 陈剑勇 等. 闽北乌桕经济性状的差异性[J]. 福建林学院学报 2009, 29(1): 23-27.
- [7]荀守华 孙蕾 王开芳. 东部黑核桃优树选择研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版 2005, 36(3): 359-362.
- [8]同金侠 李新岗 郭鹏. 中阳木枣的优树选择研究[J]. 西北植物学报 2001, 21(6): 1233-1236.
- [9]胡安鸿 董玉芝 李月. 新疆乌什县核桃优树坚果性状评价[J]. 新疆农业科学 2011, 48(1): 53-59.
- [10]方嘉兴 何方. 中国油桐[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [11]庄瑞林. 中国油茶[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [12]陈勇 赵渝丽 杨小平. 重庆市油茶优树调查与初选评价[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版 2010, 35(5): 156-160.
- [13]顾万春. 统计遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [14]国家质量技术监督. GB2772-1999. 中华人民共和国标准: 林木种子检验规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- [15]胡明方. 食品分析[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1992.
- [16]柳新红 葛永金 王军峰 等. 翅荚木种源苗期性状地理变异及早期选择研究[J]. 江西农业大学学报 2007, 29(1): 61-65.
- [17]吴志庄 王学勇 汪泽军. 黄连木优树子代苗期测定与初步选择[J]. 福建林学院学报 2008, 28(3): 252-256.
- [18]方栋龙. 苗木生产技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992.