

湖南地区 10 个品种薄壳山核桃的坚果品质评价

宋思琼¹, 钟佳琦², 覃虹¹, 卢开晶¹, 贾宇尧¹, 蒋瑶¹

(1. 中南林业科技大学 林学院, 经济林培育与保护省部共建教育部重点实验室, 经济林育种与栽培国家林业局重点实验室, 长沙 410004; 2. 中南林业科技大学 食品科学与工程学院, 长沙 410004)

摘要:为研究薄壳山核桃品种间坚果品质差异, 筛选出在湖南地区表现优良的薄壳山核桃, 以 10 个品种薄壳山核桃和 2 个品种普通核桃为材料, 分别对各品种坚果表型性状[坚果横径、纵径、侧径、果形指数、果实形状、壳面、果壳颜色、果顶、果底(基)、缝合线、横隔膜]、经济性状(坚果质量、坚果含水率、果壳厚度、出仁率、取仁难易、核仁充实度、核仁饱满度、核仁颜色、核仁风味、核仁含油率)以及其油脂脂肪酸组成及含量进行测定, 对薄壳山核桃品质指标进行了相关性分析和主成分分析, 综合评价不同品种薄壳山核桃坚果品质。结果表明:在 10 个品种薄壳山核桃中, ‘实生 1 号’ ‘德西拉布’ ‘实生 3 号’ 和 ‘福克特’ 果形指数较高, 分别为 2.24、2.15、2.15、1.99; 单果质量较大的是 ‘金奥瓦’ ‘福克特’ 和 ‘德西拉布’, 分别为 9.24、8.30、8.06 g; 出仁率较高的是 ‘实生 4 号’ 和 ‘金奥瓦’, 分别为 57.86%、57.08%; 含油率较高的为 ‘福克特’ ‘佩洛奎’ 和 ‘德西拉布’, 分别达到 72.24%、70.66%、68.24%; 薄壳山核桃绝大多数品质指标相互间都有相关性; 主成分分析表明, ‘德西拉布’ 的综合得分最高, 其次是 ‘福克特’。综上, 风味较优、破壳更简易的 ‘德西拉布’ 和含油率高、果实饱满的 ‘福克特’ 在湖南地区综合表现优良, 适合在湖南地区推广栽培。

关键词:薄壳山核桃; 坚果品质; 表型性状; 经济性状; 综合评价

中图分类号: TS222; Q946

文献标识码: A

文章编号: 1003-7969(2023)09-0113-07

Evaluation of nut quality of 10 *Carya illinoensis* varieties in Hunan province

SONG Siqiong¹, ZHONG Jiaqi², QIN Hong¹, LU Kaijing¹, JIA Yuyao¹, JIANG Yao¹

(1. Key Lab of Non-wood Forest Products of Forestry Ministry, Key Lab of Non-wood Forest Cultivation and Protection of Education Ministry, Forestry Institute, Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, China; 2. Institute of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: In order to study the difference in nut quality among varieties of *Carya illinoensis* (pecan) to screen out pecan with good performance in Hunan province, 10 pecan varieties and 2 walnut varieties were used as materials, and their phenotypic traits (side diameter, transverse diameter and longitudinal diameter, fruit shape index, fruit shape, shell surface, shell color, fruit top, fruit bottom (base), shell seal characteristics, diaphragm) and economic characters (nut weight, nut water content, shell thickness, kernel yield, difficulty in kernel extraction, kernel filling rate, kernel fullness, kernel color, kernel flavor, kernel oil content), and the fatty acid composition and content of oil, were determined and analyzed. In addition, correlation and principal component analysis were carried out on the quality indicators of different varieties of pecan to comprehensively evaluate the nut quality. The results showed that the fruit shape indexes of Shisheng No. 1, Desirable, Shisheng No. 3 and Forket were higher, with 2.24, 2.15, 2.15 and 1.99, respectively. The heavier single fruit was Kiowa, Forket and Desirable, with 9.24, 8.31 g and 8.06 g, respectively. Shisheng No. 4 and Kiowa had higher kernel yield, with 57.86% and 57.08%, respectively. The varieties with high oil content was Forket, Peruque and Desirable,

收稿日期: 2022-06-10; 修回日期: 2023-05-22

基金项目: 湖南省自然科学基金面上项目(2022JJ30999)

作者简介: 宋思琼(1997), 女, 硕士研究生, 研究方向为经济林栽培育种、林业生物技术(E-mail)2644087076@qq.com。

通信作者: 蒋瑶, 讲师, 博士(E-mail)jiangyaocn@126.com。

with 72.24% , 70.66% and 68.24% , respectively. Most of the quality indicators of pecans were correlated with each other. The principal component analysis showed that Desirable had the highest overall score, followed by Forket. In conclusion, Desirable with better flavor and easier shell breaking and Forket with high oil content and kernel fullness have excellent comprehensive performance in Hunan, and they are suitable for popularization and cultivation in Hunan.

Key words: *Carya illinoensis*; nut quality; phenotypic traits; economic characters; comprehensive evaluation

薄壳山核桃(*Carya illinoensis*),又名美国山核桃,为胡桃科(Juglandaceae)胡桃属(*Carya* Nutt.)多年生落叶乔木,原产于北美,是优良的用材树种、油料和食用干果树种^[1]。我国从美国引入薄壳山核桃距今已有百年,与我国山核桃相比,薄壳山核桃具有出仁率高、果实大、产量高、取仁容易等特点^[2]。近年来薄壳山核桃作为精准扶贫的先锋树种,既能增加收入,改善山区人民生活质量,也有利于保障我国的粮油安全^[3]。湖南省薄壳山核桃种植面积日益扩大,而直接引种在国外或国内其他地区表现好的品种具有一定的盲目性,因此亟须筛选出一批适合湖南省生态环境的优良品种。

“适地适树”是经济林栽培的首要原则,经济林产品质量优良是“适树”的表现。评价薄壳山核桃的坚果品质是筛选优良品种的重要途径。目前,为了排除单因素对整体评价的影响,张强等^[4]采用多因子模糊数学隶属函数法对分析结果进行了数理统计,梁晓佳^[5]、武静^[6]等采用主成分分析法对核桃品质优劣进行了排序。在品质特征指标的选取上,董静等^[7]参考了核桃单果质量、果实整齐度、缝合线、果尖、出仁率、隔膜、核仁颜色等特征,贾晓东等^[8]选择核桃果实质量、果实形状、壳厚度、出仁率、含油率等性状特征以及核桃油脂脂肪酸组成,申艳红等^[9]主要分析了核桃单果质量、出仁率、纵横径、果形指数、壳厚度、核仁颜色、口感等品质指标,蒲尧等^[10]参考了核桃单果质量、可溶性蛋白和粗脂肪含量。结合上述评价方法和指标,本研究以湖南省怀化地区的薄壳山核桃为研究对象,采用主成分分析法,对薄壳山核桃坚果的表型性状〔坚果横径、纵径、侧径、果形指数、形状、壳面、果壳颜色、果顶、果底(基)、缝合线、横隔膜〕,经济性状(坚果质量、坚果含水率、果壳厚度、出仁率、含水率、取仁难易、核仁充实度、核仁饱满度、核仁颜色、核仁风味、核仁含油率)以及油脂脂肪酸各组成及含量进行测定和综合分析,以期对薄壳山核桃坚果品质

评价提供参考,为湖南省薄壳山核桃产业发展提供良好的育种材料和依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

薄壳山核桃,品种为‘实生1号’‘实生2号’‘实生3号’‘实生4号’‘实生5号’‘实生6号’‘福克特’‘佩洛奎’‘金奥瓦’‘德西拉布’;普通核桃,品种为‘石门1号’‘石门5号’;采自湖南省怀化地区生长优良,无病虫害,果实饱满的18年生薄壳山核桃实生树、8年生薄壳山核桃无性系以及15年生核桃实生树,株行距4 m×5 m,管理水平一般。选择生长势一致的树体3株,于9—10月份每株随机采摘坚果30~50个(1 kg),每个品种随机选择30个坚果,分成3组。

石油醚、甲醇、氢氧化钠、冰乙酸、正庚烷,均为分析纯。

游标卡尺;AR224CN型电子分析天平;101电热鼓风干燥箱;VORIEX-5振荡仪;XA-2研磨粉碎机;SCINO ST310型索氏提取仪,福斯赛诺分析仪器苏州有限公司(德国);GC-2014型气相色谱仪,岛津公司(日本)。

1.2 试验方法

1.2.1 坚果表型性状及部分经济性状测定

使用游标卡尺分别测量坚果横径、纵径、侧径、果壳厚度,计算果形指数(坚果纵径与坚果横径的比值),采用电子天平称取单果质量及果仁质量。坚果的形状、壳面、果壳颜色、果顶、果底(基)、横隔膜、缝合线特征等参照GB/T 20398—2006进行描述。

1.2.2 坚果含水率测定

采用烘干称质量法测定坚果含水率。将200 g薄壳山核桃坚果置于60℃烘箱烘干至恒重,根据烘干前后坚果的质量差,计算坚果含水率(烘干前后坚果质量差值与烘干前坚果质量的比值),每个样品重复3次。

1.2.3 坚果出仁率测定

取200 g薄壳山核桃坚果称其质量,再剥壳后称核仁质量,以核仁质量与坚果质量的比值来计算坚果出仁率,每个样品重复3次。

1.2.4 核桃油的提取及核仁含油率计算

取薄壳山核桃坚果去果壳,将核仁于65℃下烘干至恒重,再参照文献[11]采用索氏提取法,以石油醚为溶剂提取核桃油。具体方法如下:将干燥的核仁用研磨粉碎机碾碎成粉末,取5 g薄壳山核桃仁粉末于折叠好的滤纸管中,包成油包,用脱脂棉密封后用细棉线系紧,随后插入索氏抽提器中,将约50 mL石油醚加入索氏抽提器相连接的铝制油杯中进行萃取。设定提取温度为75℃。索氏抽提器抽提的流程如下:用套管将样品在溶剂中浸提30 min,然后抽提150 min,蒸发60 min对溶剂进行回收,最后将提取的油从油杯中取出,于4℃冰箱保存、备用。同时,计算坚果含油率(以油的质量与薄壳山核桃仁粉的质量之比值表示)。每个样品重复3次。

1.2.5 核桃油脂脂肪酸组成测定

参照文献[12]将核桃油进行甲酯化,采用气相色谱法测定脂肪酸组成,以峰面积归一化法定量。气相色谱条件^[13]:升温程序为初始柱温50℃,保持2 min,以10℃/min升温至170℃并保持10 min,以2℃/min升温至180℃并保持10 min,以5℃/min升温至220℃并保持10 min;进样口温度250℃;检测口温度300℃;载气(N₂)流量10 mL/min;进样量1 μL。

1.2.6 数据处理

采用Excel及SPSS 20.0软件进行数据统计分析。采用单因素方差分析法(ANOVA)和邓肯(Duncan)检测方法进行方差分析和方差显著性分析;采用皮尔森(Pearson)积矩相关系数法进行相关性分析;采用主成分分析法计算因子得分;采用Excel软件计算主成分得分及排名。

2 结果与分析

2.1 核桃坚果表型性状

各品种薄壳山核桃及普通核桃坚果图片如图1所示。

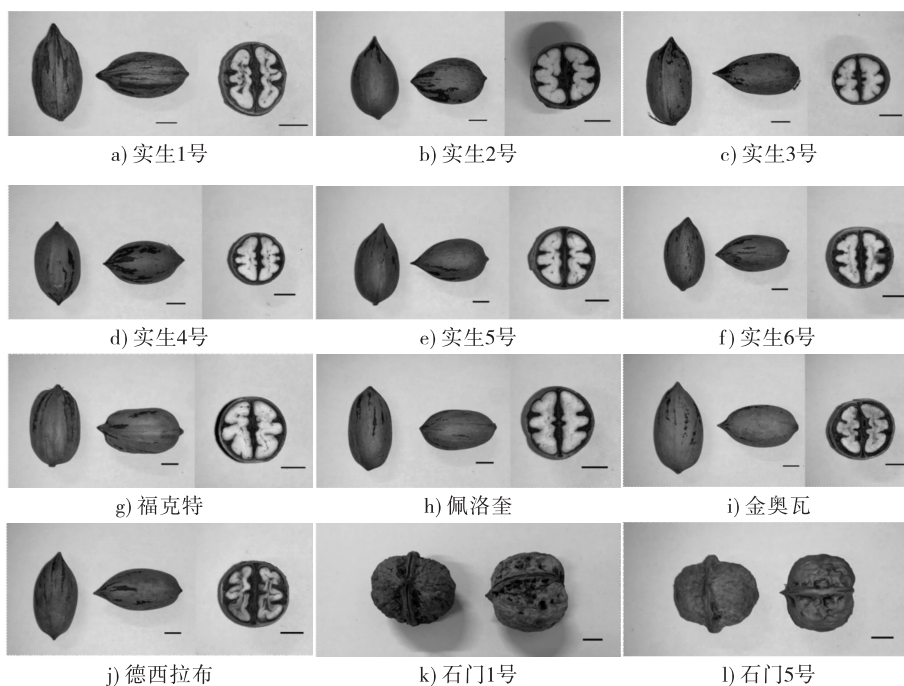


图1 各品种核桃坚果图片

由图1可知:薄壳山核桃坚果呈长圆形,果顶为圆突形,果壳表面颜色为浅棕褐色,缝合线窄而平,横隔膜均为革质,‘实生4号’‘福克特’‘金奥瓦’壳面较光滑,其他品种薄壳山核桃壳面光滑,‘实生1号’‘实生5号’果底(基)渐尖,‘实生2号’‘实生3号’‘金奥瓦’等品种果底(基)尖圆;普通核桃坚果形状呈近圆形,果顶近似于圆形,果壳表面为棕

褐色,有皱褶和许多不规则的槽纹,缝合线宽而突,横隔膜均为骨质。因此,两类核桃在外形上差异明显,薄壳山核桃更易得到完整果仁,消费者在选购时,更倾向选择颜色较浅、壳面光滑,易破壳、缝合线紧密的薄壳山核桃,这类核桃品质较优,受病虫害较少。

各品种核桃坚果外观性状如表1所示。

表1 各品种核桃坚果外观性状

项目	横径/mm	纵径/mm	侧径/mm	果形指数
实生1号	19.40 ± 0.12h	43.42 ± 0.58c	20.26 ± 0.04e	2.24 ± 0.02a
实生2号	22.00 ± 0.39e	36.88 ± 0.64e	20.12 ± 0.55ef	1.67 ± 0.00g
实生3号	19.63 ± 0.22gh	42.16 ± 1.03c	19.26 ± 0.10f	2.15 ± 0.04b
实生4号	19.87 ± 0.02gh	39.36 ± 0.39d	18.71 ± 0.08g	1.98 ± 0.02cd
实生5号	21.31 ± 0.17f	40.16 ± 0.52d	21.08 ± 0.18de	1.89 ± 0.03f
实生6号	20.13 ± 0.08g	39.61 ± 0.44d	19.78 ± 0.23f	1.97 ± 0.02cd
福克特	23.06 ± 0.14d	45.91 ± 0.24b	21.31 ± 0.12d	1.99 ± 0.02c
佩洛奎	20.94 ± 0.22f	40.14 ± 0.30d	19.85 ± 0.16f	1.92 ± 0.02ef
金奥瓦	23.83 ± 0.10c	46.08 ± 0.13b	22.65 ± 0.23c	1.93 ± 0.00def
德西拉布	22.38 ± 0.16e	48.01 ± 0.28a	21.40 ± 0.14d	2.15 ± 0.02b
石门1号	34.13 ± 0.51a	35.66 ± 0.33f	36.52 ± 0.80a	1.05 ± 0.00h
石门5号	25.55 ± 0.28b	26.62 ± 0.26g	29.16 ± 0.37b	1.04 ± 0.00h
平均值	21.26	42.17	20.44	1.99
变异系数/%	6.90	8.15	5.54	7.73

注:同列不同英文小写字母表示在 $p < 0.05$ 水平上的差异显著;普通核桃‘石门1号’和‘石门5号’不参与总体平均值、变异系数的计算。下同

由表1可知:各品种薄壳山核桃横、纵、侧径均存在一定差异,其中侧径变异系数最小,纵径变异系数最大,不同品种薄壳山核桃果形指数在1.67~2.24之间。横径和侧径间差异较小,纵径明显大于横径,果形为长圆形,其中‘德西拉布’‘金奥瓦’和

‘福克特’在横径和纵径上都明显大于其他品种,果形较大,‘实生4号’果形最小。普通核桃果形指数偏小,果形更接近圆形。

2.2 核桃坚果经济性状

各品种核桃坚果经济性状如表2所示。

表2 各品种核桃坚果经济性状

项目	单果质量/g	核仁质量/g	果壳厚度/mm	出仁率/%	含水率/%	核仁含油率/%
实生1号	5.77 ± 0.12e	3.10 ± 0.12e	1.23 ± 0.03def	53.60 ± 0.84bc	3.70 ± 0.03b	59.19 ± 5.84abc
实生2号	5.63 ± 0.10e	3.18 ± 0.11e	1.21 ± 0.08def	57.00 ± 1.15ab	4.04 ± 1.28b	64.88 ± 9.22abc
实生3号	6.67 ± 0.11d	3.73 ± 0.09d	1.19 ± 0.01def	56.24 ± 1.67ab	3.91 ± 0.20b	53.10 ± 0.12c
实生4号	5.60 ± 0.12e	3.22 ± 0.08e	1.19 ± 0.03def	57.86 ± 1.57a	3.34 ± 0.24b	52.03 ± 2.93cd
实生5号	6.66 ± 0.11d	3.28 ± 0.12e	1.26 ± 0.02cd	49.04 ± 1.97d	5.79 ± 2.64b	59.81 ± 4.84abc
实生6号	5.87 ± 0.25e	2.37 ± 0.07f	1.30 ± 0.07c	39.45 ± 1.27e	9.49 ± 0.52ab	59.43 ± 0.48abc
福克特	8.30 ± 0.22c	4.91 ± 0.23b	1.18 ± 0.05efg	56.23 ± 0.57ab	3.70 ± 0.28b	72.24 ± 2.15a
佩洛奎	5.82 ± 0.12e	2.97 ± 0.13e	1.06 ± 0.05g	51.04 ± 0.70cd	4.80 ± 0.25b	70.66 ± 0.37a
金奥瓦	9.24 ± 0.01b	5.22 ± 0.10b	1.25 ± 0.09de	57.08 ± 1.45ab	7.42 ± 0.25ab	50.53 ± 8.52cd
德西拉布	8.06 ± 0.08c	4.23 ± 0.21c	1.11 ± 0.02fg	49.94 ± 0.95cd	5.03 ± 0.08b	68.24 ± 9.75ab
石门1号	12.28 ± 0.33a	5.98 ± 0.09a	1.63 ± 0.07a	49.01 ± 3.22d	3.39 ± 0.48b	55.30 ± 9.54bc
石门5号	6.87 ± 0.02d	4.01 ± 0.13cd	1.50 ± 0.04b	58.86 ± 1.66a	14.57 ± 9.48a	37.77 ± 2.35d
平均值	6.76	3.62	1.20	52.74	5.12	61.01
变异系数/%	18.54	23.91	7.00	10.49	40.90	15.29

由表2可知:薄壳山核桃坚果单果质量最大的是‘金奥瓦’,为9.24 g,最小的是‘实生4号’,为5.60 g,单果核仁质量最大的是‘金奥瓦’,为5.22 g,最小的是‘实生6号’,为2.37 g;薄壳山核桃果壳厚度在1.06~1.30 mm之间,其中果壳最厚的为‘实生6号’,最薄的为‘佩洛奎’;普通核桃果壳较厚,为1.50~1.63 mm。两类核桃的果壳厚度存在明显差异,薄壳山核桃在不借助工具的情况下也能

剥开果壳,适合作为鲜食产品。薄壳山核桃属于木本油料树种,核仁的含油率与出仁率也是影响产量的重要指标。在本文研究的10个品种薄壳山核桃中,出仁率最高的为‘实生4号’,达到57.86%,出仁率最低的为‘实生6号’,为39.45%,根据GB/T 20398—2006,出仁率达到特级指标($\geq 53.0\%$)的有‘实生4号’‘金奥瓦’‘实生2号’‘实生3号’‘福克特’‘实生1号’;核仁含油率最高的为‘福克

特’,达到72.24%,含油率最低的为‘金奥瓦’,为50.53%。薄壳山核桃品种间各项指标间的变异系数差异也较显著,变异系数为7.00%~40.90%。其中变异系数最大的是含水率,含水率最低的为‘实生4号’,最高的为‘实生6号’,两者相差6.15个百分点。‘实生6号’‘实生5号’等坚果单果质量较高,但出仁率却较低,可能因为其果壳过厚或果实较大引起的,表明仅从单果质量或者果形大小来筛选就会导致误选,造成结果不准确。

在10个品种薄壳山核桃中,除了‘金奥瓦’核仁为较充实,其余均为充实;对于核仁饱满度,除‘实生2号’为较饱满,其余均为饱满;各品种间核仁颜色差异不大,大多数为黄色、浅黄色,只有‘德西拉布’为黄白色;各品种的核仁风味为“甜”或“香甜”,与普通核桃相比,其核仁更加味美香甜,入口不涩,鲜食口感更好。

2.3 核桃油脂脂肪酸组成及含量

各品种核桃油脂脂肪酸组成及含量如表3所示。

表3 各品种核桃油脂脂肪酸组成及含量

项目	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	SFA	UFA
实生1号	6.54 ± 0.01a	2.26 ± 0.02c	62.68 ± 0.13d	26.57 ± 0.50b	1.18 ± 0.10c	8.80 ± 0.04abc	90.34 ± 0.63c
实生2号	6.00 ± 0.09abcd	2.27 ± 0.10c	72.36 ± 0.15bc	18.14 ± 0.15cde	0.83 ± 0.06cd	8.27 ± 0.04bcde	91.33 ± 0.05ab
实生3号	5.81 ± 0.15bcde	3.19 ± 0.4b	73.76 ± 0.16abc	16.35 ± 0.52def	0.62 ± 0.01d	8.99 ± 0.35ab	90.74 ± 0.46bc
实生4号	5.44 ± 0.25de	2.32 ± 0.13c	76.03 ± 1.46a	15.00 ± 1.41ef	0.79 ± 0.04cd	7.76 ± 0.19de	91.81 ± 0.16a
实生5号	5.96 ± 0.11bcd	2.99 ± 0.14b	74.31 ± 1.60ab	15.58 ± 1.51ef	0.77 ± 0.11cd	8.95 ± 0.04ab	90.65 ± 0.02bc
实生6号	6.22 ± 0.29ab	1.63 ± 0.09d	60.98 ± 2.11d	29.60 ± 2.28b	1.14 ± 0.06c	7.85 ± 0.23de	91.71 ± 0.21a
福克特	5.33 ± 0.04e	2.23 ± 0.04c	73.50 ± 1.06abc	17.50 ± 1.01cdef	1.07 ± 0.04cd	7.56 ± 0.07e	92.07 ± 0.09a
佩洛奎	5.60 ± 0.00cde	2.10 ± 0.15d	70.62 ± 0.47c	20.42 ± 0.58c	0.87 ± 0.04cd	7.69 ± 0.16de	91.91 ± 0.13a
金奥瓦	5.79 ± 0.60bcde	2.32 ± 0.15c	70.78 ± 3.68c	19.60 ± 3.17cd	1.03 ± 0.21cd	8.12 ± 0.53cde	91.41 ± 0.40ab
德西拉布	6.10 ± 0.16abc	2.30 ± 0.29c	76.26 ± 0.55a	14.23 ± 0.60f	0.76 ± 0.02cd	8.41 ± 0.13bcd	91.24 ± 0.14ab
石门1号	5.45 ± 0.24de	3.98 ± 0.67a	21.48 ± 1.22e	60.67 ± 1.88a	8.17 ± 0.56a	9.43 ± 0.68a	90.32 ± 0.67c
石门5号	5.60 ± 0.05cde	3.92 ± 0.17a	21.16 ± 2.06e	61.46 ± 2.18a	7.58 ± 0.37b	9.53 ± 0.13a	90.20 ± 0.14c
平均值	5.88	2.36	71.13	19.30	0.91	8.24	91.33
变异系数	7.22	19.30	7.36	25.60	21.98	6.77	0.66

注:SFA.饱和脂肪酸;UFA.不饱和脂肪酸

由表3可知:10个品种薄壳山核桃油酸含量最高,均值达到71.13%,其中油酸含量最高的是‘德西拉布’(76.26%),但其亚麻酸含量较低,亚麻酸含量最高的是‘实生1号’(1.18%),最低的为‘实生3号’(0.62%)。亚油酸的变异系数最大,达到了25.60%,变异系数最小的是不饱和脂肪酸,只有0.66%。所有供试的薄壳山核桃与普通核桃的油脂

在油酸和亚油酸含量上均有显著差异,薄壳山核桃油中油酸含量高,亚油酸含量较低,所以薄壳山核桃的坚果或者油脂更耐储存。

2.4 综合分析

2.4.1 相关性分析

10个品种薄壳山核桃坚果的12个品质指标相关性分析结果如表4所示。

表4 核桃坚果品质指标相关性分析

指标	单果质量	果壳厚度	横径	纵径	侧径	出仁率	核仁含油率	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸
单果质量	1											
果壳厚度	0.003	1										
横径	0.794**	-0.065	1									
纵径	0.819**	-0.157	0.486**	1								
侧径	0.828**	0.082	0.842**	0.665**	1							
出仁率	0.201	-0.240	0.236	0.126	0.059	1						

续表 4

指标	单果质量	果壳厚度	横径	纵径	侧径	出仁率	核仁含油率	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸
核仁含油率	0.010	-0.406*	0.235	0.099	0.144	-0.095	1					
棕榈酸	-0.198	0.142	-0.264	-0.003	0.013	-0.379*	-0.240	1				
硬脂酸	0.103	0.023	-0.094	0.058	-0.020	0.403*	-0.153	-0.198	1			
油酸	0.307	-0.276	0.349	0.160	0.082	0.485**	0.076	-0.556**	0.496**	1		
亚油酸	-0.309	0.254	-0.328	-0.176	-0.097	-0.501**	-0.044	0.497**	-0.564**	-0.994**	1	
亚麻酸	0.068	0.220	0.069	0.130	0.248	-0.203	0.092	0.233	-0.557**	-0.762**	0.448*	1

注:**表示在0.01水平(双侧)上极显著相关;*表示在0.05水平(双侧)上显著相关

由表4可知:各品质指标间绝大多数都有相关性,其中横径、纵径、侧径与单果质量有极显著的正相关性,横纵、纵径、侧径三者间相互也具有极显著正相关性;核仁含油率与果壳厚度有显著负相关性,与其他品质指标相关性不大;出仁率与棕榈酸、硬脂酸有显著相关性,与油酸、亚油酸有极显著相关性;棕榈酸与油酸有极显著负相关性,与亚油酸有极显著正相关性;硬脂酸与油酸有显著正相关性,与亚油酸、亚麻酸有极显著负相关性;油酸与亚油酸、亚麻酸有极显著负相关性;亚油酸与亚麻酸有显著正相关性。

2.4.2 主成分分析

由于品种间的相关性很大,如果直接通过各种指标对核桃品种进行评价,会产生大量信息重叠,评价结果不准确。本试验采用最大方差旋转法对10个指标(横径、纵径、侧径、单果质量、出仁率、核仁含油率、果壳厚度以及核桃油中油酸、亚油酸、亚麻酸含量)进行主成分分析,探究薄壳山核桃坚果品质的关键指标,得到主成分个数及贡献率,结果如表5所示。

表5 主成分分析的特征值及贡献率

主成分	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	3.896	38.960	38.960
2	2.906	29.059	68.019
3	1.508	15.083	83.102

由表5可知,第1主成分方差贡献率为38.960%,第2主成分方差贡献率为29.059%,第3主成分方差贡献率为15.083%,3个主成分的累积方差贡献率为83.102%,因此可以用3个主成分来代替10个指标进行分析和综合评价。

计算主成分载荷矩阵,结果如表6所示。由表6可知:在第1主成分上,油酸、单果质量、横径、亚油酸均有较高的载荷,主要体现核桃油的不饱和脂肪酸组成及坚果性状;在第2主成分上,亚麻酸、侧径有较高的载荷,也体现了核桃油的不饱和脂肪

酸组成及坚果性状;在第3主成分上,核仁含油率、果壳厚度有较高的载荷,主要反映坚果的含油率及性状。

表6 主成分载荷矩阵

指标	主成分1	主成分2	主成分3
横径	0.769	0.458	0.034
纵径	0.634	0.522	0.043
侧径	0.621	0.720	-0.074
单果质量	0.785	0.545	-0.183
出仁率	0.524	-0.349	-0.330
含油率	0.217	0.086	0.923
油酸	0.788	-0.575	-0.072
亚油酸	-0.787	0.572	0.114
亚麻酸	-0.388	0.811	0.114
果壳厚度	0.435	-0.405	0.688

根据林海明^[14]、张静^[15]等方法,使用SPSS 20.0软件,以主成分的方差贡献率为权重,对各品种坚果品质的指标进行综合评判并排序,结果见表7。

由表7可知,不同薄壳山核桃其优良性由高到低排列依次为‘德西拉布’‘福克特’‘金奥瓦’‘实生5号’‘佩洛奎’‘实生3号’‘实生2号’‘实生4号’‘实生1号’‘实生6号’。其中‘德西拉布’‘福克特’可作为优良品种培育。

表7 不同薄壳山核桃主成分得分及优良度排序

品种	F_1	F_2	F_3	F	排名
实生1号	-0.327	-1.291	-0.352	-0.67	9
实生2号	-0.549	0.379	0.153	-0.10	7
实生3号	-0.733	1.069	-0.700	-0.10	6
实生4号	-1.135	1.138	-0.697	-0.26	8
实生5号	-0.033	0.395	-0.440	0.04	4
实生6号	-0.625	-2.060	-0.427	-1.09	10
福克特	1.221	-0.080	0.889	0.71	2
佩洛奎	-0.657	-0.143	1.796	-0.03	5
金奥瓦	1.879	0.024	-1.425	0.63	3
德西拉布	0.959	0.570	1.205	0.87	1

注: F_1 、 F_2 、 F_3 分别第1、2、3主成分得分, F 为综合得分

3 结论

本研究中,‘德西拉布’‘福克特’‘金奥瓦’具有果实硕大的特点,可用于坚果产品开发;出仁率较突出的为‘实生4号’‘金奥瓦’‘实生2号’‘实生3号’‘福克特’,可用核仁产品开发;核仁含油率较高的为‘福克特’‘佩洛奎’‘德西拉布’‘实生2号’,可应用于榨油产品领域;风味较优、破壳容易且核仁饱满的品种为‘德西拉布’‘福克特’,适合作为鲜食产品开发等。总体来说,薄壳山核桃的果仁饱满度比较高、核仁质量适中、果实大小适中,便于包装成小袋装零食,同时核仁风味香甜,也利于直接作为坚果炒货、开发独立的休闲食品小零食或作为糖果等零食的配料。综合来看,风味较优、破壳更简易的‘德西拉布’和含油率高、果实饱满的‘福克特’在湖南地区综合表现优良,适合在湖南地区推广栽培。

国内薄壳山核桃产业的发展应在引入国外优良品种的基础上,发展具有自主知识产权的新品种,这是下一步需完成的育种任务。另外,本研究选取的薄壳山核桃品种数量较少,并且各品种的单株产量、稳产性以及抗逆性也是筛选优良品种的重要依据,鉴于此,对于确定适宜湖南省推广发展的薄壳山核桃品种仍有很多需要努力的方面。

参考文献:

- [1] 高焕章, 吴楚, 李申如, 等. 综合指数法在核桃选种中的应用研究[J]. 林业科学, 2002(3): 171-176.
- [2] 凌骅, 黄坚钦, 温国胜, 等. 5种薄壳山核桃苗叶片光合生理特性比较[J]. 林业科学, 2014, 50(8): 174-178.
- [3] 何方, 胡芳名. 经济林栽培学[M]. 2版. 北京: 中国林业出版社, 2004: 326-339.
- [4] 张强, 虎海防, 李西萍. 七个新疆良种核桃品质评价分析[J]. 北方园艺, 2010(19): 16-17.
- [5] 梁晓佳, 周菊玲. 核桃品质的综合评价[J]. 数学的实践与认识, 2013, 43(1): 10-13.
- [6] 武静, 孙向宁, 贺奇, 等. 早实核桃坚果品质各指标主成分分析及品质评价[J]. 中国园艺文摘, 2013, 29(7): 20-22.
- [7] 董静, 张雨, 冯倩, 等. 云南3个良种核桃的种实特征与品质评价[J]. 经济林研究, 2010, 28(4): 79-82.
- [8] 贾晓东, 王婵, 莫正海, 等. 美国山核桃与浙江山核桃果实品质的比较研究[J]. 天津农业科学, 2013, 19(3): 19-21.
- [9] 申艳红, 高兴泉, 石天磊, 等. 石门核桃种质资源坚果品质评价与分析[J]. 北方园艺, 2020(18): 43-48.
- [10] 蒲尧, 吴楚, 姚盛典, 等. 核桃优株果实的品质评价及其遗传多样性分析[J]. 分子植物育种, 2020, 18(13): 4464-4472.
- [11] 齐静. 中国主栽区核桃坚果品质研究[D]. 河北保定: 河北农业大学, 2009.
- [12] 贺舍予, 钟海雁, 金超, 等. 桐油主要脂肪酸定量分析方法的构建及其应用[J]. 中南林业科技大学学报, 2014, 34(5): 83-87.
- [13] 郝艳宾, 王克建, 王淑兰, 等. 几种早实核桃坚果中蛋白质、脂肪酸组成成分分析[J]. 食品科学, 2002, 23(10): 123-125.
- [14] 林海明, 张文霖. 主成分分析与因子分析的异同和SPSS软件: 兼与刘玉玫、卢纹岱等同志商榷[J]. 统计研究, 2005(3): 65-68.
- [15] 张静, 常培培, 梁燕, 等. 樱桃西红柿主要品质性状的主成分分析与综合评价[J]. 北方园艺, 2014(21): 1-7.

· 公益广告 ·

适度加工, 营养更丰富!

《中国油脂》宣

