



张清,肖桂英,李品荣,等.同一种源铁橡栎种子的形态特征及变异[J].黑龙江农业科学,2019(8):26-31.

同一种源铁橡栎种子的形态特征及变异

张清¹,肖桂英¹,李品荣^{2,3},李娅²,常恩福^{2,3},丁玉雄¹,黄春良¹,景跃波²

(1.建水县林业技术推广所,云南建水 654300;2.云南省林业和草原科学院,云南昆明 650201;3.云南建水荒漠生态系统国家定位观测研究站,云南建水 654399)

摘要:为促进铁橡栎优良家系的早期选择及良种选育,以建水县 5 个铁橡栎种群的 23 个家系为研究材料,通过种长、种宽、种形指数、单粒重及千粒重 5 个性状指标的测定,分析铁橡栎不同家系及种群间种子的形态特征及变异。结果表明:铁橡栎种子的 5 个性状指标在家系间及种群间均存在着显著($P<0.05$)或极显著差异($P<0.01$)。单粒重及千粒重变异幅度较大,种长、种宽及种形指数 3 个性状更趋于稳定,种群间变异小于家系间的变异。种子的形状主要受遗传控制,受环境影响较小,单粒重及千粒重受分布区海拔的影响而存在垂直变异,种子的大小及质量则受热量控制而呈现出一定的地理性变异,单粒重及千粒重是影响种子形态特征的主要性状。基于相关的分析结果,格安、燕子洞、黄龙寺 3 个种群的 1、13、15、18、20、21、22 和 23 号家系共 8 个家系属种子质量优良的家系,种群则是燕子洞、黄龙寺两个种群。

关键词:喀斯特;铁橡栎;种子;形态;变异

铁橡栎(*Quercus coccoferoides* Hand)为壳斗科(Fagaceae)栎属(*Quercus*)常绿或半常绿乔木,分布于我国云南、四川,生于海拔 1 000~2 500 m 的山地阳坡或干旱河谷地带,如秦岭、巴山、金沙江、南盘江河谷等^[1]。它不仅是云南干热河谷地区常见的分布种和适生种,而且还是云南喀斯特断陷盆地石灰岩山地次生林的生态优势种和建群种,具有耐旱、耐瘠薄、适应性强和水土保持性能好等特点^[2]。但受生态恶化及人为因素的干扰,其原生植被已大面积减少,现存的天然植被多是受到严重干扰后形成的次生林,且在不同生境条件下呈乔木林或矮林外貌^[3]。为保护其优良的野生种质资源,充分发挥其在云南喀斯特生态脆弱区生态建设中的作用,应用良种,采用仿自然或模拟地带性植被的方法构建其人工群落,是提高其生态服务功能的重要手段,而良种选育则是其中的关键技术之一。但目前而言,国内对铁橡栎良种选育方面的研究尚属空白,因此,开展其良种选育方面的研究尤显迫切和必要。

种子是物种繁殖系统的重要特征,它们在强大的选择压力下表现出很大的适应性。同时,种子的形态也有受遗传控制较强的特征^[4],在同一物种内部,种子形态特征常常被认为是相对稳定的,然而有研究表明,在种群内、种群间,甚至个体间,种子形态特征有很大差异^[5-7]。目前,虽有不同种源麻栎(*Q. acutissima*)^[8]、弗吉尼亚栎(*Q. virginiana*)^[9]及落叶栎类^[10-11]种子形态特征研究的报道,但未见有关铁橡栎种子形态特征研究方面的报道,仅见常恩福等^[2]开展过不同育苗基质对铁橡栎苗木生长影响的报道。因此,本文以建水县喀斯特山地的铁橡栎不同种群内采集的单株种子为试验材料,对同一种源不同家系(单株)种子形态特征及差异进行分析比较,以期铁橡栎优良家系的早期选择及良种选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

研究地云南省建水县位于云南省东南部红河哈尼族彝族自治州境内,地理坐标为 23°12'36"~24°10'28"N,102°34'03"~103°11'24"E。全县东西宽约 58 km,南北长 107 km,总面积 375 929 hm²。境内最低海拔 230 m,最高海拔 2 515 m,相对高差 2 285 m。气候属亚热带高原季风气候,其特点是干湿季明显,雨热同季,立体气候特征十分明显。年平均气温 18.4℃,最热月平均气温

收稿日期:2019-02-12

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0502500,2016YFC0502504);云南省林业科学院“植物营养与林木菌根真菌研究利用学科团队”(LKYTD-2018-6)。

第一作者简介:张清(1967-),女,高级工程师,从事林业科技的推广工作。E-mail:1579111968@qq.com。

通讯作者:常恩福(1966-),男,学士,高级工程师,从事生态及资源培育研究。E-mail:Cef6610@163.com。

22.7℃,最冷月平均气温 11.6℃,≥10℃活动积温 6 249.8℃;年均降水量 828.3 mm,年蒸发量为 2 364.5 mm,年干燥系数为 1.8。土壤以石灰岩、玄武岩发育而成的黄棕壤、黄壤、红壤、砖红壤性红壤为主。植被类型有针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌木林、竹林等类型。

1.2 材料

供试的铁橡栎种子于 2017 年 10-11 月分别采集于建水县的岔科镇、面甸镇、南庄镇和西庄镇 5 个种群内的 23 株单株,其中岔科镇格安种群 4 株(1~4 号)、大山种群 4 株(5~8 号),南庄镇李海寨种群 4 株(9~12 号),面甸镇燕子洞种群 7 株(13~19 号),西庄镇黄龙寺种群 4 株(20~23 号)。采种林均为原生植被或受干扰破坏后形成的次生林,林龄为 40 a 以上;采种母树为生长及结实状况良好的初选优树,初选优树之间相距 30 m 以上。每株初选优树分别采集 300~500 粒种子置于编号的塑料自封袋内带回室内,去掉种壳自然风干后置于 2~7℃冰箱贮藏备用。

1.3 方法

1.3.1 种子性状测定 以每株初选优树作为 1 个家系,每个家系采用四分法抽取 30 粒种子,测量其长度、宽度及单粒重,各 3 次重复,每个家系共计测量 90 粒种子。随后每个家系随机取 50 粒种子称重后计算其千粒重,各 4 次重复。

种形指数=种长/种宽。

变异系数 CV(%)=标准差/平均值×100。

1.3.2 数据分析 应用 Excel 2010 进行观测数据统计分析,DPS 7.05 软件进行进行方差分析、相关性分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同家系种子性状的差异及变异

由表 1 可知,不同家系间铁橡栎种子的种长、种宽、种形指数、单粒重及千粒重 5 个种子性状指标均存在着极显著差异,而家系内的差异则未达显著水平。说明个体间种子的分化及变异较为明显,遗传变异丰富,而个体内的分化及变异则与之相反,个体差异是家系间产生差异的主要原因。铁橡栎不同家系的 5 个种子性状指标均在一定范围内连续变化,其种子的种长为 10.75~16.46 mm,

平均 13.40 mm;种宽为 9.03~13.60 mm,平均 11.56 mm;种形指数为 1.03~1.45,平均 1.17;单粒重为 0.48~1.52 g,平均 1.05 g;千粒重为 494.40~1 603.35 g,平均 1 007.99 g。变异系数可以表示性状值的变异程度,变异系数越大,则性状值变异程度越大^[7]。从 5 个种子性状指标的变异系数来看,以单粒重和千粒重变异较大,变异系数为 25.71%和 27.74%,最大值均是最低值的 3.2 倍;种长、种宽、种形指数 3 个性状的变异幅度基本一致,变异系数分别为 11.79%、9.26%和 10.26%,最大值分别是最低值的 1.5、1.5 和 1.4 倍。这说明铁橡栎种子形态的变异以单粒重及千粒重最不稳定,变异幅度较大,种长、种宽及种形指数 3 个更趋于稳定。

2.2 不同种群种子性状的差异及变异

由表 2 可知,同一种源不同种群铁橡栎种子的种长、种宽、种形指数、单粒重、千粒重 5 个性状指标均存在显著或极显著差异。说明同一种源不同的种群铁橡栎,其种子的形态特征同样存在着明显的遗传变异,个体差异与环境、气候、种群特征(个体数量、郁闭度、面积等)、人为干扰等因素的综合影响是其差异产生的原因。所述 5 个种子性状指标的变动范围分别为 11.76~14.43 mm、10.79~12.10 mm、1.09~1.21、0.82~1.27 g 和 751.15~1 264.26 g,变异系数为 7.40%、5.23%、4.31%、16.50%和 9.11%。其变动幅度及变异系数与家系间相较,均较家系间的小,表明种群间的变异小于家系间的变异。5 个种群中,种长、种宽、单粒重及千粒重较大且高于平均值的是燕子洞和黄龙寺种群,种子呈长圆形,其单粒重为 1.17 和 1.27 g,千粒重为 1 109.85 和 1 264.26 g,低于平均值且最小的是大山种群,种子近圆形,单粒重及千粒重仅 0.82 和 751.15 g。

2.3 种子性状与海拔及经纬度的相关性分析

由表 3 可知,铁橡栎种子的种长、种宽与单粒重及千粒重存在着极显著的相关关系,说明种子的单粒重及千粒重随种子长度及宽度的变化而变化。种形指数仅与种长存在极显著的相关关系,说明种子的形状主要受遗传控制,环境对其影响较小。单粒重、千粒重与海拔呈显著的负相关关系,随着海拔的升高,单粒重及千粒重质量减小,

说明铁橡栎种子个体质量在同一地区的分布区内存在着垂直变异,究其原因,可能是随着海拔升高温度降低而影响其营养生长所致。种长、种宽、单粒重和千粒重 4 个性状与纬度呈显著或极显著的

负相关关系,即纬度升高,种子变小,个体质量减小,说明种子铁橡栎种子的大小、质量主要受热量控制而在同一分布地区内呈现一定的地理变异。

表 1 铁橡栎不同家系种子性状的差异性比较

Table 1 Difference comparison of seed traits from different families of <i>Quercus cocCIFeroides</i> Hand					
编号	种长	种宽	种形指数	单粒重	千粒重
No.	Seed length/mm	Seed width/mm	Seed shape index	Single seed weight/g	1000-seed weight/g
1	14.89±0.47 CDe	12.76±0.18 ABCbc	1.17±0.04 BCDcde	1.36±0.12 ABCb	1286.05±61.97 BCDc
2	14.11±0.32 DEcde	10.48±0.36 lhi	1.35±0.02 Ab	0.81±0.05 lh	804.85±16.14 Ggh
3	11.90±0.38 GHfg	11.05±0.03 FGHlghi	1.08±0.04 DEdef	0.86±0.07 Hlh	840.10±46.19 Gfgh
4	11.01±0.26 Hlh	9.03±0.52 Jj	1.21±0.04 BCc	0.55±0.03 Ji	526.50±19.80 Hi
5	10.75±0.06 lh	10.52±0.29 lhi	1.03±0.02 Ef	0.48±0.04 Ji	494.40±5.48 Hi
6	12.67±0.70 FGf	10.90±0.22 GHlghi	1.16±0.05 BCDEcde	0.94±0.10 GHlfgH	874.80±55.29 Gfgh
7	12.31±0.26 Gf	11.39±0.29 EFGHlfg	1.08±0.03 DEdef	1.06±0.06 FGHefg	780.90±41.97 Gh
8	11.31±0.23 Hlgh	10.36±0.28 li	1.09±0.03 DEdef	0.80±0.07 lh	854.50±55.00 Gfgh
9	13.50±0.37 EFe	12.56±0.58 BCDBbed	1.09±0.05 DEdef	1.17±0.08 CDEFede	1015.50±25.64 EFGdefg
10	12.38±0.38 Gf	10.91±0.30 GHlghi	1.14±0.00 BCDEcde	0.94±0.07 GHlfgH	1041.20±92.12 DEFGdef
11	14.35±0.17 DEcde	11.85±0.49 CDEFGdef	1.23±0.07 Bc	1.07±0.03 FGHefg	991.05±87.73 EFGdefgh
12	11.87±0.20 GHfg	10.96±0.16 FGHlghi	1.08±0.02 DEdef	0.86±0.03 Hlh	847.90±34.49 Gfgh
13	15.59±0.14 BCb	13.60±0.13 Aa	1.15±0.02 BCDEcde	1.52±0.06 Aa	1603.35±48.76 Aa
14	16.46±0.40 Aa	11.38±0.37 EFGHlfg	1.45±0.05 Aa	1.04±0.09 FGHefg	969.90±29.64 FGefgh
15	14.03±0.15 DEde	12.30±0.53 BCDEbede	1.15±0.04 BCDEcde	1.33±0.08 ABCDbc	1151.25±58.51 CDEFcde
16	14.80±0.35 CDcd	10.77±0.42 Hlghi	1.37±0.02 Ab	0.90±0.15 GHlgh	765.88±44.07 Gh
17	14.18±0.54 DEcde	12.29±0.52 BCDEbede	1.18±0.10 BCDcd	1.03±0.07 DEFGde	1030.00±9.23 EFGdefg
18	13.59±0.21 Ee	13.03±0.45 ABb	1.06±0.03 DEef	1.32±0.07 ABCDbc	1308.10±23.02 BCc
19	12.33±0.18 Gf	11.30±0.16 EFGHlfgH	1.09±0.03 CDEdef	0.91±0.07 GHlgh	940.48±36.22 FGefgh
20	16.08±0.31 ABab	11.95±0.14 CDEFcdef	1.35±0.04 Ab	1.49±0.08 ABa	1456.95±58.77 ABb
21	14.22±0.34 DEcde	12.10±0.13 BCDEcdef	1.18±0.03 BCDcd	1.29±0.06 BCDEbcd	1250.40±33.57 BCDEc
22	12.44±0.33 Gf	11.59±0.18 DEFGHefg	1.07±0.02 DEdef	1.10±0.06 EFGef	1149.60±53.20 CDEFcde
23	13.49±0.38 EFe	12.76±0.27 ABCbc	1.06±0.01 DEef	1.20±0.07 CDEFbcde	1200.10±28.08 CDEFcd
平均值	13.40	11.56	1.17	1.05	1007.99
Average					
变异系数	11.79	9.26	10.26	25.71	27.74
CV/%					

同列不同大小写字母表示在 0.01 和 0.05 水平上差异显著,下同。
Different capital and lowercase letters in the same column indicate significant differences at 0.01 and 0.05 levels,the same below.

2.4 种子形态特征影响因素主成分分析

以供试的 23 个家系的种子为样本单元,将 5 个种子形态指标作变量进行主成分分析,由表

4 可知,第 1 和第 2 主成分的贡献率分别为 60.669 0% 和 29. 590 1%,累积贡献率达 90.259 1%。在第 1 主成分上特征向量较大的因

子是种子的单粒重和千粒重;在第 2 主成分上特响铁橡栎种子形态特征的主要性状是单粒重和千征向量较大的因子是种子的种形指数。可见,影粒重。

表 2 铁橡栎不同种群种子性状的差异性比较

Table 2 Comparison on differences of seed characters from different populations of <i>Quercus cocCIFeroides</i> Hand					
种群 Populations	种长 Seed length/mm	种宽 Seed width/mm	种形指数 Seed shape index	单粒重 Single seed weight/g	千粒重 1000-seed weight/g
格安 Gean	12.98±0.32 Bc	10.83±0.19 Cc	1.20±0.01 Aa	0.90±0.06 Dd	864.38±3.78 CDd
大山 Dashan	11.76±0.21 Cd	10.79±0.15 Cc	1.09±0.02 Dd	0.82±0.03 De	751.15±10.81 De
李海寨 Lihazhai	13.03±0.19 Bc	11.57±0.24 Bb	1.14±0.01 Cc	1.01±0.03 Cc	973.91±21.66 Cc
燕子洞 Yanzidong	14.43±0.11 Aa	12.09±0.10 Aa	1.21±0.01 Aa	1.17±0.01 Bb	1109.85±21.39 Bb
黄龙寺 Huangongsi	14.06±0.07 Ab	12.10±0.13 Aa	1.17±0.01 Bb	1.27±0.02 Aa	1264.26±17.25 Aa
平均值 Average	13.25	11.48	1.16	1.03	992.71
变异系数 CV/%	7.40	5.23	4.31	16.50	9.11

表 3 种子性状的相关性

Table 3 Correlation of seed characters								
项目 Items	种长 Seed length	种宽 Seed width	种形指数 Seed shape index	单粒重 Single seed weight	千粒重 1000-seed weight	海拔 Elevation	经度 Longitude	纬度 Latitude
种长 Seed length	1							
种宽 Seed width	0.37	1						
种形指数 Seed shape index	0.56**	−0.37	1					
单粒重 Single seed weight	0.73**	0.64**	0.12	1				
千粒重 1000-seed weight	0.66**	0.61**	0.06	0.95**	1			
海拔 Elevation	−0.40	−0.39	0.08	−0.44*	−0.42*	1		
经度 Longitude	−0.18	0.01	−0.14	−0.34	−0.41*	−0.08	1	
纬度 Latitude	−0.59**	−0.43*	−0.14	−0.59**	−0.61**	0.78**	0.33	1

* $P<0.05$, ** $P<0.01$.

表 4 铁橡栎种子形态特征影响因素主成分分析

Table 4 Principal component analysis on affecting factors of seed morphological characteristics of <i>Quercus cocCIFeroides</i> Hand								
主成分 Principal component	各因子特征向量 Eigenvector of each factor					特征值 Characteristic value	贡献率 Contribution rate/%	累计贡献 Accumulated contribution/%
	种长 Seed length	种宽 Seed width	种形指数 Seed shape index	单粒重 Single seed weight	千粒重 1000-seed weight			
	Seed length	Seed width	Seed shape index	Single seed weight	1000-seed weight			
1	0.4776	0.4032	0.1067	0.5558	0.5375	3.0335	60.6690	60.6690
2	0.3738	−0.4817	0.7872	−0.0449	−0.0807	1.4795	29.5901	90.2591

2.5 不同家系种子聚类分析

千粒重作为衡量种子质量的重要指标之一,也是一个重要的亲代特征指标,在种群划分和生

态型划分中起到重要作用^[12-13]。千粒重较高的种子其营养物质较丰富,它可为幼苗的高生长提供更多的营养^[14]。因此,以铁橡种子的单粒重和

千粒重为指标,采用最短距离(欧式距离)法,对铁橡栎 23 个家系进行聚类分析,由图 1 可以看出,供试的 5 个种群的 23 个家系可划分为 4 类。Ⅰ类包括燕子洞、黄龙寺两个种群的 13 号和 20 号家系,其单粒重和千粒重质量最大;Ⅱ类包括格安、燕子洞、黄龙寺 3 个种群的 1、15、18、21、22 和 23 号家系,单粒重和千粒重质量稍小于Ⅰ类;Ⅲ类包括格安、大山、李海寨、燕子洞 4 个种群的 2、3、6、7、8、9、10、11、12、14、16、17 和 19 号家系,其单粒重和千粒重质量中等;Ⅳ类包括格安、大山两个种群的 4 号和 5 号家系,其单粒重和千粒重质量最小。

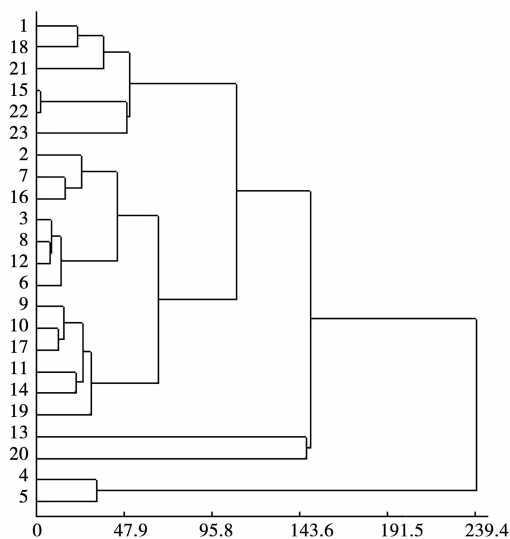


图 1 不同家系铁橡栎聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of different families of *Quercus coccifera*

3 结论与讨论

同一种源铁橡栎种子的种长、种宽、种形指数、单粒重及千粒重 5 个性状指标在家系间及种群间均存在着显著或极显著差异。说明其种子在个体间及种群间存在着丰富的遗传变异,从而为其优良家系的选择及良种选育提供了丰富的遗传材料。个体差异是家系间产生差异的原因,种群间的差异则是个体差异与环境、气候、种群特征(个体数量、郁闭度、面积等)、人为干扰等因素综合作用的结果。从 5 个种子性状的变异幅度及变异系数来看,种群间的变异要小于家系间的变异,但均以单粒重及千粒重最不稳定,变异幅度最大,其余 3 个性状更趋于稳定。这与张飞琳等^[7]、

邓丽丽等^[15]及常恩福等^[16]对太白山油松(*Pinus tabulaeformis*)、云南松(*P. yunnanensis*)不同类型群体及云南松与思茅松(*P. kesiya* var. *langbianensis*)杂交种种子形态变异研究中得出结果相近。相关分析结果表明,种子的形状主要受遗传控制,受环境影响较小,单粒重及千粒重质量受分布区海拔的影响存在垂直变异,种子的大小及质量则受热量控制而呈现出一定的地理性变异,说明铁橡栎对不同的生境具有广泛的适应性,而李斌等^[17]及李梅等^[18]的研究也表明物种在居群间的变异可真实反映其不同生境中的适应状况,变异大小在某种程度上说明了该物种对不同生境适应的广泛程度,即变异越大,其适应的环境就越广。但由于供试材料的局限性,其结果仍需通过不同种源种子形态的研究加以验证。

外界地理和气候环境条件与植物生长发育之间有着密切的联系,它不仅影响植物的生长,而且对种子的质量也有很大的影响^[19]。单粒重及千粒重与种长、种宽、海拔及纬度间存在着显著或极显著的相关关系,主成分分析结果显示单粒重及千粒重是影响种子形态特征的主要性状,聚类分析结果也出现了一定区域性,因此,可将单粒重及千粒重作为铁橡栎优良种质资源或优良家系早期快速筛选的指标。基于相关的分析结果,格安、燕子洞、黄龙寺 3 个种群的 1、13、15、18、20、21、22 和 23 号家系共 8 个家系属种子质量优良的家系,种长、种宽、单粒重及千粒重 4 个性状的均值均高于总体平均值,种子呈长圆形。就种群而言,则是燕子洞、黄龙寺两个种群。

种子特征的差异属表现型变异,是基因型与环境交互作用的结果^[19],影响铁橡栎种子品质的因素较多,不同家系的优良性状在种子特征的变异中并未得到完全体现,应通过不同种源种子特征及营养成分的研究及不同家系或种源的苗期试验和子代测定,以选择出其优良的性状及优良的家系或种源,并据此验证单粒重及千粒重作为铁橡栎优良种质或优良家系早期快速筛选的指标可靠性。在未得到可靠的研究结果之前,可优先选择种子质量优良的 9 个家系和两个种群作为采种母树和采种林分,以满足当地林业生态建设的种苗需求。

参考文献:

- [1] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1980.
- [2] 常恩福,李娅,李品荣,等. 不同育苗基质对铁橡栎和乌柏苗木生长的影响[J]. 西部林业科学,2018,47(3):56-62.
- [3] 史富强,袁逢珍. 开远市原生植被类型的垂直分布状况调查[J]. 西部林业科学,2007,36(3):50-55.
- [4] 陈少瑜,赵文书,张树红. 思茅松种子园遗传结构及遗传多样性[J]. 云南大学学报(自然科学版),2001,23(6):472-477.
- [5] 孙玉玲,李庆梅,杨敬元,等. 秦岭冷杉球果与种子的形态变异[J]. 生态学报,2005,25(1):176-181.
- [6] 徐亮,包维楷,何永华. 四个岷江柏种群的球果和种子形态特征及其地理空间差异[J]. 应用与环境生物学报,2004,10(6):707-711.
- [7] 张飞琳,郭美丽,齐天进,等. 太白山油松球果和种子形态变异分析[J]. 陕西林业科技,2007(4):1-4,28.
- [8] 刘志龙,虞木奎,唐罗忠,等. 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[J]. 植物资源与环境学报,2009,18(1):36-41.
- [9] 陈益泰,王树凤,陈雨春,等. 弗吉尼亚栎种子产量、脱落过程与种子形态特征的变异及稳定性[J]. 林业科学研究,2015,28(4):524-530.
- [10] 唐晓倩,刘广全,李庆梅,等. 八种落叶栎类种子形态特征比较分析[J]. 西北林学院学报,2012,27(4):60-64.
- [11] 唐晓倩,刘广全,王华田,等. 六种落叶栎类种子形态特征和营养含量之差异[J]. 国际沙棘研究与开发,2013,11(1):21-26.
- [12] 王小平,刘晶岚,王九龄,等. 白皮松种子及球果形态特征的地理变异[J]. 北京林业大学学报,1998,20(3):25-31.
- [13] 胡晋. 种子生物学[M]. 北京. 高等教育出版社,2006:11-14.
- [14] 杨旭,杨志玲,周彬清,等. 不同地理种源桔梗种子性状及苗期生长分析[J]. 植物资源与环境学报,2008,17(1):66-70.
- [15] 邓丽丽,张代敏,徐杨,等. 云南松不同类型群体种子形态及萌发特征比较[J]. 种子,2016,35(2):1-6.
- [16] 常恩福,李思广,李娅,等. 云南松与思茅松不同杂交组合球果和种子形态变异[J]. 西部林业科学,2017,46(6):8-14.
- [17] 李斌,顾万春,卢宝明. 白皮松天然群体种实性状表型多样性研究[J]. 生物多样性,2001,10(2):181-188.
- [18] 李梅,韩海荣,康峰峰,等. 山西灵空山辽东栎种群叶性状表型变异研究[J]. 北京林业大学学报,2005,27(5):10-16.
- [19] 张芸香,刘晶晶,郭晋平,等. 山西省文冠果种子形态特征及地理种源差异性研究[J]. 中国农学通报,2015,31(22):39-45.

Seed Morphological Characteristics and Variation of *Quercus coccoferoides* from the Same Provenance

ZHANG Qing¹, XIAO Gui-ying¹, LI Pin-rong^{2,3}, LI Ya², CHANG En-fu^{2,3}, DING Yu-xiong¹, HUANG Chun-liang¹, JING Yue-bo²

(1. Forestry Technology Extension Station of Jianshui County, Jianshui 654300, China; 2. Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650201, China; 3. Jianshui Station for Desert Ecological System Observation and Research, Jianshui 654399, China)

Abstract: In order to promote the early selection of fine families and breeding of fine varieties of *Quercus coccoferoides*, taking 23 families of 5 *Quercus coccoferoides* populations as study materials, through examining seed length, seed width, seed shape index, single seed weight and 1000-seed weight, the seed morphological characteristics and variation were analyzed. The results showed that between different families and populations, the differences of 5 examined indexes obtained significant ($P < 0.05$) or extreme significant ($P < 0.01$). The variation of single seed weight and 1000-seed weight were obvious, whereas seed length, seed width and seed index tended to stable, the variation between different population was lower than that in between different families. The shape of seed was mainly controlled by gene, whereas slightly affected by environmental factors. Single seed weight and 1000-seed weight showed vertical variation affected by elevation, latitude and longitude. The size and weight were controlled by heat conditions, showed the characteristics of geographic variation. Single weight and 1000-seed weight were the dominant parameters affecting the morphology of seed. Based on the correlation analysis, eight families respectively from Ge'an, Yanzidong and Huanglongsi were selected as quality families, quality populations were Yanzidong and Huanglongsi.

Keywords: karst area; *Quercus coccoferoides*; seed; morphological character; variation