

大别山野生川榛坚果主要性状分析及评价

王陆军^{1,2}, 赵天田¹, 马庆华¹, 肖正东², 王贵禧¹

(¹中国林业科学研究院林业研究所/国家林业局林木培育重点实验室/林木遗传育种国家重点实验室, 北京 100091;

²安徽省林业科学研究院, 合肥 230031)

摘要:本研究以大别山地区 96 份川榛种质资源为基础材料, 采用概率分级和因子分析的方法, 评价了川榛坚果 16 项数量性状和 9 项质量性状指标。结果表明: 川榛坚果数量性状的变异较为丰富, 变异幅度在 5.49% ~ 111.18%, 其中与产量直接相关的壳仁间隙(111.18%)、果仁质量(32.61%)、坚果质量(32.22%)、出仁率(26.60%)及壳腰厚度(25.46%)性状变异较大。经 K-S 检验表明, 供试性状除了果仁形状指数($P=0.007$)和壳仁间隙($P=0.003$)2 项指标外, 其他 14 项性状指标均符合正态分布。因子分析法提取了坚果大小因素、坚果出仁率因素及坚果饱满度因素, 初步构建川榛坚果性状综合评价指标。上述研究为川榛坚果性状的评价、描述和质量等级的建立提供参考依据。

关键词: 川榛; 数量性状; 质量性状; 概率分级

Analysis and Evaluation of the Major Nut Traits for *Corylus kweichowensis* in Dabie Mountain

WANG Lu-jun^{1,2}, ZHAO Tian-tian¹, MA Qin-hua¹, XIAO Zheng-dong², WANG Gui-xi¹

(¹Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry/Key Laboratory of Forestry Silviculture of State Forestry Administration/State Key Laboratory of Tree Genetics and Breeding, Beijing 100091;

²Anhui Academy of Forestry, Hefei 230031)

Abstract: 96 accessions of *C. kweichowensis* H. H. Hu collected from Dabie mountain were investigated for nut traits including 16 quantitative traits and 9 qualitative traits. Both probability classification and factor analysis methods were employed to evaluate the traits. The results showed that the variation of quantitative traits were relatively abundant, ranged from 5.49% to 111.18%. The quantitative traits relevant to nut yield had obvious variation, including shell kernel clearance (111.18%), kernel quality (32.61%), nut quality (32.22%), kernel mass percentage (26.60%) and shell thickness (25.46%). K-S test showed that 14 nut quantitative traits follow normal distribution with the significance value higher than 0.05 except for kernel shape index and shell kernel clearance. Factor analysis method extracted nut size factor, nut kernel mass percentage factor and nut plumpness from 16 quantitative traits, which preliminary built comprehensive evaluation index of nut quantitative traits for *C. kweichowensis* H. H. Hu. The study will provide a reference for evaluation, description and data standardization of nut traits for *C. kweichowensis* H. H. Hu.

Key words: *C. kweichowensis* H. H. Hu; quantitative trait; qualitative trait; probability classification

榛为榛科 (Corylaceae) 榛属 (*Corylus* L.) 植物, 原产我国榛属植物有 8 个种和 2 个变种。全国野生世界四大坚果之一。世界上榛属植物约有 20 种, 生榛子面积约 167 万 hm^2 ^[1], 据中国经济林协会榛

收稿日期: 2016-10-13 修回日期: 2016-11-04 网络出版日期: 2017-04-05

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20170405.1420.002.html>

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金 (CAFYBB2017ZA004-9); 国家自然科学基金 (31500555); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金 (CAFYBB2016QB003)

第一作者研究方向为经济林栽培及育种研究。E-mail: wanglujun1984@126.com

通信作者: 王贵禧, 研究方向为主要从事经济林与果品生物学研究。E-mail: wanggx0114@126.com

子分会统计,人工栽培的平欧杂种榛面积约 2.67 万 hm^2 。仅平榛和平欧杂种榛有大规模的商业栽培,栽培地主要位于东北地区,其他榛子基本处于野生资源状态^[1]。川榛(*C. kweichowensis* H. H. Hu)是我国榛属植物资源中特有的一个种,其分布十分广泛,主要分布于甘肃、陕西、四川、贵州、山东、湖北、湖南、河南、安徽、江苏、浙江、宁夏、重庆及上海等省、市和自治区^[1-2]。目前国内对川榛资源的开发利用和研究较少^[3],受人类活动干扰、物种竞争和气候环境变化的影响,川榛种质资源遗失现象十分严重。

种质资源是植物育种的物质基础,掌握种质资源越多,越有利于育种工作的开展。资源评价是果树种质资源工作的中心环节^[3]。在榛属种质资源描述与评价方面,国外榛子园艺化栽培和产业化发展较早,M. M. Thompson 等^[4]于 1978 年对欧榛的 39 个性状进行了研究,并首次提出了欧榛的评价系统,为榛子育种与评价工作提供了参考依据。借鉴国外相关经验,国内有关专家^[1,5-7]相继对平榛、平欧杂种榛及其他榛属植物进行了果实、叶片、花等性状描述与评价系统的研究。但在川榛资源性状评价,尤其是川榛坚果性状评价与分级工作的研究尚属空白。本研究以大别山地区野生川榛种质资源为研究材料,测定坚果数量性状和质量性状指标,采用概率分级和因子分析的方法,初步评价野生川榛资源坚果性状,以期为川榛种质资源评价、核心种质构建、优良单株选择及杂交育种中亲本选择利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

材料来源于安徽省林业科学研究院川榛种质资

源圃,该资源圃位于六安市霍邱县看花楼林场。川榛种质资源于 2012 年从安徽省大别山区川榛主要分布区的岳西县、金寨县和霍山县收集,共收集 727 份资源,目前存活 499 份,定植株行距为 3 m × 3 m,已于 2014 年相继开花和结果。2015 年 9 月下旬,待果实充分成熟时,共采集 96 份川榛果实材料。

试验地概况,看花楼林场地处 31°47'25"N, 116°2'55"E,海拔 92 m。属北亚热带湿润季风气候区,具有明显的过渡带特点,气候温和、雨量充沛、日光充足、无霜期长、四季分明、夏季炎热多雨、冬季寒冷干燥,年均降雨量 1093.5 mm,多年平均气温 16.7℃,绝对最高气温 41.0℃,绝对最低气温 -18.9℃,多年平均相对湿度 76%,土壤为黄棕壤, pH 值为 6.0~7.0。

1.2 方法

每份样品选取具有代表性的坚果 30 粒,调查坚果和果仁的纵、横、侧径及单果质量和仁质量,测量果壳腰厚度,并计算出仁率^[8]。坚果的纵、横、侧径和壳腰厚度用游标卡尺测量,坚果质量和果仁质量使用分析天平测量。坚果和种仁的描述性指标参考《中国果树志:板栗榛子卷》中的方法^[1],评价指标见表 1。参考 S. A. Mehlenbacher^[9]的指标定义和测定方法:纵径指顶部至基部的距离,横径指缝合线之间的距离,侧径指与横径垂直的距离,坚果和果仁的三径均值为纵、横、侧径的平均值;形状指数 = (横径 + 纵径)/2 × 侧径;果腔系数 = 果仁三径均值/(坚果三径均值 - 2 × 壳腰厚度);壳仁间隙 = 坚果三径均值 - 2 × 壳腰厚度 - 果仁三径均值;出仁率 = 果仁质量/坚果质量 × 100%;坚果和果仁整齐度以其品种(系)三径均值的变异系数表示。脱皮率的计算^[8]:样品果仁经烘箱统一烤制(135℃,40 min),用手搓去种皮,观察并统计脱皮率。

表 1 川榛种质资源描述项目及评价标准

Table 1 The morphological traits and their evaluation criterion for *C. kweichowensis* H. H. Hu germplasm

编号 Number	性状 Traits	评价标准 Assessment criterion
1	坚果形状	1:扁圆形;2:圆锥形;3:圆形;4:椭圆形;5:长圆形
2	坚果外壳颜色	1:黄;2:黄褐;3:金黄褐;4:红褐;5:褐
3	坚果种皮颜色	1:黄白;2:黄;3:金黄;4:黄褐;5:紫红
4	果顶形状	1:平;2:尖;3:圆
5	果基形状	1:平;2:尖;3:圆
6	果面条纹	1:无或不明显;2:较明显;3:明显;4:沟纹
7	果面茸毛	1:无;2:有
8	果仁光洁度	1:粗糙;2:较粗糙;3:较光洁;4:光洁
9	脱皮程度	1 级:0~25%;2 级:26%~50%;3 级:51%~75%;4 级:76%~100%

1.3 数据处理、转化及统计

坚果主要数量概率分布统计分析:使用 Excel 2007和 SPSS 20.0 软件统计各个样品数量性状数据,用 K-S 检验法检验各数量性状是否符合正态分布。对于遵从正态分布的性状,参照刘孟军^[10]的概率分级方法,用 $(X - 1.2818S)$ 、 $(X - 0.5246S)$ 、 $(X + 0.5246S)$ 、 $(X + 1.2818S)$ 4 个点分成 5 级,使 1 ~ 5 级出现的概率依次为 10%、20%、40%、20%、10%。

坚果性状因子分析:因子分析前,使用隶属函数法对原始数据进行转化^[11]:正相关指标(坚果和种仁质量、3 径均值、出仁率和果腔系数)依据公式 1,负相关指标(壳腰厚度和壳仁间隙)依据公式 2,坚果和种仁的形状指数使用梯形隶属函数,即形状指数在 1.00 ± 0.05 之间取值为 1,形状指数小于 0.95 时依据公式 1,形状指数大于 1.05 时依据公式 2。使用 SPSS 20.0 软件进行相关分析和因子分析^[12]。

$$U_{in} = (X_{in} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin}) \quad (1)$$

$$U'_{in} = 1 - (X_{in} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin}) \quad (2)$$

U_{in} 和 U'_{in} 分别指第 n 个样品第 i 个指标的原始

数据经转化后的隶属函数值; X_{in} 指第 n 个样品第 i 个指标的原始测定结果; X_{imax} 和 X_{imin} 分别指样品组中第 i 个指标的最大和最小值。

2 结果与分析

2.1 川榛坚果主要数量性状变异及相关性情况

对 96 份大别山地区野生川榛种质资源果实进行 16 项指标测定(表 2),结果显示,川榛坚果平均质量 1.31 g,最大为 2.48 g,最小为 0.46 g;坚果三径平均值 13.47 mm,最大为 16.60 mm,最小为 9.98 mm;果仁平均质量 0.46 g,最大为 0.78 g,最小为 0.18 g;果仁三径平均值 9.77 mm,最大为 12.17 mm,最小为 7.15 mm;坚果平均壳腰厚度 1.73 mm,范围 0.81 ~ 2.89 mm;平均出仁率 36.18%,最高为 60.00%,最低为 21.54%;平均坚果形状指数 1.13,果腔系数 0.98;16 个数量性状的变异系数在 5.49% ~ 111.18% 之间,其中与产量直接相关的壳仁间隙(111.18%)、果仁质量(32.61%)、坚果质量(32.22%)、出仁率(26.60%)及壳腰厚度(25.46%)等性状变异较大,说明了川榛果实部分经济性状蕴含着较大的选择潜力。

表 2 川榛坚果数量性状变异情况

Table 2 Variation of 16 quantitative traits of *C. kweichowensis* H. H. Hu

坚果指标 Nut indicators	最小值 Min.	最大值 Max.	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数(%) CV
坚果纵径(mm) Nut longitudinal diameter	11.32	16.77	13.84	1.10	7.95
坚果横径(mm) Nut transverse diameter	9.62	18.24	14.09	1.67	11.83
坚果侧径(mm) Nut side diameter	7.71	16.25	12.46	1.76	14.09
坚果三径值(mm) Nut size	9.98	16.60	13.47	1.31	9.74
坚果形状指数 Nut shape index	0.97	1.45	1.13	0.11	9.85
果仁纵径(mm) Kernel longitudinal diameter	8.02	12.45	10.20	1.03	10.07
果仁横径(mm) Kernel transverse diameter	7.16	13.25	10.24	1.39	13.63
果仁侧径(mm) Kernel side diameter	5.39	11.71	8.87	1.34	15.10
果仁三径均值(mm) Kernel size	7.15	12.17	9.77	1.11	11.34
果仁形状指数 Kernel shape index	0.93	1.63	1.16	0.11	9.24
壳腰厚度(mm) Shell thickness	0.81	2.89	1.73	0.44	25.46
壳仁间隙 Shell kernel clearance	0.00	1.74	0.34	0.38	111.18
果腔系数 Kernel plumpness	0.82	1.14	0.98	0.05	5.49
坚果质量(g) Nut quality	0.46	2.48	1.31	0.42	32.22
果仁质量(g) Kernel quality	0.18	0.78	0.46	0.15	32.61
出仁率(%) Kernel mass percentage	21.54	60.00	36.18	9.62	26.60

通过对川榛坚果主要数量性状之间进行相关分析,发现指标之间存在不同程度相关性(表 3)。坚果

三径均值与果仁直径(果仁横、纵、侧径)、壳腰厚度、果仁质量及坚果质量呈极显著正相关,表明坚果

表 3 川榛坚果数量性状相关分析

Table 3 Correlation analysis of 16 quantitative traits of *C. kweichowensis* H. H. Hu

性状 Traits	坚果纵径 Nut longitudinal diameter	坚果横径 Nut transverse diameter	坚果侧径 Nut side diameter	坚果 三径均值 Nut size	坚果 形状指数 Nut shape index	果仁纵径 Kernel longitudinal diameter	果仁横径 Kernel transverse diameter	果仁侧径 Kernel side diameter	果仁 三径均值 Kernel size	果仁 形状指数 Kernel shape index	壳腰厚度 Shell thickness	壳仁间隙 Shell kernel clearance	果腔系数 Kernel plumpness	果仁质量 Kernel quality	坚果质量 Nut quality	出仁率 Kernel mass percentage
坚果纵径	1															
坚果横径	0.451 **	1														
坚果侧径	0.350 **	0.920 **	1													
坚果三径均值	0.627 **	0.961 **	0.934 **	1												
坚果形状指数	0.181	-0.610 **	-0.822 **	-0.575 **	1											
果仁纵径	0.901 **	0.327 **	0.222 *	0.489 **	0.276 **	1										
果仁横径	0.537 **	0.865 **	0.755 **	0.854 **	-0.395 **	0.490 **	1									
果仁侧径	0.539 **	0.794 **	0.738 **	0.817 **	-0.414 **	0.539 **	0.899 **	1								
果仁三径均值	0.722 **	0.784 **	0.683 **	0.839 **	-0.247 *	0.732 **	0.934 **	0.947 **	1							
果仁形状指数	-0.013	-0.550 **	-0.604 **	-0.507 **	0.614 **	0.013	-0.532 **	-0.763 **	-0.527 **	1						
壳腰厚度	-0.023	0.602 **	0.692 **	0.558 **	-0.715 **	-0.190	0.257 *	0.225 *	0.140	-0.345 **	1					
壳仁间隙	0.025	-0.275 **	-0.290 **	-0.239 *	0.300 **	-0.058	-0.292 **	-0.362 **	-0.286 **	0.439 **	-0.540 **	1				
果腔系数	-0.052	0.306 **	0.309 **	0.253 *	-0.307 **	0.023	0.316 **	0.376 **	0.292 **	-0.453 **	0.593 **	-0.892 **	1			
果仁质量	0.678 **	0.739 **	0.639 **	0.788 **	-0.222 *	0.679 **	0.873 **	0.889 **	0.935 **	-0.490 **	0.095	-0.200	0.205 *	1		
坚果质量	0.522 **	0.940 **	0.918 **	0.954 **	-0.594 **	0.402 **	0.819 **	0.779 **	0.782 **	-0.518 **	0.631 **	-0.351 **	0.363 **	0.752 **	1	
出仁率	0.220 *	-0.338 **	-0.448 **	-0.282 **	0.601 **	0.390 **	0.023	0.105	0.173	0.074	-0.793 **	0.260 *	-0.256 *	0.296 **	-0.369 **	1

* 表示在 0.05 水平相关性显著; ** 表示在 0.01 水平相关性极显著

* refers to significant difference at the 0.05 level, while ** refers to extremely significant difference at the 0.01 level

越大果仁越大、壳腰越厚及坚果质量和果仁质量越高。坚果形状指数与果仁形状指数呈极显著正相关,说明坚果形状直接影响果仁形状;出仁率与果仁质量及果仁纵径和坚果形状指数呈极显著正相关,但与坚果质量、壳腰厚度呈极显著负相关,说明果仁越饱满出仁率越高,但是坚果越大导致壳腰厚度越厚反而造成出仁率下降。

2.2 川榛坚果数量性状的正态性检验和概率分级

通过 SPSS 20.0 软件对 16 项性状指标的数据进行 K-S 检验正态检验分析,结果表明,除了果仁形状

指数($P=0.007$)和壳仁间隙($P=0.003$)2 项指标外,其他 14 项性状指标均符合正态分布。对于符合正态分布的 14 个指标,参照刘孟军^[10]的分级标准方法进行 4 点 5 级划分(表 4),川榛坚果数量性状概率分布如图 1。本研究以 0.77、1.09、1.54 和 1.85 为 4 个分点,将川榛的坚果质量分为极低、较低、中、高和特大 5 级;以 23.84、31.13、41.23 和 48.50 为 4 个分点,将川榛的出仁率分为较低、低、中、较高和高 5 级。本研究中川榛果腔系数 90% 以上大于 0.80,说明大部分川榛种质的果仁饱满度极高。

表 4 川榛坚果数量性状分级标准

Table 4 The classification standards of quantitative traits of *C. kweichowensis* H. H. Hu

性状 Traits	分级标准 Classification standards				
	1	2	3	4	5
坚果纵径(mm) Nut longitudinal diameter	极小(≤ 12.43)	较小(12.44 ~ 13.27)	中(13.28 ~ 14.42)	大(14.43 ~ 15.24)	特大(≥ 15.25)
坚果横径(mm) Nut transverse diameter	极小(≤ 11.96)	较小(11.96 ~ 13.22)	中(13.23 ~ 14.97)	大(14.98 ~ 16.22)	特大(≥ 16.23)
坚果侧径(mm) Nut side diameter	极小(≤ 10.21)	较小(10.22 ~ 11.54)	中(11.55 ~ 13.39)	大(13.40 ~ 14.71)	特大(≥ 14.72)
坚果三径(mm) Nut size	极小(≤ 11.79)	较小(11.80 ~ 12.78)	中(12.79 ~ 14.15)	大(14.16 ~ 15.14)	特大(≥ 15.15)
坚果质量(g) Nut quality	极低(≤ 0.77)	较低(0.78 ~ 1.09)	中(1.10 ~ 1.54)	高(1.55 ~ 1.85)	特大(≥ 1.86)
果仁纵径(mm) Kernel longitudinal diameter	极小(≤ 8.88)	较小(8.89 ~ 9.66)	中(9.67 ~ 10.74)	大(10.75 ~ 11.51)	特大(≥ 11.52)
果仁横径(mm) Kernel transverse diameter	极小(≤ 8.45)	较小(8.46 ~ 9.50)	中(9.51 ~ 10.97)	大(10.98 ~ 12.01)	特大(≥ 12.02)
果仁侧径(mm) Kernel side diameter	极小(≤ 7.15)	较小(7.16 ~ 8.17)	中(8.18 ~ 9.57)	大(9.58 ~ 10.58)	特大(≥ 10.59)
果仁三径(mm) Kernel size	极低(≤ 8.35)	较低(8.36 ~ 9.19)	中(9.20 ~ 10.35)	高(10.36 ~ 11.18)	特大(≥ 11.19)
果仁质量(g) Kernel quality	极小(≤ 0.26)	较小(0.27 ~ 0.38)	中(0.39 ~ 0.54)	较大(0.55 ~ 0.65)	特大(≥ 0.66)
壳腰厚度(mm) Shell thickness	薄(≤ 1.17)	较薄(1.18 ~ 1.50)	中(1.51 ~ 1.96)	较厚(1.97 ~ 2.29)	厚(≥ 2.30)
出仁率(%) Kernel mass percentage	较低(≤ 23.84)	低(23.85 ~ 31.13)	中(31.14 ~ 41.23)	较高(41.24 ~ 48.50)	高(≥ 48.51)
果腔系数 Kernel plumpness	≤ 0.91	0.92 ~ 0.95	0.96 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	≥ 1.05
坚果形状指数 Nut shape index	≤ 0.99	1.00 ~ 1.08	1.09 ~ 1.19	1.20 ~ 1.27	≥ 1.28

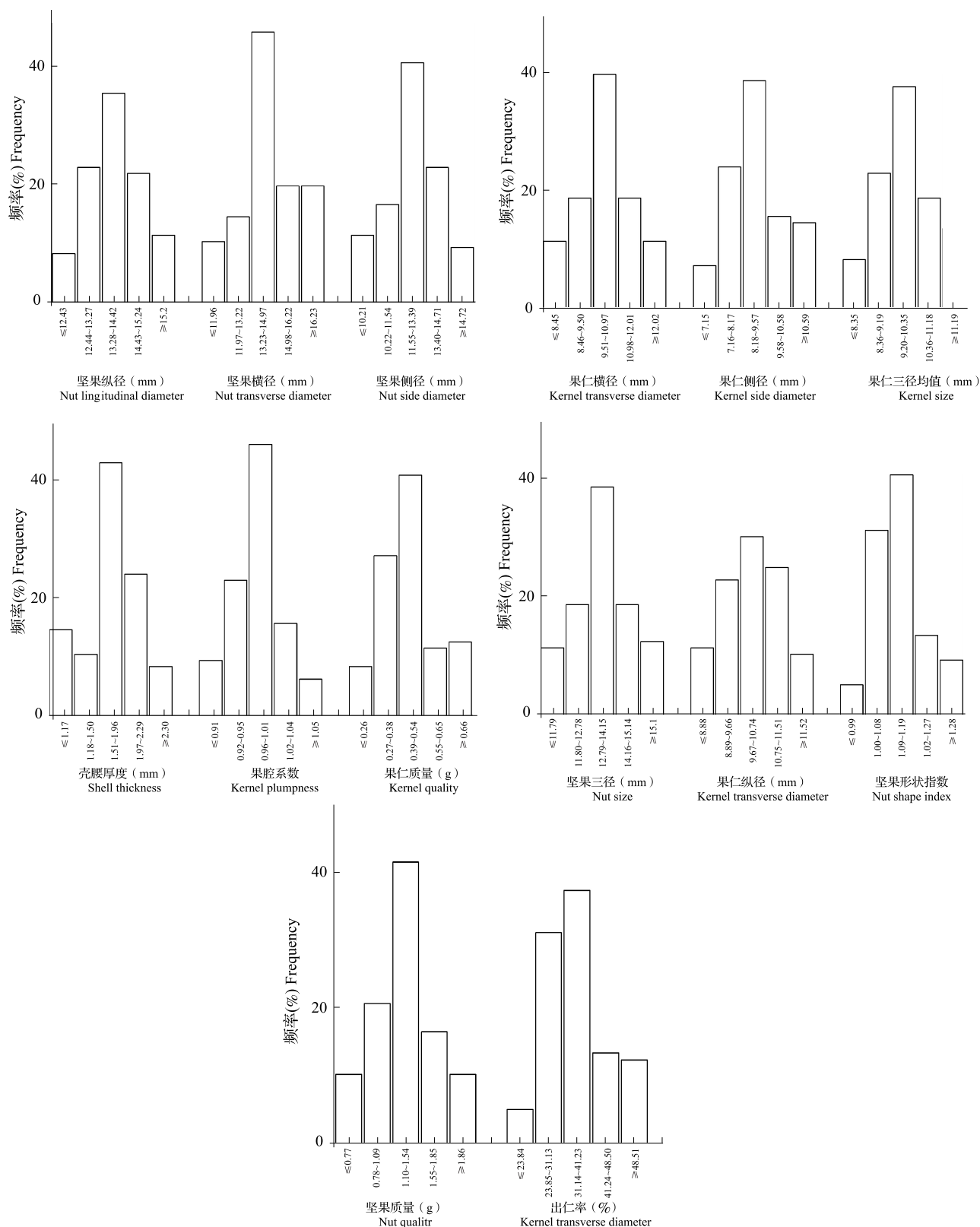


图 1 川榛坚果数量性状概率分级

Fig. 1 The probability classification of quantitative traits of *C. kweichowensis* H. H. Hu

由图 1 所示,坚果三径均值在 12.79 ~ 14.15 mm 间的频率占 38.54%;坚果形状指数在 1.00 ~ 1.08 间频率为 31.25%,结果显示所调查果实中有 31.25% 接近圆形;果仁三径均值在 9.20 ~ 10.35 mm 之间的频率占 37.5%;壳腰厚度主要集中分布在 1.51 ~ 2.29 mm 之间,占 66.7%;果腔系数越接近 1 代表着果实越饱满,在 0.92 ~ 1.04 之间占 79.2%;坚果质量在第 1 级 (≤ 0.77 g) 的频率占 10.4%,第 2 级 ($0.78 \text{ g} \leq m \leq 1.09 \text{ g}$) 占 20.8%,第 3 级 ($1.10 \text{ g} \leq m \leq 1.54 \text{ g}$) 占 41.7%,第 4 级 ($1.55 \text{ g} \leq m \leq 1.85 \text{ g}$) 占 16.7%,第 5 级 ($\geq 1.86 \text{ g}$) 占 10.4%;果仁质量在 0.27 ~ 0.54 g 之间占 67.7%;出仁率在 23.85% ~ 41.23% 之间占 68.8%。

表 5 川榛坚果主要数量性状因子分析

Table 5 Factor analysis of quantitative traits of *C. kweichowensis* H. H. Hu

性状 Traits	公因子 Factor		
	1	2	3
坚果质量 Nut quality	0.866	-0.424	0.082
坚果三径均值 Nut size	0.910	-0.357	-0.033
果形指数 Nut shape index	0.438	-0.742	0.069
壳腰厚度 Shell thickness	-0.260	0.847	-0.369
果仁质量 Kernel quality	0.957	0.221	0.035
果仁三径均值 Kernel size	0.953	0.155	0.108
果仁指数 Kernel shape index	0.517	-0.165	0.282
出仁率 Kernel mass percentage	0.084	0.949	-0.083
壳仁间隙 Shell kernel clearance	0.213	-0.188	0.924
果腔系数 Kernel plumpness	0.222	-0.204	0.920
贡献率(%) Contribution rate	49.662	22.982	13.681
累积贡献率(%) Accumulative contribution rate	49.662	72.644	86.325

2.4 大别山川榛种质资源坚果质量性状评价

大别山野生川榛种质资源的坚果质量性状变异情况如图 2。脱皮程度作为榛子产品加工的一项重要指标,也是选择优良品种的重要指标。图 2 中坚果脱皮率达到 4 级的占 8.3%,绝大多数坚果果仁不易脱皮;坚果形状有 4 种类型,依次为扁圆型(52.0%)、圆型(31.3%)、圆锥型(14.6%)及椭圆型(2.1%);坚果颜色主要类型为黄色(71.9%),其

2.3 川榛坚果主要数量性状因子分析

通过 SPSS 20.0 对川榛坚果 10 个数量性状指标进行因子分析,因子分析之前对所有数据进行标准化处理,得出各公因子的载荷值、特征值及贡献率。从表 5 中可以看出,第 1 公因子、第 2 公因子和第 3 公因子的贡献率分别占总贡献率的 49.662%、22.982% 和 13.681%,其累积贡献率占总贡献率的 86.325%,已能反映川榛坚果性状的主要信息。第 1 公因子中,坚果质量、果仁质量、坚果三径均值和果仁三径均值载荷值较大,称为坚果大小因素;第 2 公因子中出仁率和壳腰厚度载荷值较大,这 2 个指标与出仁量有关系,称为出仁率因素;第 3 公因子中壳仁间隙和果腔系数载荷值较大,这些指标代表了坚果饱满度,称为坚果饱满度因素。

他依次有黄褐色、红褐色及褐色;种皮颜色有 5 种,依次为黄色、黄褐色、金黄色、紫红色及黄白色;果顶形状主要是平,其次为尖;川榛坚果果基形状仅有平;果面条纹类型以明显为主,依次为无、较明显、沟纹;果面茸毛分为有和无 2 类,其中果面具有茸毛占 86.5%;果仁光洁度以光洁(种皮表面完全没有附着物)为主要类型,依次为较光洁、粗糙及较粗糙。

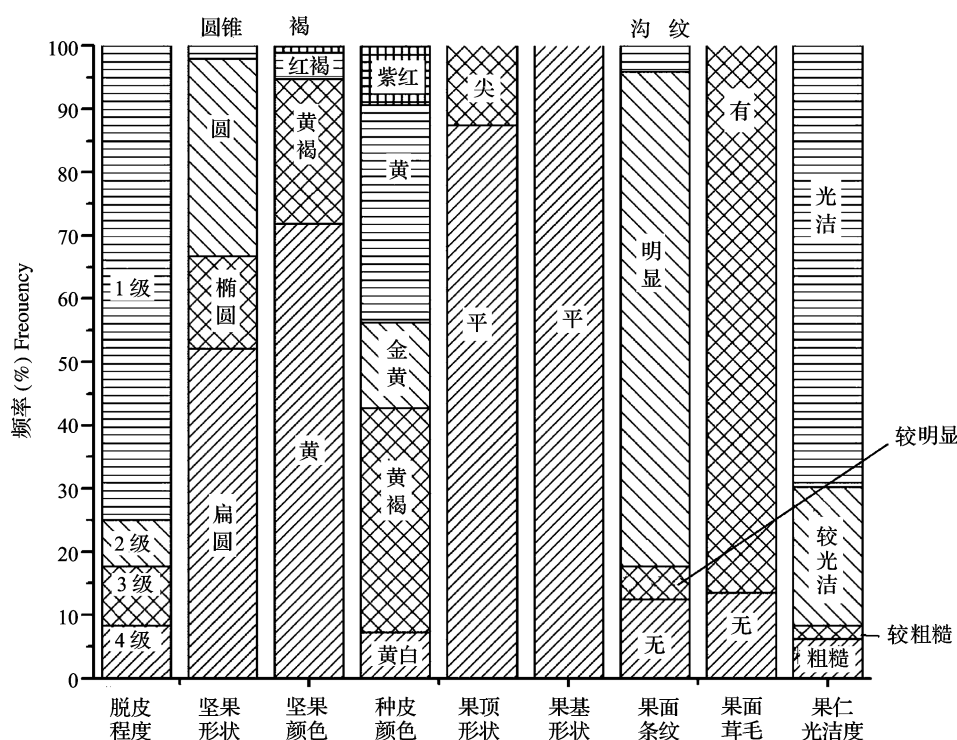


图2 川榛坚果质量性状变异类型分布频率图

Fig. 2 The variation distributions of nut qualitative traits of *C. kweichowensis* H. H. Hu

3 讨论

川榛资源广泛分布于我国 15 个省、市及自治区,集中分布于秦岭、伏牛山、大别山和大巴山等山区,长期以来处于野生状态,一直未被有效开发利用。川榛是目前最有可能和最前途在亚热带地区广泛栽培的榛属植物,种质资源收集和评价是利用川榛资源的基础。国内学者对川榛资源的研究较少,作为优质的干果树种,川榛坚果数量和质量性状及评价工作一直未见报道。本研究材料选择在川榛资源较为丰富的大别山区,通过对大别山区 96 份野生川榛资源坚果主要数量和质量性状描述、概率分级及评价工作,较全面地研究了野生川榛坚果性状,研究结果将为有效开发利用川榛资源提供依据。

本文通过对大别山区野生川榛资源坚果 16 项性状指标分析,与本课题组之前对川榛近缘种平榛坚果性状指标^[13]比较,结果发现 13 项指标接近。性状变异频率是遗传多样性数量化体现,变异系数越大,说明在资源选择方面的余地越大^[14];某个性状变异系数越大,利用该性状鉴别品种的可能性就越大^[15-16]。本研究中 16 项坚果指标呈现不同变异

情况,其中与产量直接相关的壳仁间隙、果仁质量、坚果质量、出仁率及壳腰厚度等性状变异较大,在选择品种时应予以重视。

数量性状的合理分级对种质资源的科学利用具有重要的指导价值^[17]。刘孟军^[10,18]在桃和枣上应用概率分级的方法,对其主要数量性状进行了分级,获得了很好的结果。本文研究对野生川榛种质资源开展了坚果数量性状概率分级和坚果质量性状评价工作,对符合正态分布的 14 项数量性状指标进行了 5 级划分,并对照《榛子坚果平榛、平欧杂种榛》(LY/T 1650-2005)行业标准划分平榛坚果质量等级,约有 40 份川榛资源的单果质量达到了平榛的特等级别(≥ 1.3 g),超过 90% 的川榛果腔系数大于 0.80,说明野生川榛资源大果型数量多且坚果饱满度极高。根据上述分析指标,初步筛选出大别山地区的果大和饱满的川榛优良单株 5 个;通过对川榛坚果质量性状描述,全面了解了川榛坚果颜色、形状、果顶和果基形状、果面条纹、果仁茸毛及脱皮程度等质量性状,为加工型品种选育和育种提供了基础依据。另外,本文通过因子分析法对川榛坚果主要数量性状进行分析,提取了 3 个公因子,根据贡献率大小依次为坚果大小因素、坚果出仁

率因素及坚果饱满度因素,初步构建川榛坚果性状综合评价指标,根据3个因素可以快速的评价和初选单株。川榛的坚果除了作为食用以外,还可以榨油,是一种油脂质量很好的木本油料树种。本文研究对川榛坚果主要数量和质量性状进行了描述和评价工作,未对川榛坚果营养成分、油脂理化性质及脂肪酸组成等指标进行测定和评价。在今后研究工作中应该加入上述指标以对川榛坚果的特性做进一步的综合评价分析。

参考文献

- [1] 张宇和,柳璐,梁维坚,等. 中国果树志:板栗榛子卷[M]. 北京:中国林业出版社,2005:202
- [2] 马庆华,霍宏亮,陈新,等. 川榛遗传资源分类、分布及其研究利用现状分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(6):1223-1231
- [3] 景士西. 关于编制我国果树种质资源评价系统若干问题的商榷[J]. 园艺学报,1993,20(4):353-357
- [4] Thompson M M, Romisondo P, Germain E, et al. An evaluation system for Filberts (*Corylus avellana* L.) [J]. Hortscience, 1978 (13):514-517
- [5] 王明启,彭立新,吴榜华,等. 榛属种质资源性状描述系统研究[J]. 林业科学,1999(6):52-57
- [6] 解明,郑金利. 平榛坚果质量评价体系的建立[C]//第四届干果生产、科研进展研讨会论文集:干果研究进展(4). 北京:中国农业科学技术出版社,2005:109-111
- [7] 解明,郑金利. 平欧杂种榛资源评价评估系统研究[J]. 辽宁林业科技,2009(2):16-18
- [8] 艾吉尔·阿不拉,马庆华,王贵禧,等. 仁用加工型平欧杂种榛品种(系)的坚果经济性状[J]. 林业科学,2013,49(7):175-182
- [9] Mehlenbacher S A. Hazelnuts (*Corylus*) [J]. Acta Hort, 1991, 290:791-836
- [10] 刘孟军. 枣树数量性状的概率分级研究[J]. 园艺学报,1996,23(2):105-109
- [11] 谢季坚,刘承平. 模糊数学方法及其应用[M]. 武昌:华中科技大学出版社,2001:52
- [12] 杜强,贾丽艳. SPSS 统计分析[M]. 北京:人民邮电出版社,2011:271
- [13] 李京璟,马庆华,陈新,等. 平榛种质资源坚果农艺性状鉴定与评价研究[J]. 植物遗传资源学报,2016,17(3):483-490
- [14] 王力荣,朱更瑞,方伟超. 桃种质资源果实数量性状评价指标探讨[J]. 园艺学报,2005,32(1):1-5
- [25] 王昆,刘凤之,肖艳宏,等. 苹果种质资源果实数量性状评价分析[J]. 中国果树,2007(5):14-17
- [16] 王述民,李立会,黎裕,等. 中国粮食和农业植物遗传资源状况报告 II[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(2):167-177
- [17] 杨雷,周俊义,刘平,等. 酸枣种质资源果实主要数量性状变异及概率分级[J]. 河北农业大学学报,2006,29(1):34-37
- [18] 刘孟军. 桃树部分经济性状的种内变异及其分级标准研究[J]. 北京农学院学报,1992,7(2):98-104