

不同产地核桃坚果的综合性状评价

王中奎, 王 超, 关法春*

(西藏大学农牧学院, 西藏 林芝 860000)

摘 要: 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。结果表明: 不同产地核桃外部感官指标之间差异明显; 产地新疆阿克苏的核桃果形指数(1.54)显著高于其他产地核桃; 产地黑龙江桦南的核桃果壳厚度显著高于其他产地核桃, 但果仁质量显著低于产地新疆阿克苏和西藏林芝的核桃; 不同产地的核桃出仁率差异显著, 产地新疆阿克苏的核桃出仁率最高(56.15%), 产地黑龙江桦南德核桃(16.84%)出仁率最低; 产地西藏林芝、新疆阿克苏的核桃果仁粗脂肪含量分别为61.45%、59.87%, 均显著高于产地黑龙江桦南的核桃果仁粗脂肪含量, 粗蛋白含量则以黑龙江桦南的核桃含量最高(20.98%), 并显著高于其他产地核桃; 综合评价可知, 产地新疆阿克苏的核桃评价价值最高(投影值2.0703), 其次依次为产地黑龙江桦南、新疆阿克苏的核桃, 出仁率、果壳厚度是本次坚果综合性状评价最关键的两个指标。

关键词: 核桃; 综合性状; 投影寻踪; 评价

Comprehensive Evaluation of Walnuts from Different Growing Regions

WANG Zhong-kui, WANG Chao, GUAN Fa-chun*

(College of Agricultural and Animal Husbandry, Tibet University, Linzhi 860000, China)

Abstract: China has a rich and diverse walnut resource. There are considerable differences in appearance quality, economic characters and nutritional components of walnuts from different growing regions. In this study, the comprehensive characters of walnuts from different climate areas (Huanan county of Heilongjiang, Aksu city of Xinjiang, and Linzhi county of Tibet) were explored by projection pursuit method. An obvious difference in sensory indices of walnuts from different geographic origins was observed. The fruit shape index of walnuts from Xinjiang was 1.54, which was significantly higher than that of walnuts from Heilongjiang and Tibet. Similarly, walnuts from Heilongjiang had significantly higher shell thickness than walnuts from Xinjiang and Tibet despite having lower nut weight. A significant difference in kernel rate of walnuts from different geographic origins was observed, the kernel rates of walnuts from Xinjiang and Heilongjiang were 56.15% and 16.84%, respectively. Walnuts from Tibet and Xinjiang showed a significantly increased level of crude fat (61.45% and 59.87%, respectively) when compared with those from Heilongjiang. Walnuts from Heilongjiang exhibited the highest protein content. Comprehensive evaluation showed that the projection value of walnuts from Xinjiang was the highest (2.0703) and kernel rate and shell thickness were the most critical indicators for comprehensive evaluation.

Key words: walnut; comprehensive characters; projection trace; evaluation

中图分类号: TS202.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)15-0100-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201315021

核桃属(*Juglans*)植物约有20多种, 我国现有12个种, 其中分布广且栽培较多的是核桃(*J. regia*)和铁核桃(*J. sigillata*), 其中核桃目前是中国栽培范围最广的种^[1], 资源丰富, 品种繁多, 不同产地的核桃外观质量、经济性状和营养成分等指标差异甚大。

目前针对核桃综合性状指标的分析方法尚没有统一的标准, 核桃外观质量、商品性状和营养成分等指标之

间的关系十分复杂, 依靠传统的打分评价往往使选育工作进展缓慢, 确定指标和用途缺乏科学依据, 而采用主成分分析^[2]、灰色关联分析^[3]等方法应用于经济林树种经济性状的分析也无法避免权重赋值对分析结果的影响。针对以往评价方法存在人为权重赋值误差, 以及简便计算方法等方面不足的问题, 投影寻踪技术应运而生并应用于多个领域的评价优选和应用研究^[4-7], 其结果更加客

收稿日期: 2012-06-27

基金项目: 西藏自治区自然科学基金项目

作者简介: 王中奎(1960—), 男, 副教授, 学士, 研究方向为园艺作物栽培。E-mail: wangzhk63130@163.com

*通信作者: 关法春(1976—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为植物栽培。E-mail: guanfachun@aliyun.com

观和准确,但是目前该方法尚未用于经济林果实性状的质量综合评价。

本实验对于来自不同气候区的原产核桃综合性状进行对比研究,并运用投影寻踪技术对不同产地的核桃综合性状进行评价,以期明确不同产地原生核桃的综合性状差异,并探讨投影寻踪技术用于经济林果实综合性状质量评价的可行性,从而为合理利用核桃资源和品种选择决策提供理论依据和应用基础。

1 材料与方法

1.1 材料

实验于2009年果实成熟期,在黑龙江桦南县、新疆阿克苏市北和西藏林芝八一镇等地的山上采集当地野生的普通核桃(*J. regia*),编号分别为H、A和L。每个产地均随机在不同地点选择30株以上植株,每株选择3个大小中等的饱满坚果,堆放于阴凉处3~5d后,将青皮拨落,清水洗净,放于通风干燥处晾晒后置于阴凉干燥处进行保存,待测。

1.2 方法

1.2.1 核桃坚果外观质量的描述和指标测定

分别描述坚果形状、外壳颜色、壳面光滑程度、果底形状、缝合线特征及核仁饱满情况;用游标卡尺测量坚果的纵径、横径、果壳厚度;测定坚果的单果质量、仁质量,3次重复,并计算坚果的果形指数和果仁出仁率^[8]。

1.2.2 核桃果仁品质质量的测定

分别采用索氏提取法和凯氏定氮法^[9]测定不同产地核桃果仁的粗脂肪含量和粗蛋白质含量,3次重复。

1.2.3 投影寻踪评价模型的构建

投影寻踪评价模型的构建主要包括评价指标集的归一化处理、构造并优化投影指标函数 $Q(a)$ (把 p 维数据构造为投影方向的一维投影值,并逐步择优高维数据特征结构的投影方向,通过求解投影指标函数最大化问题来估计最佳投影方向 a^* ,确定投影值 $Q(a)^*$ 、分类与优序排列等步骤,具体建模步骤参见文献[6-7])。

1.3 数据处理

应用SPSS统计软件对数据进行LSD差异显著性分析,并运用Matlab6.0软件进行编程处理相关数据。

2 结果与分析

2.1 不同产地核桃坚果外部感官指标的比较

由表1可知,不同产地核桃坚果外部感官指标差异较大,从外形上看,产地L和产地A的核桃坚果外形主要呈圆形,种壳金黄色,果壳较为光滑,缝合线紧密度适宜,取仁较为容易,而且种仁饱满;产地H的核桃坚果外

形呈梭形,种壳棕色,果壳粗糙,缝合线紧密,取仁部易,种仁饱满度稍差。综合比较来看,产于新疆阿克苏(A)的紫皮核桃外观商品性较好,而且壳仁分离,取仁容易,种仁饱满,外观质量综合评价最好,产于西藏林芝(L)的其次,而产于黑龙江桦南(H)的核桃坚果从总体外观指标上来看,质量最差。

表1 不同产地核桃坚果外部感官指标的比较

Table 1 External sensory indexes of walnuts from different growing regions

产地	果形	外壳颜色	外壳光滑度	果底形状	缝合线紧密度	取仁难易度	种仁饱满度
L	圆形	金黄色	较光滑	椭圆	稍隆、稍紧、平	易取半仁	饱满
A	椭圆形	浅黄色	光滑	圆	微隆、稍紧、平	易取整仁	饱满
H	梭形	棕色	粗糙	尖	隆、紧、不平	易取1/4仁	较饱满

2.2 不同产地核桃坚果经济性状指标的比较

表2 不同产地核桃坚果的经济性状指标的比较

Table 2 Economic indexes of walnuts from different growing regions

产地	果形指数	单果质量/g	果壳厚度/mm	果仁质量/g	出仁率/%
L	1.17±0.18 ^b	10.62±3.11 ^a	4.16±0.86 ^b	4.61±1.57 ^{ab}	45.68±6.67 ^b
A	1.24±0.03 ^b	12.24±2.31 ^a	3.14±0.55 ^b	6.72±1.20 ^a	56.15±5.80 ^a
H	1.54±0.14 ^a	9.64±1.29 ^a	6.15±1.03 ^a	1.59±0.32 ^b	16.84±4.31 ^c

注:同列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

核桃的经济价值主要取决于坚果的外形、取仁难易程度、果仁大小和出仁率等。由表2可知,从果形指数指标上来看,产地L的核桃坚果平均果形指数最小(1.17),果形偏圆,外形最为美观,其次产地A的核桃坚果,平均果形指数为1.24,果形呈椭圆形,外形中等,而产地H的核桃坚果平均果形指数最大(1.54),果形呈梭形,果壳顶部较为尖锐,外形较差。LSD差异显著性分析结果表明:产地H的核桃坚果果形指数为1.54,显著高于产地L、产地A的核桃坚果果形指数,而产地L、产地A的核桃坚果果形指数之间差异不显著。

果壳厚度是衡量取仁难易程度的主要量化指标,产地A的核桃坚果果壳平均厚度最小(3.14mm),取仁容易,其次为产地L的核桃坚果(4.16mm),比较容易取仁,而产地H的核桃果壳平均厚度最大,为6.15mm,取仁困难。LSD差异显著性分析结果表明:产地A和产地L的核桃果壳平均厚度显著低于产地H的核桃果壳平均厚度。

核桃坚果的单果质量、果仁质量,以及由此计算得出的出仁率指标,直接关系到核桃坚果的食用商品性。不同产地的核桃坚果平均单果质量由大到小排列,依次为产地A(12.24g)、产地L(10.62g)、产地H(9.64g),但由于标准差较大,不同产地之间的坚果平均单果质量差异并不显著;但不同产地的果仁质量之间存在较大差异,产地A的核桃坚果平均果仁质量数值最大(6.72g),其次为产地L的核桃坚果(4.61g),产地A和产地L的核桃坚果平均果仁质量均显著大于产地H的平均果仁质量(1.59);从出仁率指标上来看,产地A的核桃坚果出仁率高达

56.15%，显著高于产地L(45.68%)和产地H(16.84%)的核桃坚果出仁率，其中产地L和产地H的核桃坚果出仁率之间也呈现显著差异。

2.3 不同产地核桃果仁化学指标的比较

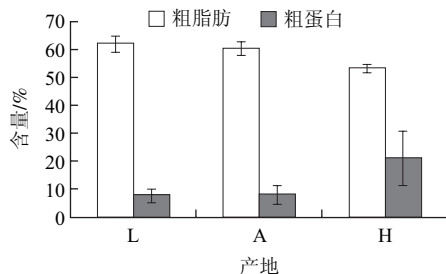


图1 不同产地核桃坚果化学指标的比较

Fig.1 Nutritional indexes of walnuts from different growing regions

由图1可知，粗脂肪和粗蛋白是衡量果实营养价值的常用指标，不同产地核桃果仁的粗脂肪和粗蛋白含量差异较大。粗脂肪含量以产地L的果仁最高(61.45%)，产地A次之(59.87%)，产地H最低(61.45%)，其中产地L和产地A之间的果仁粗脂肪含量差异不显著，但是产地L和产地A果仁粗脂肪含量均显著高于产地H；粗蛋白含量以产地H的果仁最高(20.98%)，产地A次之(8.02%)，产地L最低(7.77%)，其中产地L和产地A之间的果仁粗蛋白含量差异不显著，但是产地H果仁粗蛋白含量显著高于产地L和产地A。

因此，不同产地果仁的营养价值各具特色。产地L和产地A的粗脂肪含量相对较高，而粗蛋白含量相对较低；产地H的粗脂肪含量相对较低，而粗蛋白含量高达20.98%。今后可根据其果仁的营养价值特点，在育种和加工利用等方面制定不同策略。

2.4 核桃坚果综合性状的投影寻踪模型评价

将核桃坚果的每一个评价指标均作为一维空间，这样核桃坚果的综合性状评价体系形成多维空间数据，根据投影寻踪模型的基本原理及方法，将多维数据降为一维，且形成的新指标具有整体分散和局部凝聚的特征，故可以根据其投影值大小来做聚类分析。根据评价指标选择的完全性原则、简捷易得性原则、相对独立性原则和客观性原则，选取果形指数、果壳厚度、单果质量、出仁率、粗脂肪含量和粗蛋白含量等指标作为核桃坚果的性状评价指标，以综合考虑核桃坚果的外观商品性、加工特性、食用性、营养价值等方面的性能。

首先将评价指标的测定值进行归一化处理，对于单果质量、出仁率、粗脂肪含量和粗蛋白含量指标，以及果形指数、果壳厚度指标，分别按照数值越大越好和数值越小越好的原则，进行归一化处理。采用MATLAB 6.5软件编程处理数据，选定父代初始种群规模为 $n=400$ ，交叉概率 $P_c=0.80$ ，变异概率 $P_m=0.80$ ，优秀个体数目选定为20个， $\alpha=0.05$ ，加速次数为20，得出最大投影指标

值为： $Q(a^*)=40.8801$ ，最佳投影方向 $a^*=(0.4365, 0.4235, 0.4629, 0.4730, 0.4382, 0.0099)$ ；L、A、H的综合评价的投影值 $z^*(j)=(1.6874, 2.0703, 0.1099)$ 。将 $z^*(j)$ 从大到小排列，得各个样本的优劣排序为：A>L>H。样本优劣关系见图2。

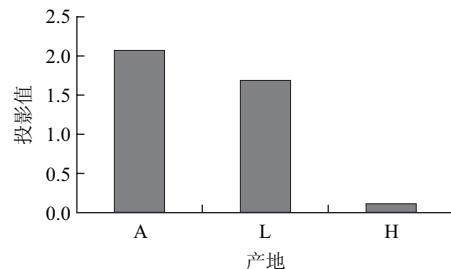


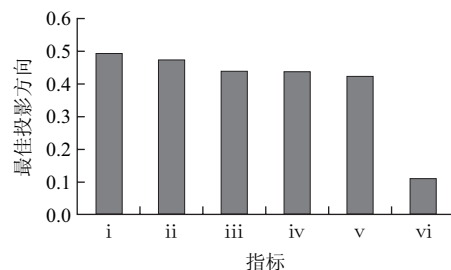
图2 不同产地核桃坚果综合评判函数投影值排序图(排序后)

Fig.2 Projection value produced by comprehensive evaluation of walnuts from different growing regions

由图2可知，产于新疆阿克苏市北(A)的核桃坚果个大皮薄且仁多，除了粗脂肪和粗蛋白含量中等外，其他指标均最高，因此综合评价结果最优(投影值2.0703)；产于西藏林芝八一镇(L)的核桃坚果综合评价结果次之(投影值1.6874)，该产地核桃坚果除了粗脂肪含量最高外，其他指标位列中等；而产于黑龙江桦南(H)的核桃坚果，除了蛋白质含量显著高于其他外，其他指标均较低，因此评价结果排在最后(投影值0.1099)。

2.5 单个指标对核桃坚果综合性状评价的影响分析

投影寻踪模型在单位超球面中随机抽取若干个初始投影方向，计算其投影指标的大小，根据投影指标选大或选小的原则，进行加速遗传算法操作，最后确定最大指标函数值或最小指标函数值对应的投影方向为最优投影方向，反应了各指标的数据特征。因此，最佳投影方向各分量绝对值的大小实质上反映了各指标对核桃坚果质量的影响程度。各分量绝对值越大，则对应的评价指标对核桃坚果质量的影响程度就越大；反之，则越小。



i. 出仁率; ii. 果壳厚度; iii. 粗脂肪; iv. 果形指数; v. 单果质量; vi. 粗蛋白。

图3 不同产地核桃坚果品质指标的最佳投影方向

Fig.3 Projection direction of quality indices for walnuts from different growing regions

对大量实验样本的统计结果得出，在本例中最佳投影方向 $a^*=(0.4365, 0.4235, 0.4629, 0.4730, 0.4382,$

0.0099), 对应的评价指标分别为果形指数、单果质量、果壳厚度、出仁率、粗脂肪、粗蛋白。由图3可知, 出仁率、果壳厚度、粗脂肪、果形指数、单果质量、粗蛋白对核桃坚果综合性状评价结果的影响程度依次降低, 其中出仁率、果壳厚度两个指标的影响程度最大, 说明涉及到核桃坚果和果仁质量大小, 以及取仁难易程度是涉及坚果综合性状评价最关键的两个指标, 这两个指标的变化将在很大程度上影响核桃坚果质量和等级评价, 此结果也与市场供需实际情况相符合, 因此今后在核桃育种等工作中应适当侧重对出仁率、果壳厚度这两个指标的重视程度。

3 讨论

我国核桃的种质资源非常丰富, 不同地域的核桃遗传基础不同, 产生了不同的地理生态型^[10-11]。对不同产地的核桃坚果性状的综合评价, 涉及到食用、加工、育种、栽培等各个方面的问题, 选取的指标体系或者评价侧重点不一样, 评价结果也不尽相同。本研究侧重当前核桃在市场炒货供应方面的指标要求, 产于新疆阿克苏北的核桃个大皮薄且仁多, 因而综合评价结果最好, 产自黑龙江省桦南的核桃虽然综合评价结果最差, 但蛋白质含量奇高, 今后其可作为低热量的蛋白质高级补品来开发。本研究对不同产地核桃坚果一般性状进行的对比分析和明确, 为其今后合理利用奠定了基础。

本实验选取的指标涵盖核桃坚果的即食性和营养价值指标, 侧重于核桃坚果的食用商品性上, 反应市场供需对炒货的指标要求。因此, 在评价指标选择上, 主要选用了果实外观、取仁容易程度、果仁质量和品质等方面的指标, 并通过建立投影寻踪模型, 通过根据数据的特征来反应核桃坚果的综合性状; 同时根据最佳投影方向来判断各分量绝对值的大小, 实质上反映了各指标对核桃坚果质量的影响程度。因此应用投影寻踪评价方法分析结果更为客观、精确^[12-14], 这也是该分析方法有别其他方法的优点所在^[15-17]。

在目前核桃性状数学评价方法和指标体系尚没有确定的背景下, 借鉴其他食品种类的数学分析方法^[18-19], 投影寻踪技术将为核桃坚果质量评价提供方法技术, 同时解决该技术的分级方法^[20], 也在食品分级或分类等方面提供了一种新的方法与思路, 具有非常重要的现实指导意义。

4 结论

4.1 产于新疆阿克苏市和西藏林芝的核桃坚果各方面性状相比, 除前者出仁率指标显著高于后者外, 其他指标数值之间差异不大, 外部感官特征差别也不大; 而产于

黑龙江桦南的核桃坚果除了蛋白质含量显著高于产于新疆阿克苏市和西藏林芝的核桃之外, 其它各方面指标均明显落后于后两者。

4.2 运用投影寻踪模型的评价结果表明: 产于新疆阿克苏市北的核桃坚果综合评价结果最优(投影值2.0703), 产于西藏林芝八一镇的核桃坚果综合评价结果次之(投影值1.6874), 而产于黑龙江桦南的核桃坚果评价结果排在最后(投影值0.1099); 结合单个指标对核桃坚果综合性状评价的影响分析表明, 出仁率、果壳厚度、粗脂肪、果形指数、单果重、粗蛋白对核桃坚果综合性状评价结果的影响程度依次降低, 其中出仁率、果壳厚度两个指标是坚果综合性状评价最关键的两个指标, 这两个指标直接影响核桃坚果质量和等级评价。

参考文献:

- [1] 曲泽洲, 孙云蔚. 果树种类论[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990: 183-191.
- [2] 白志英, 李存东, 孙红春, 等. 小麦代换系抗旱生理指标的主成分分析及综合评价[J]. 中国农业科学, 2008, 41(12): 4264-4272.
- [3] 杨泽敏, 孙金才, 周竹青. 灰色关联分析用于稻米品质综合评价的改进[J]. 农业系统科学与综合研究, 2004, 20(4): 268-270.
- [4] GILLIAM X, DUNYAK J P, SMITH D A, et al. Using projection pursuit and proper orthogonal decomposition to identify independent flow mechanisms[J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2004, 92: 53-69.
- [5] MALPICA J A, REJAS J G, ALONSO M C. A projection pursuit algorithm for anomaly detection in hyperspectral imagery[J]. Pattern Recognition, 2008, 41(11): 3313-3327.
- [6] 关法春, 贺延国, 梁正伟. 基于遗传算法的投影寻踪模型对小花碱茅(*Puccinellia tenuiflora*)适宜收获期的评价[J]. 农业系统科学与综合研究, 2009(3): 18-24.
- [7] FU Q, XIE Y G, WEI Z M. Application of projection pursuit evaluation model based on real-coded accelerating genetic algorithm in evaluating wetland soil quality variations in the Sanjiang plain[J]. China Pedosphere, 2003, 13(3): 249-256.
- [8] GB/T 20398—2006 核桃坚果质量等级[S]. 2006.
- [9] 宋治军, 赵锁劳. 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.
- [10] 奚声珂. 我国胡桃属(*Juglans* L.)种质资源与核桃(*Juglans regia* L.)育种[J]. 林业科学, 1987, 23(3): 342-349.
- [11] 吴燕民, 刘英, 董凤祥. 应用RAPD对我国栽培核桃不同地理生态型的研究[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(5): 23-27.
- [12] REZAEI S A, GILKES R J, ANDREWS S S. A minimum data set for assessing soil quality in rangelands[J]. Geoderma, 2006, 136: 229-234.
- [13] 王建国, 杨林章, 单艳红. 模糊数学在土壤质量评中的应用研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 176-183.
- [14] 付强, 赵小勇. 投影寻踪模型原理及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [15] 张礼兵, 程吉林, 金菊良, 等. 农业灌溉水质评价的投影寻踪模型[J]. 农业工程学报, 2006, 22(4): 15-18.
- [16] 关法春, 贺延国, 李景富. RAGA的投影寻踪模型在番茄杂交组合综合评价中的应用[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(1): 29-33.
- [17] HOLLAND J H. Genetic algorithms[J]. Scientific American, 1992, 4: 44-50.
- [18] MEULLENET J, CHAMPAGNE T. Instrumental assessment of cooked rice texture characteristics: a method for breeders[J]. Cereal Chem, 2000, 77(4): 512-517.
- [19] 江凌燕, 秦文, 梁爱华. 速冻方便米饭的品质特性及最佳品质评价指标的确立[J]. 食品科学, 2008, 29(11): 49-53.
- [20] 苗彦军, 王超, 关法春, 等. 基于投影寻踪的西藏野生波伐早熟禾坪用价值评价[J]. 草地学报, 2011, 19(3): 355-399.