

基于因子分析的核桃品质综合评价研究

杨静怡, 丁晓霞, 夏玉芳, 谢钊俊, 陶兴月

(贵州大学 林学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要:为从众多核桃品质的评价指标中找到主导的影响因子,达到用最少的指标获取最多核桃品质信息的目的,试验以赫章8个单株核桃为试材,通过对表征核桃物理化学特性的12项指标进行测定,利用因子分析,对众多指标进行降维处理,找出少数几个影响核桃品质的主导因子。结果表明:12项原始指标归属为3个相互独立的公因子,累计方差贡献率达到85.960%,其中,出仁率和壳厚度是重要的核桃品质的物理指标,蛋白质含量是重要的化学品质评价指标。核桃的理化品质与亲缘关系之间有一定的联系,利用因子分析结果进行聚类分析发现,1、5、6号核桃理化品质相似,可能具有较近的亲缘关系。4、7、8号单株单独成为3类,说明可能与其它单株的亲缘关系较远。研究结果可在一定程度为核桃资源的品质鉴定、优株鉴定、分类及亲缘关系的确定等提供理论依据。

关键词:核桃;综合品质;因子分析;聚类分析

中图分类号:S 664.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)09-0028-04

核桃(*Juglans sigillata* Dode)属胡桃科胡桃属落叶乔木,在众多的经济林树种中,核桃树的经济价值是较高的一种,有壳薄的,也有壳厚的,平时所称壳薄的叫泡核桃。核桃因其果仁营养丰富、风味独特和用途多样而跻身于世界四大干果之一。核桃植株全身都是宝。据研究报道,除果实外,核桃的青皮、枝条、叶、花、坚果壳等都具有一定的利用价值。核桃仁的营养组成分析表明,核桃仁不仅可用于生食,还可制成美味的核桃仁罐头、核桃粉、核桃乳等。核桃仁中含有丰富的脂肪、蛋白质、碳水化合物等营养成分,其中不饱和脂肪酸含量很高,核桃仁中还含有丰富的维生素、矿物质等,以及许多对人体有特殊生理功效的生物活性物质,具有很高的营养与食用价值^[1]。核桃的营养价值很高,据测定,每100 g核桃仁含优质脂肪63.7 g,蛋白质14.6 g,碳水化合物10.3 g,磷280 mg,钙85 mg,铁2.6 mg,钾3.0 mg^[2]。除此之外,还含有锰、铬等矿物质和多种维生素,并含有丰富的卵磷脂、氨基酸及不饱和脂肪酸。每100 g核桃仁可产生268 kJ的热量,是同等重量粮食所产生热量的一

倍,比牛肉、猪肉、鸡肉所提供的热量还大^[3]。

核桃既是营养丰富的食品,也有很大的药用价值,具有止咳化痰、顺气补血、散肿消毒等功能。核桃还具有健脑、预防心血管疾病、美容、排石、益寿等保健功能^[3]。核桃也是重要的坚果和木本油料树种,具有很高的经济价值,是我国重要的出口物资,在国际市场上占有及其重要的地位。

核桃坚果品质和核桃仁品质是评定其商品价值的主要指标,也是当今决定在国内外市场竞争力的主要因子,但是目前对我国不同产地核桃坚果品质的评价尚缺乏统一的标准。哪些因子对核桃的品质起主要决定作用尚无统一标准,所以还需进一步的研究和探索。核桃品质研究主要从坚果的外观指标和生理指标2个方面进行研究,对现有核桃品种的坚果品质进行评价,为以后的品质鉴定提供参考依据。王中奎等^[4]对来自不同产地(黑龙江桦南县、新疆阿克苏市和西藏林芝县)核桃综合性状进行了对比研究,并运用投影寻踪技术对不同产地核桃的综合性状进行评价。张强等^[5]在对7个新疆良种核桃所含18种氨基酸、10种微量元素以及蛋白质、维生素E、含油率等分析测定的基础上,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并进行了内在营养品质优劣排序。武静等^[6]对4种早实核桃的坚果品质中15个指标(纵径、横径、侧径、单果重、壳厚、核仁重、出仁率、全氮、全磷、全钾、钙、镁、锌以及脂肪

第一作者简介:杨静怡(1985-),女,硕士,讲师,研究方向为森林培育及城市林业。E-mail:goldfishyy@163.com.

基金项目:贵州省重大科技专项计划资助项目(黔科合重大专项字[2011]6011号);贵州大学青年教师科研基金资助项目(贵大自青基合字[2012]006号)。

收稿日期:2014-12-11

含量和蛋白质含量)进行了分析,以各指标的累积方差贡献率达到85%以上确定了3个反映早实核桃坚果主要品质的主成分及其主成分的函数式,并应用其对4个品种的核桃坚果品质进行初步评价。潘学军等^[7-8]对黔西北高原产区的核桃品质及质量安全进行了分析与评价。研究了从感官指标和理化指标获得核桃的品质信息,按照国标要求的方法测定核桃资源的外观品质和种仁中化学指标及N、P、K、S、Ca、Mg等的含量,对核桃品质进行分析。聚类分析将13个核桃样品分成3组,在一定程度上体现了核桃样品的亲缘关系和地域分布特征。董静等^[9]通过研究云南省主栽的三大良种核桃的品质特点,对其单果质量、果实整齐度、出仁率等特征与果实品质进行了观测评价。得出果油兼优的优良品种。张琦等^[10]对山西省汾阳市核桃资源圃13个核桃品种坚果的外观品质进行了调查评价,并分析测定了其果仁中的矿质养分含量。

对核桃的多个品质指标进行研究和分析,利于发挥核桃品质优势和潜力。由于进行核桃品质研究的指标比较繁杂,不利于进行数据分析与处理,这就要求对所有的指标进行降维处理,削减变量的个数,为此,使用因子分析的方法既能大大减少参与数据建模的变量个数,也不会造成信息的大量丢失。以最少的信息丢失为前提,将众多的原有变量综合成较少几个综合指标。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试材料 于2013年10月核桃果实成熟期采自贵州省毕节市赫章县,共采8个单株。去青皮后,置于通风干燥处晾晒后置于阴凉干燥处进行保存、待测。

1.1.2 供试仪器 T6-新世纪紫外可见分光光度计;SZF-06A型脂肪仪;Sigma 2-16PK型低温高速离心机;DZF-6030型真空干燥箱;CP213型电子天平。

1.1.3 供试试剂 牛血清蛋白(BSA)、考马斯亮蓝(分析纯)、95%的乙醇、85%的磷酸、葡萄糖(分析纯)、浓硫酸(分析纯)、萘酚(分析纯)、石油醚(分析纯)、磷酸二氢钠(分析纯)、磷酸氢二钠(分析纯)、无水乙醇(分析纯)等。

1.2 试验方法

对所采赫章核桃进行品质综合分析,利用因子分析的方法从诸多核桃品质评价的物理指标和化学指标中提取少数关键的影响因子,并获得不同单株核桃品质的因子得分。并根据因子得分,采用聚类分析的方法对不同单株核桃进行分类。

1.3 项目测定

1.3.1 物理指标测定 根据中华人民共和国国家标准

GB 7907-87《核桃丰产与坚果品质》^[11]和GB/T 20398-2006^[12],测定8个单株的9项物理指标。出仁率:求算30个坚果仁重与坚果重之比,换算成百分数,精度为0.01,约成1位小数。壳厚度:测量30个坚果果壳中部的厚度,求出平均值,精度为0.01 mm,约成1位小数。单果质量:在天平上测量100个核桃坚果总重量,求出平均值,3次重复,精度为0.01 g,约成一位小数。黑斑果率:随机取100个核桃,将黑斑果挑出记其数量,求算出黑斑果数与总坚果数之比。破损果率:随机取100个核桃,将破损果挑出记其数量,求算出破损果数与总坚果数之比。空壳果率:随机取100个核桃,将空壳果数挑出记其数量,求算出空壳果数与总坚果数之比。横径:用游标卡尺测量30个核桃横径并进行算术平均。纵径:用游标卡尺测量30个核桃纵径并进行算术平均。侧径:用游标卡尺测量30个核桃侧径并进行算术平均。

1.3.2 化学指标测定 采用索氏提取法^[13]测定不同品种核桃果仁的粗脂肪含量,参照GB/T 5009.6-2003《食品中脂肪的测定》方法,利用脂肪测定仪测定。考马斯亮蓝法测定粗蛋白质含量。萘酚比色法测定可溶性糖含量,每个单株9次重复。

1.4 数据分析

采用SPSS统计软件对数据进行因子分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 综合指标因子分析结果

评价核桃的综合性状,可对试验所测物理、化学指标进行因子分析、综合评价。从表1可看出,经过正交旋转后,前3个指标累积贡献率达到了86%,包含了原始指标的绝大部分信息。从表2的因子载荷矩阵可看出,第一提取因子包括出仁率、蛋白质、壳厚度、空壳果率、黑斑果率、破损果率、单果质量7项指标,可定义为核桃物理品质和蛋白质因子,该主因子的累计贡献率达到45%,是影响核桃物理性状的最重要因子,而出仁率、蛋白质、壳厚度对该主因子的影响最大,是评价核桃物理品质较为重要的指标。第二个主因子包括了横径、纵径、侧径、脂肪4项指标,可定义为核桃尺寸和脂肪因子,这一因子的累计贡献率为29%,与上一主因子相比,对核桃物理性状评价的影响要小一些。其中,横径和纵径2项指标对这一主因子的影响较大。第三个主因子为可溶性糖1项指标,对核桃物理性状的影响最小,这一因子的累计贡献率为11%,可定义为碳水化合物因子。从综合分析主因子载荷表中可以看出,出仁率和壳厚度是重要的核桃品质的物理指标,蛋白质的贡献率比其它2个化学指标的贡献率大,说明蛋白质在进行化学品质评价中很重要。

表 1 综合因子总特征值分解

Table 1 Decomposition of total characteristics of comprehensive factors

主成分 Principal component	相关矩阵的特征值 Characteristic value of correlation matrix			未旋转载荷的因子特征 Factor characteristic of non-rotating loading			旋转后载荷的因子分析 Factor analysis of rotating loading		
	特征值 Characteristic value	贡献率 Contribution	累积贡献率 Accumulate contribution	特征值 Characteristic value	贡献率 Contribution	累积贡献率 Accumulate contribution	特征值 Characteristic value	贡献率 Contribution	累积贡献率 Accumulate contribution
	value	/ %	/ %	value	/ %	/ %	value	/ %	/ %
1	6.625	55.211	55.211	6.625	55.211	55.211	5.434	45.286	45.286
2	2.366	19.719	74.390	2.366	19.719	74.930	3.503	29.188	74.474
3	1.324	11.031	85.960	1.324	11.031	85.960	1.378	11.486	85.960
4	0.681	5.672	91.632						
5	0.596	4.969	96.601						
6	0.364	3.035	99.636						
7	0.044	0.364	100.000						
8	6.11E-16	5.09E-15	100.000						
9	2.70E-16	2.25E-15	100.000						
10	-1.2E-17	-1.02E-16	100.000						
11	-4.5E-16	-3.78E-15	100.000						
12	-5.2E-16	-4.34E-15	100.000						

表 2 主因子载荷

Table 2 Main factor loading

	F1	F2	F3
出仁率 Kernel rate	-0.935	-0.312	0.009
蛋白质含量 Protein content	0.934	-0.220	0.069
壳厚度 Shell thin	0.905	0.366	-0.091
空壳果率 Hollow nut rate	-0.806	-0.280	-0.227
黑斑果率 Blackspot nut rate	0.783	0.408	0.137
破损果率 Broken nut rate	-0.737	0.124	0.539
单果质量 Weight of each nut	0.709	0.662	-0.153
横径 Transverse diameter	0.187	0.907	0.040
纵径 Longitudinal diameter	-0.296	0.808	-0.228
侧径 Lateral diameter	0.486	0.745	0.080
脂肪含量 Fat content	-0.438	-0.684	0.132
可溶性糖含量 Soluble sugar content	0.101	-0.165	0.950

2.2 各单株聚类分析结果

利用表 3 中的 3 个主因子得分和分层聚类的方法对 8 个核桃单株进行聚类分析,聚类方法采用最小距离法,测度方法采用欧式距离的平方。

表 3 主因子得分

Table 3 Main factor score

编号 Number	F1	F2	F3
1	-1.16955	0.45452	1.25250
2	-0.66193	-0.04052	-1.08653
3	0.26586	0.41347	-0.15403
4	0.63924	-2.19469	-0.36179
5	-0.61501	-0.17455	0.7102
6	-0.94360	-0.08086	-0.36063
7	1.66588	0.33661	1.31575
8	0.81910	1.28602	-1.31547

由图 1 可以看出,可分为 4 类。第一类为 2、6、1、5、3,这类核桃壳厚度较薄,出仁率较大,单果体积和质量都不大;蛋白质含量较低;脂肪含量较高,含量在 63%以上;可溶性糖含量较高,在 4.6%以上。第二类为 8,这类核桃壳较厚,出仁率较小,但单果体积和质量很大,蛋白质含量较高,脂肪含量很低,可溶性糖含量很低。第三

类为 7,这类核桃的壳较厚,出仁率很小,单果体积和质量都较大;蛋白质含量很高,脂肪含量很低,可溶性糖含量也很高。第四类为 4,这类核桃壳厚度和出仁率中等,单果体积和质量都很小;这一单株核桃蛋白质含量较高,脂肪含量很高,可溶性糖含量较高。

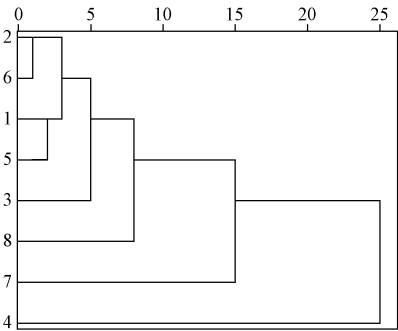


图 1 综合因子得分聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of comprehensive factor score

3 结论与讨论

表征核桃品质的评价指标众多,且指标间存在错综复杂的网络联系,直接用原始指标进行综合评价,易发生信息重叠,而对核桃品质评价和品种筛选造成困扰。因子分析法以取少数相对独立的综合因子来代替多个因子(原始指标),由因子得分对核桃品质聚类分析之后再进行分析评价,可以作为核桃品质评价的一种新方法。通过综合因子分析可知,出仁率、蛋白质、壳厚度、空壳果率、黑斑果率、破损果率、单果质量为第一主因子,贡献率达到 45%,是影响核桃物理性状的最重要因子,而出仁率、蛋白质、壳厚度对该主因子的影响最大,是评价核桃物理品质较为重要的指标。第二个主因子包括了横径、纵径、侧径、脂肪 4 项指标,贡献率为 29%,横径和纵径 2 项指标对这一主因子的影响较大。

第三个主因子为可溶性糖 1 项指标,贡献率为 11%。从综合分析主因子载荷表中可以看出,出仁率和壳厚度是重要的核桃品质的物理指标,蛋白质含量是重要的化学品质评价指标。

核桃的理化品质与亲缘关系之间有一定的联系,亲缘关系相近的种类其化学成分及含量往往相近,品质相当。根据核桃理化指标利用聚类分析对核桃属不同核桃单株进行分类,1、2、3、5、6 号核桃壳厚度较薄,出仁率较大,蛋白质含量较低,脂肪含量和碳水化合物含量较高,这 3 个单株可能具有较近的亲缘关系。4、7、8 号单株单独成为 3 类,说明可能与其它单株的亲缘关系较远。

该研究通过因子分析法将多个指标进行综合和简化,认为影响核桃单株果实品质综合评价的主因子依次是物理品质和蛋白质因子、核桃尺寸和脂肪因子、碳水化合物因子,但是由于在贵州的这方面的研究比较少,所以无法与赫章核桃相关研究作对比,这也是很大的不足。

该研究对 8 个单株核桃的理化指标进行了综合评价并进行了聚类分析,在一定程度上为核桃资源的品质鉴定、优株鉴定、分类及亲缘关系的确定等提供了理论依据。

参考文献

- [1] 高海生,朱凤妹,李润丰.我国核桃加工产业的生产现状与发展趋势[J].经济林研究,2008,26(3):119-126.
- [2] 杨虎清.核桃的营养价值及其加工技术[J].粮油加工与食品机械,2002(2):47.
- [3] 王利华.核桃的营养保健功能及加工利用[J].中国食物与营养,2007(8):28-30.
- [4] 王中奎,王超,关法春.不同产地核桃坚果的综合性状评价[J].食品科学,2013,34(15):100-103.
- [5] 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(10):16-17.
- [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].山西省林业科学研究,2013(7):20-22.
- [7] 潘学军,张文娥,李琴琴,等.核桃感官和营养品质的主成分及聚类分析[J].食品科学,2013,34(8):195-198.
- [8] 潘学军,张文娥,张政,等.黔西北高原核桃品质分析及安全性评价[J].西南农业学报,2011,24(2):825-825.
- [9] 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.
- [10] 张琦,程滨,赵瑞芬,等.不同品种核桃外观品质和矿质养分含量的比较研究[J].中国农学通报,2011,27(4):301-305.
- [11] GB 7907-87.核桃丰产与坚果品质[S].
- [12] GB/T20396-2006.核桃坚果质量等级[S].
- [13] 宋治军,赵锁芳.食品营养与安全分析检测技术[M].杨凌:西北农林科技大学出版社,2005:90-93.

Study on Comprehensive Quality of Walnut Based on Factor Analysis

YANG Jing-yi, DING Xiao-xia, XIA Yu-fang, XIE Zhao-jun, TAO Xing-yue
(Forestry College, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025)

Abstract: In order to find out the factors influencing the leading from the evaluation of many walnut quality, achieve maximum walnut quality information with a minimum of target, the experiment with 8 walnuts from Hezhang as materials, determined by 12 indicators of physical and chemical characterization of walnut, using factor analysis, to reduce the dimension of the many indicators, find out a few dominant factors influencing the quality of walnut. The results showed that 12 primitive indexes belonged to 3 common factors independent of each other, the cumulative variance contribution rate reached 85.960%, of which, rate of kernel and shell thickness was the walnut quality physical index, protein content was an important indicator of chemical quality evaluation. There was some relationship between the physical and chemical quality and genetic relationship of walnut, using factor analysis results of the cluster analysis showed 1, 5 and 6 walnut physic-chemical quality similar, may had a close genetic relationship, 4, 7 and 8 belonged to 3 categories, that may be related to other plant far. The results of the study could provide the theoretical for walnut resource quality identification, and strain identification, classification and determining the genetic relationship in a certain degree.

Keywords: walnut; comprehensive quality; factor analysis; cluster analysis