

不同种源麻栎种子形态特征和营养成分含量的差异及聚类分析

刘志龙^{1,2}, 虞木奎², 唐罗忠¹, 方升佐^{1,①}

(1. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

摘要: 以 27 个种源的麻栎(*Quercus acutissima* Carr.) 种子为实验材料, 对不同种源间麻栎种子的形态特征和营养成分含量的差异性进行分析比较。结果表明, 不同种源间麻栎种子的长度、宽度和种子百粒重以及可溶性糖含量、淀粉含量和蛋白质含量差异极显著。麻栎种子的长度和宽度的变化幅度分别为 1.69~2.26 cm 和 1.06~2.50 cm; 种子百粒重的变化幅度为 83.55~637.38 g; 种子可溶性糖含量、淀粉含量和蛋白质含量的变化幅度分别为 0.051~0.105 mg·g⁻¹、0.278%~0.471% 和 21.502~34.696 mg·g⁻¹。麻栎种子百粒重与种子的长度、宽度及可溶性糖含量间显著正相关, 种子的长度与可溶性糖含量也显著正相关。主成分分析结果显示, 影响麻栎种子品质的主要性状是种子的长度、宽度及种子百粒重。通过聚类分析, 将 27 个麻栎种源划分为 3 组, 其中第 1 组包括江苏下蜀、安徽太湖、安徽黄山、安徽休宁、安徽滁州、安徽潜山、浙江开化、浙江富阳和山东蒙阴等 9 个种源, 种子品质较好, 为优良种源。

关键词: 麻栎; 种源; 种子特征; 营养成分; 聚类分析

中图分类号: S792.181.04; Q945.6⁺⁵ 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2009)01-0036-06

Variation and cluster analyses of morphological characters and nutrient content of *Quercus acutissima* seed from different provenances LIU Zhi-long^{1,2}, YU Mu-kui², TANG Luo-zhong¹, FANG Sheng-zuo^{1,①} (1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2009, 18(1): 36-41

Abstract: Seed morphological characters and nutrient content of *Quercus acutissima* Carr. from twenty-seven provenances were analyzed. The results show that there are highly significant differences in seed length, seed width, 100-seed weight and contents of soluble sugar, starch and protein of *Q. acutissima* seeds. The length and width of seeds are 1.69-2.26 cm and 1.06-2.50 cm, respectively. The 100-seed weight is 83.55-637.38 g. And the contents of soluble sugar, starch and protein are 0.051-0.105 mg·g⁻¹, 0.278%-0.471% and 21.502-34.696 mg·g⁻¹, respectively. The 100-seed weight has a significant positive correlation with length, width and soluble sugar content of seed, and seed length has a significant positive correlation with soluble sugar content. The result of principal component analysis indicates that seed length, seed width and 100-seed weight are the main determinant characters to seed quality of *Q. acutissima*. According to the results of cluster analysis, twenty-seven provenances of *Q. acutissima* can be divided into three groups, in which the first group, including Xiashu of Jiangsu, Taihu of Anhui, Huangshan of Anhui, Xiuning of Anhui, Chuzhou of Anhui, Qianshan of Anhui, Kaihua of Zhejiang, Fuyang of Zhejiang and Mengyin of Shandong, has good seed quality and is superior provenance.

Key words: *Quercus acutissima* Carr.; provenance; seed character; nutrient; cluster analysis

收稿日期: 2008-04-28

基金项目: 国家“948”项目(2005-4-44); 国家公益性行业科研专项(200704034); 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD03A160101); 江苏省普通高校研究生创新计划项目(2007)

作者简介: 刘志龙(1982—), 男, 安徽滁州人, 博士研究生, 主要研究方向为人工林定向培育的理论和技術。

①通讯作者 E-mail: fangsz@njfu.edu.cn

麻栎(*Quercus acutissima* Carr.)为深根性、喜光树种,对土壤条件要求不严,能在干旱瘠薄的山丘岗地生长,在适宜的环境条件下则生长迅速。由于其具有栽植容易、成活率高、周期短、可萌芽更新、管理简单及烧炭容易等优点,是制作炭材的最好原料。此外,麻栎还可制成菌材,树叶可养蚕,是多功能、高效益的优良树种之一^[1-2]。近年来,生物质能源作为可再生环境友好型能源受到广泛的重视^[3-5],麻栎作为理想的可再生的“绿色能源”树种,也成为研究热点之一。麻栎分布区域较广,由于地理环境不同,出现种质分化现象,不同种源和个体间存在生长和产量等方面的优劣之分,因此有必要对不同种源麻栎的种质差异进行深入研究。目前,关于麻栎的研究主要集中在造林、森林更新、生理特性与育苗技术等方面^[6-11],有关麻栎种子形态及营养成分差异方面的研究尚未见报道。

作者以27个种源的麻栎种子为研究对象,比较麻栎不同种源间种子形态指标和营养成分的差异,旨在初步筛选出优良的麻栎种源,以为麻栎优良种源的苗期选育提供一定的观测依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试的麻栎种子于2006年10月至11月分别采集于10个省区27个种源地的麻栎自然分布区,分布范围为北纬 $25^{\circ}17' \sim 35^{\circ}03'$,东经 $105^{\circ}51' \sim 119^{\circ}57'$;采种林分均为当地起源的天然林,林龄30 a以上;在麻栎林分中选取优势木或亚优势木为采种母树,每一种源地选取10株母树,母树之间相距50 m以上。在每个种源地的10株母树上均采集等量的成熟种子,混合,经自然干燥后置于 $0^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$ 条件下贮藏备用。

1.2 方 法

选取种子的长度、宽度及种子百粒重作为形态指标。以种子纵轴为长度,以横向最大宽度为宽度,每个种源取30粒种子,用游标卡尺分别测量长度和宽度,各3次重复,每个种源共计测量90粒种子。每个种源取100粒种子,用电子天平称取百粒重,各3次重复^[12]。

将各种源麻栎种子分别于 $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 烘干至恒质量并粉碎,用于营养成分的测定。蛋白质含量

用考马斯亮蓝法测定^[13],可溶性糖含量和淀粉含量用蒽酮显色法测定^[14]。

1.3 数 据 分 析

采用SPSS 13.0软件对测定数据进行方差分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析。

2 结 果 与 分 析

2.1 不同种源麻栎种子特征的差异分析

2.1.1 不同种源麻栎种子形态的比较 不同种源麻栎种子的长度和宽度见表1。各种源麻栎种子长度变化幅度为1.69~2.26 cm,其中产自湖北襄樊的麻栎种子最长,产自山东沂水的麻栎种子最短,前者是后者的1.34倍;各种源麻栎种子宽度变化幅度为1.06~2.50 cm,其中产自浙江开化的麻栎种子最宽,产自安徽泾县的麻栎种子最窄,两者相差1.44 cm。方差分析结果表明,不同种源间麻栎种子的长度和宽度都有极显著差异($P < 0.01$)。

2.1.2 不同种源麻栎种子百粒重的比较 不同种源麻栎种子的百粒重见表1。27个种源麻栎种子的百粒重有极显著差异($P < 0.01$),各种源种子的百粒重平均值为345.81 g;产自安徽太湖的麻栎种子百粒重最高,达637.38 g,是平均值的1.84倍,产自四川广元的麻栎种子百粒重最低(83.55 g),只有平均值的0.24倍。结果显示,各种源麻栎种子百粒重有一定的地理变异,这种变异可能与分布区的光照、温度、降雨量、海拔及纬度等环境因素有关,而这些因素通常相互作用和影响^[15]。

2.1.3 不同种源麻栎种子营养成分含量的比较 由于不同种源种子生长的环境条件(包括气候和土壤条件)不同,种子中营养成分的积累也有所不同,即环境条件影响种子中营养物质的累积,从而影响种子的品质^[16]。不同种源麻栎种子的可溶性糖含量、淀粉含量和蛋白质含量见表2。由表2可以看出,麻栎各种源间种子的可溶性糖含量、淀粉含量和蛋白质含量变化幅度较大。各种源麻栎种子可溶性糖含量的变化幅度为 $0.051 \sim 0.105 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其中产自山东费县的麻栎种子可溶性糖含量最高,四川泸州1号种源的可溶性糖含量最低。麻栎种子中淀粉含量的变化幅度为 $0.278\% \sim 0.471\%$,产自浙江富阳的麻栎种子淀粉含量最高,产自湖南岳阳的麻栎种子淀粉含量最低。麻栎种子中蛋白质含量的变

表1 不同种源麻栎种子的形态特征参数¹⁾Table 1 Character parameters of seed morphology of *Quercus acutissima* Carr. from different provenances¹⁾

种源 Provenance	长度/cm Length	宽度/cm Width	百粒重/g 100-seed weight
江苏下蜀 Xiashu of Jiangsu	2.09 ± 0.16 GHJ	2.15 ± 0.20 H	563.28 ± 10.35 M
安徽泾县 Jingxian of Anhui	2.25 ± 0.18 KL	1.26 ± 0.07 AB	227.14 ± 4.19 BC
安徽六安 Lu'an of Anhui	1.91 ± 0.20 DEF	1.60 ± 0.13 CDE	279.56 ± 11.54 FG
安徽滁州 Chuzhou of Anhui	2.12 ± 0.24 HIJK	1.89 ± 0.25 FG	366.12 ± 9.01 J
安徽太湖 Taihu of Anhui	2.15 ± 0.11 HIJK	2.40 ± 0.16 IJ	637.38 ± 12.33 N
安徽黄山 Huangshan of Anhui	2.11 ± 0.25 HIJ	2.07 ± 0.23 GH	543.96 ± 11.87 M
安徽潜山 Qianshan of Anhui	2.00 ± 0.14 FGH	1.76 ± 0.11 CDEF	364.30 ± 9.82 J
安徽休宁 Xiuning of Anhui	2.15 ± 0.19 IJKL	2.21 ± 0.20 HI	502.61 ± 11.56 L
山东平邑 Pingyi of Shandong	2.03 ± 0.18 FGH	1.83 ± 0.13 EF	387.90 ± 12.18 K
山东蒙阴 Mengyin of Shandong	2.20 ± 0.25 JKL	1.79 ± 0.15 DEF	339.98 ± 11.23 HI
山东费县 Feixian of Shandong	2.16 ± 0.25 JKL	1.68 ± 0.13 CDEF	256.88 ± 22.48 DEF
山东沂水 Yishui of Shandong	1.69 ± 0.19 A	1.53 ± 0.13 C	218.70 ± 6.92 B
湖南岳阳 Yueyang of Hu'nan	1.93 ± 0.19 DEF	1.56 ± 0.12 CD	273.68 ± 8.76 EFG
湖南新宁 Xinning of Hu'nan	1.86 ± 0.09 CDE	1.68 ± 0.11 CDEF	347.72 ± 11.28 IJ
湖南长沙 Changsha of Hu'nan	1.74 ± 0.08 ABC	1.29 ± 0.07 B	215.42 ± 8.24 B
湖北远安 Yuan'an of Hubei	1.82 ± 0.11 BCD	1.60 ± 0.12 CDE	266.34 ± 8.67 DEF
湖北襄樊 Xiangfan of Hubei	2.26 ± 0.18 L	1.64 ± 0.13 CDEF	323.45 ± 9.82 H
湖北浠水 Xishui of Hubei	2.09 ± 0.13 GHJ	1.84 ± 0.13 EF	394.92 ± 10.20 K
浙江富阳 Fuyang of Zhejiang	2.18 ± 0.18 JKL	2.09 ± 0.23 GH	491.15 ± 17.30 L
浙江开化 Kaihua of Zhejiang	2.18 ± 0.18 JKL	2.50 ± 0.14 J	599.01 ± 19.82 N
四川万源 Wanyuan of Sichuan	1.91 ± 0.21 DEF	1.69 ± 0.13 CDEF	272.26 ± 17.62 FG
四川广元 Guangyuan of Sichuan	1.73 ± 0.19 AB	1.06 ± 0.20 A	83.55 ± 6.76 A
四川泸州1号 No. 1 of Luzhou in Sichuan	1.73 ± 0.16 AB	1.56 ± 0.14 CD	313.80 ± 18.04 H
四川泸州2号 No. 2 of Luzhou in Sichuan	1.83 ± 0.20 BCD	1.64 ± 0.18 CDE	250.76 ± 2.99 DE
山西方山 Fangshan of Shanxi	1.94 ± 0.15 DEF	1.79 ± 0.14 DEF	285.56 ± 13.25 G
陕西汉中 Hanzhong of Shaanxi	1.97 ± 0.12 EFG	1.62 ± 0.10 CDE	246.52 ± 11.32 CD
广西桂林 Guilin of Guangxi	1.84 ± 0.22 BCD	1.58 ± 0.17 CDE	285.02 ± 18.55 B
F	78.189 **	7.006 **	634.976 **

¹⁾ 同列中不同的大写字母表示差异极显著 ($P \leq 0.01$) Different capitals in the same column indicate highly significant difference ($P \leq 0.01$); ** : $P < 0.01$.

化幅度为 21.502 ~ 34.696 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 产自四川广元的麻栎种子蛋白质含量最高, 产自安徽泾县的麻栎种子蛋白质含量最低, 前者是后者的 1.61 倍。方差分析结果表明, 各种源间麻栎种子的蛋白质含量、可溶性糖含量和淀粉含量差异均达到极显著水平 ($P < 0.01$)。

2.2 麻栎种子特征参数的相关性分析

麻栎种子各特征参数的相关性分析结果见表 3。由表 3 可见, 麻栎种子形态特征参数和各营养成分含量指标间存在一定的相关性。麻栎种子百粒重与种子长度、宽度呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 相关系数分别为 0.602 和 0.905; 麻栎种子的百粒重与种子的可溶性糖含量呈显著正相关 ($P < 0.05$), 与淀粉含量和蛋白质含量也具有正相关性。麻栎种子长宽比与种子宽度呈极显著负相关 ($P < 0.01$), 相关系

数为 -0.819; 与种子长度成正相关。麻栎种子各营养成分含量因子间无显著的相关性; 种子中的蛋白质含量与可溶性糖含量呈不显著的正相关, 相关系数为 0.090; 但种子中的蛋白质含量与淀粉含量呈不显著的负相关, 淀粉含量与可溶性糖含量之间也呈不显著的负相关。

2.3 麻栎种子品质影响因素的主成分分析

以供试的 27 个麻栎种源种子为样本单元, 将 6 个种子形态指标和营养成分含量指标作变量进行主成分分析, 结果见表 4。由表 4 可见, 第 1 和第 2 主成分的贡献率分别为 49.885% 和 22.830%, 累积贡献率达 72.716%。在第 1 主成分上载荷量较大的因子由大至小依次是种子宽度、种子长度和种子百粒重, 集中反映了种子的形态特征; 在第 2 主成分上载荷量较大的因子是种子的蛋白质含量和可溶性糖含

量,基本反映出种子的营养成分含量特征。主成分分析结果显示,影响麻栎种子品质的主要性状是种子形态特征(长度和宽度)及种子百粒重。

表 2 不同种源麻栎种子营养成分含量的比较¹⁾

Table 2 Comparison of nutrient contents of *Quercus acutissima* Carr. seed from different provenances¹⁾

种源 Provenance	可溶性糖含量/mg · g ⁻¹ Content of soluble sugar	淀粉含量/% Content of starch	蛋白质含量/mg · g ⁻¹ Content of protein
江苏下蜀 Xiashu of Jiangsu	0.073 ± 0.004 ABCDE	0.461 ± 0.028 H	23.196 ± 0.428 AB
安徽泾县 Jingxian of Anhui	0.072 ± 0.005 ABCDE	0.466 ± 0.043 H	21.502 ± 2.619 A
安徽六安 Lu'an of Anhui	0.056 ± 0.006 ABC	0.425 ± 0.015 EFGH	24.002 ± 3.329 AB
安徽滁州 Chuzhou of Anhui	0.093 ± 0.008 DEF	0.442 ± 0.039 GH	23.002 ± 0.546 AB
安徽太湖 Taihu of Anhui	0.098 ± 0.016 EF	0.348 ± 0.028 ABCDEFG	25.196 ± 3.387 ABCDE
安徽黄山 Huangshan of Anhui	0.091 ± 0.013 DEF	0.347 ± 0.038 ABCDEFG	26.030 ± 3.733 ABCDEF
安徽潜山 Qianshan of Anhui	0.075 ± 0.011 ABCDEF	0.425 ± 0.035 EFGH	25.085 ± 0.712 ABCD
安徽休宁 Xiuning of Anhui	0.100 ± 0.012 EF	0.423 ± 0.060 EFGH	21.669 ± 2.566 A
山东平邑 Pingyi of Shandong	0.094 ± 0.011 DEF	0.385 ± 0.011 BCDEFGH	30.502 ± 2.634 EFG
山东蒙阴 Mengyin of Shandong	0.096 ± 0.005 DEF	0.373 ± 0.019 ABCDEFGH	26.196 ± 1.608 ABCDEF
山东费县 Feixian of Shandong	0.105 ± 0.003 F	0.292 ± 0.024 ABC	31.252 ± 1.024 FG
山东沂水 Yishui of Shandong	0.094 ± 0.011 DEF	0.298 ± 0.005 ABCD	23.974 ± 0.173 AB
湖南岳阳 Yueyang of Hu'nan	0.080 ± 0.015 ABCDEF	0.278 ± 0.021 A	25.391 ± 2.175 ABCDE
湖南新宁 Xinning of Hu'nan	0.082 ± 0.015 ABCDEF	0.326 ± 0.033 ABCDE	25.807 ± 2.574 ABCDE
湖南长沙 Changsha of Hu'nan	0.052 ± 0.011 AB	0.308 ± 0.019 ABCD	24.530 ± 3.458 ABCD
湖北远安 Yuan'an of Hubei	0.070 ± 0.003 ABCDE	0.298 ± 0.006 ABCD	24.807 ± 1.638 ABCD
湖北襄樊 Xiangfan of Hubei	0.083 ± 0.015 BCDEF	0.284 ± 0.026 AB	29.530 ± 2.014 CDEFG
湖北浠水 Xishui of Hubei	0.083 ± 0.007 CDEF	0.337 ± 0.030 ABCDEF	34.530 ± 0.647 G
浙江富阳 Fuyang of Zhejiang	0.076 ± 0.009 ABCDEF	0.471 ± 0.016 H	25.280 ± 2.359 ABCDE
浙江开化 Kaihua of Zhejiang	0.088 ± 0.011 DEF	0.430 ± 0.010 FGH	29.891 ± 2.009 DEFG
四川万源 Wanyuan of Sichuan	0.074 ± 0.010 ABCDEF	0.352 ± 0.067 ABCDEFG	27.474 ± 1.735 BCDEF
四川广元 Guangyuan of Sichuan	0.074 ± 0.005 ABCDEF	0.384 ± 0.097 BCDEFGH	34.696 ± 1.519 G
四川泸州 1 号 No. 1 of Luzhou in Sichuan	0.051 ± 0.005 AB	0.395 ± 0.034 DEFGH	27.196 ± 1.519 BCDEF
四川泸州 2 号 No. 2 of Luzhou in Sichuan	0.070 ± 0.003 ABCDE	0.392 ± 0.087 CDEFGH	29.919 ± 1.629 DEFG
山西方山 Fangshan of Shanxi	0.063 ± 0.008 ABCD	0.390 ± 0.020 CDEFGH	24.280 ± 1.107 ABC
陕西汉中 Hanzhong of Shaanxi	0.072 ± 0.001 ABCDE	0.383 ± 0.008 BCDEFGH	24.307 ± 1.836 ABC
广西桂林 Guilin of Guangxi	0.071 ± 0.009 ABCD	0.330 ± 0.054 ABCDEF	29.669 ± 0.833 CDEFG
F	1.006 **	6.559 **	8.475 **

¹⁾ 同列中不同的大写字母表示差异极显著 ($P \leq 0.01$) Different capitals in the same column indicate highly significant difference ($P \leq 0.01$); ** : $P < 0.01$.

表 3 麻栎种子各特征参数的相关性分析¹⁾

Table 3 Correlation analysis of character parameters of *Quercus acutissima* Carr. seed¹⁾

因子 Factor	相关系数 Correlation coefficient						
	长度 Length	宽度 Width	长宽比 Length-width ratio	百粒重 100-seed weight	可溶性糖含量 Content of soluble sugar	淀粉含量 Content of starch	蛋白质含量 Content of protein
长度 Length	1.000						
宽度 Width	0.477	1.000					
长宽比 Length-width ratio	0.060	-0.819 **	1.000				
百粒重 100-seed weight	0.602 **	0.905 **	-0.632 **	1.000			
可溶性糖含量 Content of soluble sugar	0.590 **	0.393	-0.106	0.443 *	1.000		
淀粉含量 Content of starch	0.325	0.234	0.004	0.357	-0.109	1.000	
蛋白质含量 Content of protein	-0.099	-0.197	0.182	0.192	0.090	-0.323	1.000

¹⁾ * : $P < 0.05$; ** : $P < 0.01$.

表4 麻栎种子品质影响因素的主成分分析

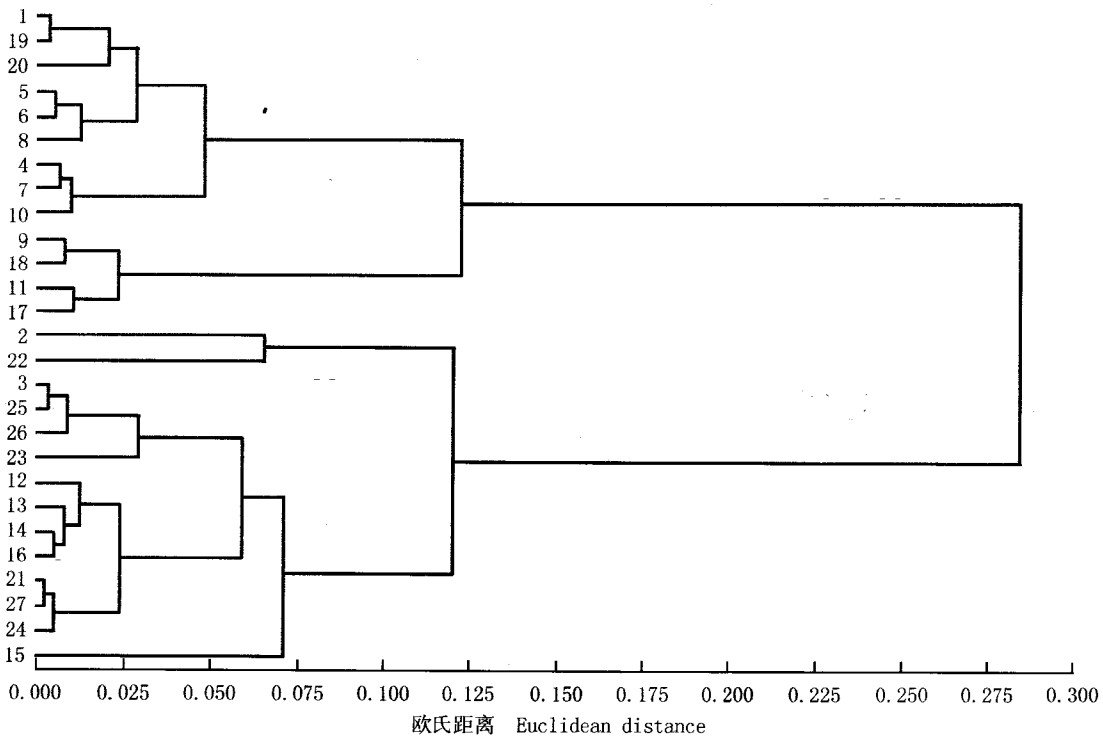
Table 4 Principal component analysis of influencing factors on seed quality of *Quercus acutissima* Carr.

主成分 Principal component	各因子的载荷量 Factor loading						特征根 Latent root	累计贡献率/% Accumulative contribution rate
	长度 Length	宽度 Width	百粒重 100-seed weight	可溶性糖含量 Content of soluble sugar	淀粉含量 Content of starch	蛋白质含量 Content of protein		
1	0.808	0.921	0.914	0.650	0.428	-0.228	2.993	49.885
2	0.110	0.036	-0.030	0.575	-0.705	0.727	1.370	72.716

2.4 不同种源麻栎种子的聚类分析结果

以麻栎种子的形态特征和营养成分含量为指标,对27个麻栎种源进行聚类分析,结果见图1。根据聚类图,可将供试的27个种源划分为3组,第1组包括江苏下蜀、安徽太湖、安徽黄山、安徽休宁、安徽滁州、安徽潜山、浙江开化、浙江富阳和山东蒙阴等9个种源,种子品质较好;第2组包括山东平邑、山东费县、湖北浠水和湖北襄樊等4个种源,种子品质中等;其余的14个种源为第3组,种子品质较差。

麻栎是连续分布的广域性树种,除本身的遗传特征外,造成麻栎种源种子品质差异的主要因素还包括地理环境。从聚类结果(图1)可以看出,种子品质优良的种源主要来自安徽、山东和浙江,而来自四川、广西和山西种源的种子品质相对较差,说明麻栎种子品质差异具有明显的地理效应,来自东部分布区的种源种子品质较好,而来自西部分布区的种源种子品质较差。



1. 江苏下蜀 Xiashu of Jiangsu; 2. 安徽泾县 Jingxian of Anhui; 3. 安徽六安 Lu'an of Anhui; 4. 安徽滁州 Chuzhou of Anhui; 5. 安徽太湖 Taihu of Anhui; 6. 安徽黄山 Huangshan of Anhui; 7. 安徽潜山 Qianshan of Anhui; 8. 安徽休宁 Xiuning of Anhui; 9. 山东平邑 Pingyi of Shandong; 10. 山东蒙阴 Mengyin of Shandong; 11. 山东费县 Feixian of Shandong; 12. 山东沂水 Yishui of Shandong; 13. 湖南岳阳 Yueyang of Hu'nan; 14. 湖南新宁 Xinning of Hu'nan; 15. 湖南长沙 Changsha of Hu'nan; 16. 湖北远安 Yuan'an of Hubei; 17. 湖北襄樊 Xiangfan of Hubei; 18. 湖北浠水 Xishui of Hubei; 19. 浙江富阳 Fuyang of Zhejiang; 20. 浙江开化 Kaihua of Zhejiang; 21. 四川万源 Wanyuan of Sichuan; 22. 四川广元 Guangyuan of Sichuan; 23. 四川泸州1号 No. 1 of Luzhou in Sichuan; 24. 四川泸州2号 No. 2 of Luzhou in Sichuan; 25. 山西方山 Fangshan of Shanxi; 26. 陕西汉中 Hanzhong of Shaanxi; 27. 广西桂林 Guilin of Guangxi.

图1 供试的27个麻栎种源的聚类图

Fig. 1 The cluster dendrogram of twenty-seven provenances of *Quercus acutissima* Carr.

3 结论与讨论

同一树种不同种源的母树为了适应环境变化产生遗传变异,并将稳定的遗传变异性状反映在种子的各种品质中,所以,同一树种不同种源种子的大小、质量和幼苗生长等性状均存在差异。种子百粒重反映了种子的大小和饱满程度,百粒重越大,种子越饱满,其内含的营养物质越丰富,可以提供促发芽的物质越多,进而使发芽迅速整齐^[17]。本文研究结果表明,麻栎不同种源间种子的百粒重、种子长度、种子宽度和营养成分含量差异极显著,这些差异是种源选择和良种选育的基础。麻栎种子的形态特征和营养成分含量间存在一定的相关性,种子百粒重与种子的长度、宽度及可溶性糖含量间呈显著的正相关,种子的长度也与可溶性糖含量呈显著的正相关性。主成分分析结果也显示,影响麻栎种子品质的最重要特征是种子的长度和宽度及百粒重。根据上述研究结果,在麻栎种源优良种质筛选过程中可将种子百粒重作为快速筛选的指标。

综合麻栎种子形态和营养成分含量指标以及聚类分析结果,可将供试的27个麻栎种源划分为3组:第1组包括江苏下蜀、安徽太湖、安徽黄山、安徽休宁、安徽滁州、安徽潜山、浙江开化、浙江富阳和山东蒙阴等9个种源,种子品质较好,为优良种源;第2组包括山东平邑、山东费县、湖北浠水和湖北襄樊4个种源,种子品质中等,为次优种源;余下的14个种源为第3组,种子品质较差,为较差种源。由聚类结果可以看出,麻栎种源的品质差异具有明显的地理区域特征,与分布区的自然条件有一定的相关性,因此,进行麻栎种源间种子品质差异的研究,对麻栎种源的区划和优良种源的选择是非常必要和有意义的。

由于麻栎结实过程存在“大小年”现象,且种源收集过程中也存在诸多的限制因素,因而,难以对不同种源间麻栎种子形态及营养成分含量的差异和评价进行准确的描述。种子形态和营养成分含量的差异受遗传特性及环境因素两方面的影响并有一定的变化幅度。本研究中,各种源间麻栎种子形态特征

和营养成分含量都存在显著的差异,但造成这种差异的主要原因是遗传特性还是环境条件尚不清楚。此外,不同种源的遗传性状在种子品质差异中尚未得到完全表达,对麻栎种源优良性状的选择还需进一步的田间试验。

参考文献:

- [1] 姜国清,赵学诗,肖 斌. 麻栎薪炭林的经营[J]. 安徽林业科技, 2005(4): 32, 31.
- [2] 陈中东,吴耀先,卢正茂,等. 麻栎炭材林短轮伐期定向培育技术指标制定[J]. 林业实用技术, 2004(11): 4-5.
- [3] 方升佐. 关于加速发展我国生物质能源的思考[J]. 北京林业管理干部学院学报, 2005(2): 30-34.
- [4] Hall D O, Scrase J I. Will biomass be the environmentally friendly fuel of the future? [J]. Biomass and Bioenergy, 1998, 15(4/5): 357-367.
- [5] Smeets E M W, Faaij A P C. Bioenergy potential from forestry in 2050[J]. Climatic Change, 2007, 81: 353-390.
- [6] 罗世群. 麻栎造林技术[J]. 安徽农学通报, 2006, 12(13): 208.
- [7] 卢正茂,吴耀先,于远斌,等. 麻栎不同更新方式栽后的生长表现[J]. 吉林林业科技, 2003, 32(5): 18-20, 39.
- [8] 谢会成,姜志林,叶镜中. 麻栎光合作用的特性及其对CO₂倍增的响应[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2002, 26(4): 67-70.
- [9] 李 蓉. 麻栎内生真菌抗菌活性的研究[J]. 辽宁中医药大学学报, 2007, 9(1): 56-58.
- [10] 侯 昆,于成琦,赵庆喜,等. 麻栎不同播种量及施肥生理效应的研究[J]. 吉林林业科技, 2005, 34(2): 15-18.
- [11] 王 标,虞木奎,王 臣,等. 不同种源麻栎苗期生长性状差异及聚类分析[J]. 植物资源与环境学报, 2008, 17(4): 1-8.
- [12] 毕辛华,戴心维. 种子学[M]. 北京:中国农业出版社, 1993.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2000.
- [14] 王晶英,敖 红,张 杰,等. 植物生理生化实验技术与原理[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社, 2003.
- [15] 喻方圆,刘 远. 聚乙二醇渗透处理对马尾松种子活力的影响[J]. 南京林业大学学报, 2000, 24(1): 38-40.
- [16] 方升佐,朱 梅,唐罗忠,等. 不同种源青檀种子的营养成分及种子活力的差异[J]. 植物资源与环境, 1998, 7(2): 16-21.
- [17] 苏金乐. 园林苗圃学[M]. 北京:中国农业出版社, 2003.