

“石棉巨型”核桃主要经济性状研究

孙 权¹, 肖千文¹, 罗永飞², 张志才², 廖运洪³

(1. 四川农业大学 林学院, 四川 雅安 625014; 2. 石棉县林业局, 四川 石棉 625400; 3. 绵竹市林业局, 四川 绵竹 618200)

摘 要:在资源调查的基础上, 针对“石棉巨型”核桃及“川早 1 号”、“川早 2 号”、“川早 3 号”、“双早”、“蜀玲”核桃的腹径、缝径、果高、壳厚、单果重、仁重、出仁率、粗脂肪含量、粗蛋白含量 9 个主要经济性状指标, 采用相关性分析、主成分分析及聚类分析等方法, 对绵竹县核桃资源进行综合评判。结果表明:“石棉巨型”核桃坚果大小明显高于其它 5 个杂交早实核桃良种, 表现出巨型果的优势, 在出仁率、粗脂肪含量等方面表现良好; 壳厚、单果重、仁重两两呈极显著正相关。主成分分析结果表明, 6 个核桃样本主成分综合得分依次为:“石棉巨型”>“川早 3 号”>“川早 2 号”>“川早 1 号”>“双早”>“蜀玲”。聚类分析得出, “石棉巨型”核桃单独聚为一类, 其它 5 个品种聚为另一类, 表明巨型核桃与其它 5 个品种表现出较远的亲缘关系。

关键词:巨型核桃; 经济性状; 相关性分析; 主成分分析; 聚类分析

中图分类号:S 662.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)18-0015-04

核桃(*Juglans regia* L.) 属胡桃科(Juglandaceae) 胡桃属(*Juglans*) 植物, 古称胡桃或羌桃, 与扁桃、腰果、榛子并列为世界四大干果^[1]。中国是世界核桃起源地之一, 栽培历史悠久, 已有 2 000 多年的栽培历史, 现有 7 属 28 种。核桃是一种珍贵的木本油料果树^[2], 其种仁营养丰富, 具有温肺润肠、健脑益智、补气养血、润燥化痰等功效, 是一种集脂肪、蛋白质、糖类、纤维素、维生素等五大营养要素于一体的优良干果类食物^[3], 核桃蛋白质因其消化率和净蛋白比值较高而系优质蛋白, 且含有 9 种人体不能自身合成而需要从饮食中获得的必需氨基酸^[4], 具有较高的营养价值。此外, 核桃种仁中的亚油酸甘油酯及亚麻酸、油酸甘油酯等成分是维持膜流动性的重要物质, 有利于细胞膜的酶促反应, 可降低血清中的胆固醇, 对减低脂质过氧化程度有着积极的作用; 所含磷脂有补脑作用, 是神经细胞新陈代谢的基本物质, 被称为天然脑黄金^[5]。近年来, 随着生产水平的提高和人们营养观念的改变, 核桃的营养价值越来越受到人们重视^[6], 核桃的市场需求也越来越大, 核桃价格呈直线上升, 核桃资源的利用也日益受到重视。我国核桃品种化栽培起步较晚, 选育

高产、优质、适应性强的品种依然是我国核桃产业发展面临的迫切问题^[7-9]。

石棉地处我国重要气候分界线—泥巴山以南。泥巴山对气象因子的二次分配, 形成了明显的地理气候分界线, 气候分异导致植物变异, 物种变异造就出丰富的育种资源, 也使得当地核桃良莠差异巨大。选育、开发、利用地方核桃优良种质资源, 无性系扩繁与造林, 是石棉核桃产业建设极为重要的基础工作, 对加快灾后恢复重建, 助农民增收, 顺应生态调整山区农业产业结构, 打造可持续发展的核桃产业体系具有深远意义。为此, 该试验依据核桃丰产与坚果品质国家标准(GB7907-87), 对“石棉巨型”核桃及 5 个其它早实核桃良种“川早 1 号”、“川早 2 号”、“川早 3 号”、“双早”、“蜀玲”主要经济性状进行研究, 综合评判“石棉巨型”核桃品质优劣, 以期对四川省石棉县的品种选育及优质核桃资源的开发提供基础依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

“川早 1 号”(国 R-SV-JS-004-2010), 产自青白江良种繁育基地, 拉丁学名(*Juglans sigillata* Dode × *Juglans regia* L.); “川早 2 号”(川 R-SC-JSJR-001-2009), 产自青白江良种繁育基地, 拉丁学名(*Juglans regia* L. × *Juglans sigillata* Dode × *Juglans regia* L.); “川早 3 号”(川 R-SC-JSJR-007-2010), 产自青白江良种繁育基地, 拉丁学名(*J. regia* × *J. sigillata*) × *J. regia* ‘Shuoxing’ ‘Chuanzao3’; “双早”(川 R-SC-JSJR-002-2009), 产自金堂良种繁育基地, 拉丁学名(*Juglans regia* L. × *Juglans sigillata* Dode × *Juglans regia* L.); “蜀玲”(川 R-SV-JSJR-003-2007), 产自青白江良种繁育基地, 拉丁学名(*Juglans sigillata* Dode × *Juglans*

第一作者简介: 孙权(1986-), 男, 在读硕士, 研究方向为森林培育。
E-mail: tanglang109@126.com。

责任作者: 肖千文(1954-), 男, 本科, 教授, 高级工程师, 现从事经济林栽培技术研究工作。

基金项目: 国家农业科技成果转化资助项目(2009GB2F000314); 四川省“十一五”核桃杂交育种资助项目(2006YZGG-10); 雅安市校核桃科技合作资助项目。

收稿日期: 2011-06-11

regia L.);“石棉巨型”核桃,产自石棉县,拉丁学名(*J. regia* ‘Juxinghetao’).

1.2 测定方法

三径:随机抽取 30 个样果,分为 3 组,游标卡尺测量,计平均值。单果重:随机抽取 30 个样果,分为 3 组,称单果重,计平均值。仁重:将单果重抽取的样果取仁后单个称重,计平均值。出仁率:由单果重、仁重测定出仁率,计平均值。壳厚:随机抽取 30 个样果,分为 3 组,取平均值。粗脂肪含量:索氏提取法(GB 2906-82);粗蛋白含量:凯氏定氮法(GB/T 14489.2-93)^[10];数据处理及分析采用 Spss 17.0 分析软件。

2 结果与分析

2.1 主要经济性状比较研究

由表 1 可知,“石棉巨型”核桃的三径远高于其它 5 个品种,三径分别为腹径 4.50 cm、缝径 3.80 cm、果高 5.74 cm;“蜀玲”的三径最小,分别为腹径 3.08 cm、缝径 2.70 cm、果高 3.75 cm;“石棉巨型”核桃的三径分别是“蜀玲”腹径的 1.46 倍、缝径的 1.41 倍、果高的 1.53 倍。腹径:“石棉巨型”>“川早 1 号”>“川早 3 号”>“川早 2 号”=“双早”>“蜀玲”。缝径:“石棉巨型”>“川早 3 号”>“双早”>“川早 1 号”>“川早 2 号”>“蜀玲”。果高:“石棉巨型”>“川早 3 号”>“双早”>“川早 1 号”=“川早 2 号”>“蜀玲”。“双早”的壳厚度最薄,为 0.69 mm,最厚为“石棉巨型”核桃,为 1.54

mm。壳厚:“石棉巨型”>“川早 1 号”>“川早 3 号”>“川早 2 号”>“蜀玲”>“双早”。“石棉巨型”核桃的单果重、仁重均最重,为 22.67 g 和 13.12 g,单果重是“蜀玲”的 2.55 倍,仁重是“蜀玲”的 2.51 倍。单果重:“石棉巨型”>“川早 3 号”>“川早 1 号”=“川早 2 号”>“双早”>“蜀玲”。仁重:“石棉巨型”>“川早 3 号”>“川早 2 号”>“双早”>“川早 1 号”>“蜀玲”。“川早 2 号”和“川早 3 号”的出仁率相同,为 61%,并列出仁率第 1 位,“蜀玲”和“石棉巨型”核桃分列 2、3 位。出仁率:“川早 2 号”=“川早 3 号”>“蜀玲”>“石棉巨型”>“双早”>“川早 1 号”。核桃中脂肪及蛋白质含量既是核桃重要的品质指标,也是主要的技术经济指标。核桃含有丰富的蛋白质及人体营养必需的不饱和脂肪酸,这些成分皆为大脑组织细胞代谢的重要物质,能滋养脑细胞,增强脑功能,还可防止动脉硬化、降低胆固醇。粗脂肪含量最高的是“蜀玲”,为 71.22%,其次是“双早”和“石棉巨型”核桃。粗脂肪:“蜀玲”>“双早”>“石棉巨型”>“川早 3 号”>“川早 1 号”>“川早 2 号”。“川早 3 号”的粗蛋白含量最高,为 26.40%,明显高于其它品种。粗蛋白:“川早 3 号”>“川早 2 号”>“双早”>“川早 1 号”>“石棉巨型”>“蜀玲”。综上可知,“石棉巨型”核桃的坚果大小明显高于其它 5 个良种,表现出巨型果的优势,在出仁率、粗脂肪含量等方面表现良好。

表 1 核桃坚果主要经济性状

Table 1 The main economic properties of walnut nuts

| 品种 Cultivar | 腹径 Abdomen diameter/cm | 缝径 Seam diameter/cm | 果高 Height/cm | 壳厚 Shell thin/mm | 单果重 Per fruit weight/g | 仁重 Per kernel weight/g | 出仁率 Kernel rate/% | 粗脂肪 Crude lipids/% | 粗蛋白 Crude proteins/% |
|---------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| “川早 1 号”‘Chuanzaio No. 1’ | 3.86 | 3.39 | 3.92 | 0.9 | 12.1 | 6.24 | 51.6 | 53.14 | 20.7 |
| “川早 2 号”‘Chuanzaio No. 2’ | 3.44 | 3.23 | 3.92 | 0.8 | 12.1 | 7.38 | 61 | 52.19 | 21.93 |
| “川早 3 号”‘Chuanzaio No. 3’ | 3.8 | 3.72 | 4.41 | 0.84 | 13.2 | 8.05 | 61 | 56.73 | 26.4 |
| “双早”‘Shuangzaio’ | 3.44 | 3.41 | 4.07 | 0.69 | 11.3 | 6.26 | 55.4 | 68.84 | 20.74 |
| “蜀玲”‘Shuling’ | 3.08 | 2.7 | 3.75 | 0.7 | 8.9 | 5.23 | 58.8 | 71.22 | 16.2 |
| “石棉巨型”‘Giant walnut’ | 4.5 | 3.8 | 5.74 | 1.54 | 22.67 | 13.12 | 58.1 | 65.97 | 18.17 |

2.2 经济性状间相关性分析

通过相关性分析可知(表 2),三径与壳厚呈显著正相关($r=0.882^*$)。三径与单果重之间达到极显著水平相关($r=0.942^{**}$),与仁重达到极显著水平相关($r=$

0.921^{**});壳厚与单果重达到极显著水平相关($r=0.976^{**}$),与仁重达到极显著水平相关($r=0.951^{**}$);单果重与仁重达到极显著水平相关($r=0.988^{**}$)。单果重、仁重和壳厚两两之间呈极显著正相关。

表 2 核桃坚果经济性质相关性分析

Table 2 The economic nature the correlation analysis of walnuts

| | 三径 Diameter | 壳厚 Shell thin | 单果重 Per fruit weight | 仁重 Per kernel weight | 出仁率 Kernel rate | 粗脂肪 Crude lipids | 粗蛋白 Crude proteins |
|-------------------------|----------------|------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| 三径 Diameter | 1 | | | | | | |
| 壳厚 Shell thin | 0.882* | 1 | | | | | |
| 单果重 Per fruit weight | 0.942** | 0.976** | 1 | | | | |
| 仁重 Per kernel weight | 0.921** | 0.951** | 0.988** | 1 | | | |
| 出仁率 Kernel rate | -0.004 | 0.000 | 0.076 | 0.230 | 1 | | |
| 粗脂肪含量 Crude lipids | -0.105 | 0.045 | 0.031 | 0.027 | 0.001 | 1 | |
| 粗蛋白含量 Crude proteins | 0.208 | -0.215 | -0.072 | -0.021 | 0.266 | -0.643 | 1 |

注:“*”表示在 0.05 水平上差异达显著,“**”表示在 0.01 水平上差异达极显著。

Note: “*” represented significant at 0.05 level and “**” represented significant at 0.01 level.

2.3 主成分分析

在主成分分析中,方差代表了性状在主成分方向上的分散程度,方差越大,主成分在样本数据分析中所起的作用越大。用样本相关矩阵的特征值计算性状方差贡献率和累积方差贡献率(表3)。由表3可知,前3个主成分的累积方差贡献率为94.570%,表明前3个主成分已经代表了全部性状94.570%的综合信息,后6个主成分在样本性状分析中所起的作用仅为5.430%。因此,选取前3个主成分为核桃综合性状的重要主成分。

根据计算样本相关矩阵的特征向量(表4)可给出主成分的函数式为:

$$Z_1 = 0.509x_1 + 0.505x_2 + 0.497x_3 + 0.486x_4 - 0.015x_5 + 0.004x_6 + 0.052x_7;$$

$$Z_2 = -0.031x_1 + 0.014x_2 - 0.111x_3 + 0.132x_4 + 0.708x_5 - 0.636x_6 + 0.253x_7;$$

表3 完全变量解释

| Table 3 | | Total variance explained | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 主成分 Principal component | 初始特征值 Initialeigenvalues | | | 提取平方和载入 Extractionsums of squared loadings | | | |
| | 合计 Total | 方差的百分率 Percentage of variance/% | 累计百分率 Percentage of cumulative/% | 合计 Total | 方差的百分率 Percentage of variance/% | 累计百分率 Percentage of cumulative/% | 合计 Total |
| 主成分 1 Principal 1 | 3.840 | 54.851 | 54.851 | 3.840 | 54.851 | 54.851 | 3.830 |
| 主成分 2 Principal 2 | 1.747 | 24.962 | 79.813 | 1.747 | 24.962 | 79.813 | 1.696 |
| 主成分 3 Principal 3 | 1.033 | 14.757 | 94.570 | 1.033 | 14.757 | 94.570 | 1.093 |

表4 核桃主要经济性状相关阵的规格化特征向量

| 性状 Character | 主成分1 Principal 1 | 主成分2 Principal 2 | 主成分3 Principal 3 |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 三径 Diameter | 0.509 | -0.031 | -0.015 |
| 壳厚 Shell thin | 0.505 | 0.014 | 0.127 |
| 单果重 Per fruit weight | 0.497 | -0.111 | -0.076 |
| 仁重 Per kernel weight | 0.486 | 0.132 | -0.14 |
| 出仁率 Kernel rate | -0.015 | 0.708 | 0.005 |
| 粗脂肪含量 Crude lipids | 0.004 | -0.636 | 0.355 |
| 粗蛋白含量 Crude proteins | 0.052 | 0.253 | 0.912 |

表5 核桃主成分得分

| 编号 No. | 主成分1 Principal 1 | 主成分2 Principal 2 | 主成分3 Principal 3 | 总分 Total |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| “川早1号” ‘Chuanzao No.1’ | -0.22166 | -0.14820 | -0.03925 | -0.40912 |
| “川早2号” ‘Chuanzao No.2’ | -0.32991 | 0.36616 | -0.00907 | 0.02718 |
| “川早3号” ‘Chuanzao No.3’ | 0.11441 | 0.35582 | 0.18511 | 0.65533 |
| “双早” ‘Shuangzao’ | -0.50822 | -0.25698 | 0.05154 | -0.71366 |
| “蜀玲” ‘Shuling’ | -1.92229 | -0.83762 | -0.09229 | -2.85221 |
| “石棉巨型” ‘Giant walnut’ | 2.00257 | -0.10778 | -0.09606 | 1.79873 |

$$Z_3 = -0.015x_1 + 0.127x_2 - 0.076x_3 - 0.140x_4 + 0.005x_5 + 0.355x_6 + 0.912x_7;$$

$$Z_{总} = 54.851\%Z_1 + 24.962\%Z_2 + 14.757\%Z_3。$$

由函数式看出,在第1主成分 Z_1 中,三径 x_1 的系数最大,壳厚 x_2 、单果重 x_3 和仁重 x_4 的系数也较大,表明第1主成分主要反映了优良单株果形大小壳厚方面的特征,因此,第1主成分可以作为果用指标;同理,第2主成分 Z_2 中,出仁率 x_5 的系数最大,表明第2主成分主要反映的是优良单株取仁方面的特征,因此,第2主成分可作为仁用指标;第3主成分 Z_3 中,粗蛋白含量 x_7 的系数最大,其次是粗脂肪含量 x_6 的系数也较大,反映了坚果营养方面的特征,因此,第3主成分可作为营养指标。

由表5可以看出,6个品种的主成分总得分按名次排序为:“石棉巨型”>“川早3号”>“川早2号”>“川早1号”>“双早”>“蜀玲”。

2.4 聚类分析

由9个指标所综合产生的3个主成分能反映这9个指标的绝大部分信息,代表着核桃主要经济性状的信息,且它们之间相互独立。因此,可用每个品系的3个主成分值来代表该品系的特征值,进行聚类分析,探讨它们之间的亲缘关系。聚类分析结果见图1。

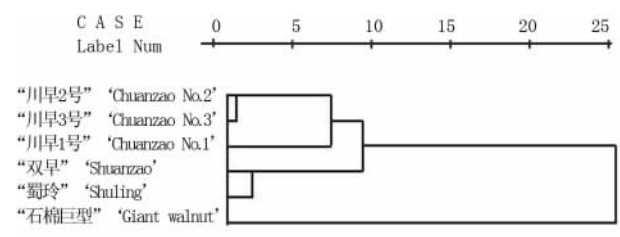


图1 核桃品种间聚类分析树形图

Fig.1 Cluster analysis between varieties of walnut tree diagram

核桃样本聚为2类时,即“石棉巨型”核桃单独为1类,第2类为其余5个核桃良种。此5个良种核桃又可分为二大亚类,即“川早1号”、“川早2号”、“川早3号”为第1亚类,“双早”和“蜀玲”为第2亚类。第1类的果实大小、坚果重、仁重、壳厚等指标均明显高于第2类,且出仁率、粗脂肪、粗蛋白含量方面的表现在6个良种核桃中属于中上等水平。第2类包括2个亚类,第1亚类为“川早1号”、“川早2号”、“川早3号”3个良种,该类粗蛋白含量最高,粗脂肪含量最低,其它方面表现中等;第

2 亚类为“双早”和“蜀玲”,该类粗脂肪含量最高,粗蛋白含量中等,果实大小、坚果重、仁重最小。

3 结论与讨论

从 6 种核桃的经济性状上来看,“石棉巨型”核桃的三径、单果重、仁重方面要明显优于其它 5 个良种,在出仁率及粗蛋白含量方面表现良好。壳厚虽然在 6 个品种中是最厚的,但与郗荣庭的《中国核桃》中所制定的优良核壳品质的壳厚 1.5 mm 左右一致^[1]。

经济性状相关性分析中,正相关或负相关并不一定表示一个变量的改变是另一个变量变化的原因,因为还有可能是受另一个变量的影响,也就是说相关关系并不一定是因果关系。壳厚、仁重及单果重两两之间都达到极显著水平,而出仁率与壳厚不相关($r=0.000$),因此壳厚与仁重的极显著水平有可能是受到单果重的影响。分析中还发现,坚果内含物与其它指标的相关性不显著,可以增加种仁颜色、种仁纹理等指标共同进行分析,寻找与坚果内含物相关的指标,在核桃经济性状的观测上定性地进行分析,简化操作过程。

主成分分析中,提取了代表原性状 94.570% 的 3 个主成分,又以特征值百分率为加权系数构建综合评价。主成分综合排名的高低体现了优良单株整体表现的优劣,主成分综合得分排名中“石棉巨型”核桃排名第 1 位,且得分明显高于其它 5 个品种,“石棉巨型”核桃的得分(1.799)是第 2 名“川早 3 号”得分(0.655)的 2.75 倍。

聚类分析中,核桃样本聚为 2 类时,即“石棉巨型”核桃为一大类,另一大类为其余 5 个核桃良种。这与其地理区划一致。“川早 1 号”、“川早 2 号”、“川早 3

号”、“双早”和“蜀玲”来自成都,而“石棉巨型”核桃来自石棉。由此可以看出,地理位置的差异导致核桃经济性状的差异;从亲缘关系来看,“石棉巨型”核桃来自于石棉农家种,而其余 5 个良种父母本相同,具有较近的亲缘关系。此外,“石棉巨型”核桃的壳厚度是最大,其余 5 个核桃良种壳厚要明显低于“石棉巨型”核桃,这与主成分分析的结果也基本一致。

综上所述,“石棉巨型”核桃在果型大小、出仁率、粗蛋白含量等方面表现优良,在与四川现有 5 个杂交早实核桃良种比较中,综合性状最优。鉴于近年来四川核桃消费群体热衷于大果核桃和小果核桃的趋势,“石棉巨型”核桃的推出具有广阔的销售前景。

参考文献

- [1] 郗荣庭,张毅萍.中国核桃[M].北京:中国林业出版社,1992.
- [2] 周兰英,肖千文.核桃杂交育种试验[J].林业实用技术,2004(9):7-8.
- [3] 郗荣庭,刘孟军.中国干果[M].北京:中国林业出版社,2005.
- [4] 李国和.核桃种质资源研究[D].雅安:四川农业大学,2007.
- [5] 陈勤.中药美容保健品的研究与开发[M].北京:中药科技出版社,1999.
- [6] Elaine B, Feldman M D. The Scientific Evidence for a beneficial health relationship between walnuts and coronary heart disease[J]. J. Nutrition, 2002, 132: 1062-1101.
- [7] 冯连芬,吕芳德,张亚萍,等.我国核桃育种及其栽培技术研究进展[J].经济林研究,2006,24(2):69-73.
- [8] 梅立春,郭春会,刘林强.中美核桃业之差距与对策[J].西北农林科技大学学报,2002,30(4):79-82.
- [9] 韩华柏,何方.我国核桃育种的回顾和展望[J].经济林研究,2004,22(3):45-50.
- [10] 邹琦.植物生理生化实验指导[M].北京:中国农业出版社,2004.

Research on the Main Economic Characters of the Giant Walnut in Shimian

SUN Quan¹, XIAO Qian-wen¹, LUO Yong-fei², ZHANG Zhi-cai², LIAO Yun-hong³

(1. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014; 2. The Forest Bureau of Shimian, Ya'an, Sichuan 625400; 3. The Forest Bureau of Mianzhu, Mianzhu, Sichuan 618200)

Abstract: On the basis of resource survey, taking ‘Giant walnut’ of Shimian country and ‘Chuanzao No. 1’, ‘Chuanzao No. 2’, ‘Chuanzao No. 3’, ‘Shuangzao’, ‘Shuling’ as materials, using the correlation analysis, the principal component analysis and the clustering analysis methods, studied nine main economic characteristics of abdomen diameter, seam diameter, height, per fruit weight, shell thin, per kernel weight, kernel rate, crude lipids, crude proteins, to make comprehensive evaluation on walnut in Mianzhu. The results showed that the giant walnut of Shimian country's size was much higher than other varieties early-fruited walnuts, showed the advantage of giant walnut, it performed well on kernel rate and crude lipids. Shell thin, per kernel weight and kernel rate showed extremely positive correlation. The results of principal component analysis showed that, the 6 varieties walnuts' comprehensive score ranking: the Giant walnut of ‘Shimian’ > ‘Chuanzao No. 3’ > ‘Chuanzao No. 2’ > ‘Chuanzao No. 1’ > ‘Shuangzao’ > ‘Shuling’. The clustering analysis showed, the Giant walnut of Shimian to be one category for alone, and other 5 varieties to be one category, it showed that there were far paternity between the Giant walnut of Shimian and other 5 varieties.

Key words: the giant walnut; economic characters; the correlation analysis; the principal component analysis; the clustering analysis