

鲜食枣品质的综合评价

陈文涛¹, 袁德义^{1*}, 张日清¹, 韩志强¹, 黄春元², 段练²

(1.中南林业科技大学经济林培育与保护教育部重点实验室, 湖南 长沙 410004; 2.衡阳市林业局, 湖南 衡阳 421000)

摘要:以14个品种的鲜食枣为试材,通过分析其10项果实性状指标对其果实品质进行评价。结果表明:①14个品种的鲜食枣可食率和可溶性糖含量的差异相对较小,而单果质量、果实整齐度、果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和糖酸比的差异相对较大;②用隶属函数法从转化后的数据中提取公因子,特征根>1的公因子为果实风味因子、果实营养及贮藏因子、果实外观及口感因子、果实V-C含量及可食率因子,其方差贡献率分别为26.338%、23.273%、20.865%、12.374%,累计方差贡献率为82.85%;③金丝4号、沾化冬枣、脆枣、大果冬枣、金丝蜜枣、糖枣、鸡蛋枣、苹果冬枣、早脆王、芒果冬枣、玉泉8号、特早4号、蜜枣和梨枣果实品质的综合评价分值依次降低,这一结果与感官评价结果基本一致,表明因子分析法可以用于对鲜食枣果实品质性状进行综合评价。

关键词:鲜食枣;果实品质;因子分析

中图分类号:S665.1 文献标志码:A 文章编号:1007-1032(2014)01-0032-05

Factor analysis and comprehensive assessment on quality characters of fresh jujube cultivars

CHEN Wen-tao¹, YUAN De-yi^{1*}, ZHANG Ri-qing¹, HAN Zhi-qiang¹, HUANG Chun-yuan², DUAN Lian²

(1. The Key Laboratory of Non-wood Forest Nurturing and Protection of the National Ministry of Education, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 2. Forestry Bureau of Hengyang, Hengyang, Hunan 421000, China)

Abstract: Fruit quality of 14 fresh edible jujubes was evaluated from ten indicators of quality traits. The results showed that: ①There was little differences in ratio of edibility and content of soluble sugar among the 14 fresh edible jujubes, however, great difference was existed in fruit weight, fruit uniformity, fruit firmness, soluble solid content (SSC), content of titratable acids, and the ratio of soluble sugar and total acids (TA). ②Four factors, whose eigenvalue was larger than 1 obtained by extracting from the converted data matrix using subordinate function, were flavor factor, nutrient and storage factor, fruit appearance, and V-C and ratio of edibility in order, their variance contribution were 26.33%, 23.27%, 20.86% and 12.37% respectively, and their total contribution was 82.85%. ③Score value of comprehensive evaluation for Jinsisihao was the highest, followed by Zhanhuadongzao, Cuizao, Daguodongzao, Jinsimizao, Tangzao, Jidanzao, Pingguodongzao, Zaocuiwang, Mangguodongzao, Yuquanbahao, Tezasihao, Mizao and Lizao, which was in accord with the results of sensory evaluation. Factor analysis was a suitable method for evaluation of fruit quality properties of fresh edible jujube.

Key words: fresh edible jujube; fruit quality; factor analysis

枣(*Zizyphus jujuba* Mill.)是中国第一大干果树种,栽培面积和产量均占世界的 99%^[1]。鲜食枣具有果实肉质脆、汁液多、味甜或酸甜、风味独特等优点。南方光、热充足,可以实现鲜食枣一年多熟生产^[2]。南方枣业生产起步较晚,目前还存在良种数量少、现有良种性状存在缺陷、品种结构不合理等问题。因子分析以最少的信息丢失,将众多原始变量浓缩成少数几个综合因子,是一种常用于对多指标进行综合评价的多元统计方法。有学者利用因子分析法对辣椒的耐盐性^[3]和主要表型性状^[4]、甘蔗的经济性状^[5]、黄瓜的数量性状遗传^[6]和冬枣的优良单株果实品质进行综合评价^[7],也有学者利用多维空间、多维向量综合评定的数学模型^[8]、灰色关联分析^[9]和主成分分析方法^[10]对鲜食枣品质进行综合评价。前叙评价方法中,前 2 种方法都需要对不同性状指标赋予权重,人为干扰因素较大。因子分析与主成分分析类似,它重在解释原始变量之间的关系,经过提取因子的矩阵旋转,使潜在因子的实际意义更加明确^[11-13]。目前,用因子分析法分析鲜食枣品质性状的研究尚少。笔者以衡阳地区 14 个当地及引栽优良鲜食枣品种为试材,运用因子分析法对鲜食枣主要品质性状进行分析,进而对鲜食枣品质进行综合评价,旨在为该地区鲜食枣品种的选择、优良品种选育及鲜食枣产业发展提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

鸡蛋枣、早脆王、梨枣、特早 4 号、糖枣、玉泉 8 号、沾化冬枣、苹果冬枣、大果冬枣、脆枣、芒果冬枣、蜜枣、金丝蜜枣、金丝 4 号(分别编号为 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14)采自衡阳市衡南县向阳镇向阳苗圃。

1.2 方 法

于衡阳市衡南县向阳镇向阳苗圃分批随机采集鲜食枣果实。在 14 个品种鲜食枣树体中上部的东、南、西、北各采集果实 60 个,单株为 1 个试验小区,重复 3 次。将采集到的果实置于冰盒,迅速带回实验室于 4 ℃冰箱中贮藏。第一批于 2012 年 8 月 10 日采摘,于 8 月 12—13 日测定果实品质;第二批于 2012 年 9 月 4 日采摘,于 9 月 5—7 日测定果实品质。

1.3 测定指标及方法

测定单果质量(g)、果实整齐度、果实硬度(N/cm²)、可食率(%)、可溶性固形物含量(%)、可滴定酸含量(%)、可溶性糖含量(%)、V-C 含量(mg/(100 g))、糖酸比和果实口感(分别用 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 、 X_8 、 X_9 和 X_{10} 表示)。单果质量用电子天平(精度 0.01)测定;果实整齐度参照文献[14]的方法测定;果实硬度用果实硬度计(日本竹村产品,型号为 FHR-5)测定;可溶性固形物含量用 WYT-I 糖度计测定;可滴定酸含量用指示剂滴定法测定^[15];可溶性糖含量由蒽酮比色法测定;V-C 含量采用 2,6-二氯酚比色法测定^[16]。

果实口感测定方法:先测定果肉质度、果肉粗细、果肉汁液指标,分为好(5 分)、较好(4 分)、一般(3 分)、差(2 分)和较差(1 分)5 个等级,请 5 名专业人员按文献[17]的方法品尝,评定记分,结果取平均值。

1.4 数据处理

在因子分析前,用隶属函数法对数据进行转化:正相关指标(单果质量、果实硬度、可食率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、V-C 含量、可溶性糖含量、糖酸比、果实口感)依据公式(1)进行转化,负相关指标(果实整齐度)依据公式(2)进行转化。使用 SPSS 17.0 软件进行因子分析,得到各品种的公因子分值 F_{jn} 。综合分值 D_n 以相应公因子的贡献率 E_j 为权重,由公式(3)计算得到。

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

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

$$D_n = \sum_{j=1}^m F_{jn} \times E_j \quad (3)$$

式中: U_{in} 和 U'_{in} 分别为第 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 个指标的最大值和最小值; D_n 为由因子分析法得到的各样品果实品质的综合分值; F_{jn} 为第 n 个样品第 j 个特征值 > 1 的公因子的分值; m 为特征值 > 1 的公因子的个数; E_j 为第 j 个公因子的贡献率。

2 结果与分析

2.1 供试鲜食枣的主要品质性状

由表1可见,14个品种的鲜食枣单果质量的变异系数最大,达56.28%,最大单果质量为27.92g,

最小单果质量为5.93g,平均14.66g;果实整齐度、果实硬度和糖酸比的变异系数分别为31.43%、26.69%和26.87%;可食率变异系数最小,为0.87%;可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖和果实口感的变异系数为7%~22%。

表1 各品种鲜食枣果实的主要品质性状

Table 1 Major mean quality traits in fruit of fresh edible jujube

品种	X_1/g	X_2	$X_3/(N \cdot cm^{-2})$	$X_4/\%$	$X_5/\%$	$X_6/\%$	$X_7/\%$	$X_8/(mg \cdot (100g)^{-1})$	X_9	X_{10}
鸡蛋枣	16.24	1.31	11.46	96.30	30.28	0.32	27.14	258.34	85.03	3.67
早脆王	17.79	1.76	10.60	97.06	20.94	0.27	29.91	355.08	110.78	3.67
梨枣	21.27	2.08	11.52	96.71	19.58	0.37	29.50	190.00	80.46	3.33
特早4号	6.33	0.44	10.24	96.46	19.67	0.36	26.15	330.03	72.67	4.67
糖枣	6.88	0.61	19.52	95.25	27.89	0.38	26.63	308.03	70.71	4.67
玉泉8号	11.23	1.51	8.51	97.00	22.41	0.36	31.10	292.97	87.30	4.67
沾化冬枣	16.12	0.85	9.02	97.03	20.14	0.20	30.44	277.32	152.69	5.00
苹果冬枣	27.92	1.99	10.19	96.72	23.34	0.27	30.65	299.02	113.47	4.00
大果冬枣	27.89	1.44	9.27	97.98	19.01	0.28	30.09	329.40	108.84	5.00
脆枣	5.93	0.32	13.10	98.05	24.14	0.40	31.98	267.65	79.95	4.67
芒果冬枣	24.92	1.98	11.16	97.34	17.40	0.27	29.48	299.76	107.83	3.00
蜜枣	8.37	0.74	12.28	96.09	28.75	0.43	26.14	336.81	61.37	3.67
金丝蜜枣	7.28	0.94	14.83	97.31	24.15	0.42	26.61	226.32	63.37	5.00
金丝4号	7.03	0.75	17.63	98.43	33.22	0.28	27.35	285.48	97.82	4.67
平均	14.66	1.19	12.10	96.98	23.64	0.33	28.80	289.73	92.31	4.26

2.2 各品质性状间的简单相关关系

果实整齐度是一个负向性指标,即果实整齐度越小,果实越整齐^[14]。由表2可知,单果质量与果实整齐度呈正相关,说明单果质量越大,果实越不整齐。这与实际情况相符。单果质量与果实硬度呈负相关。这可能是由于单果质量大的品种,果肉疏

松,硬度较低。果实整齐度与果实口感、可溶性糖与糖酸比的负相关系数较高,表明这些性状之间存在着一定的相关性。由于性状间存在相关性,若直接利用品质性状指标对各品种进行综合评价将会导致信息重叠,评价结果不理想,因此,需要对其进行综合评价。

表2 鲜食枣品质性状间的相关系数

Table 2 Correlation coefficients among fruit quality traits of fresh edible jujube

性状指标	相关系数									
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
X_1	1.000									
X_2	0.840*	1.000								
X_3	-0.545*	-0.452	1.000							
X_4	0.127	0.027	-0.127	1.000						
X_5	-0.526	-0.438	0.659	-0.113	1.000					
X_6	-0.605*	-0.390	0.363	-0.306	0.277	1.000				
X_7	0.475	0.401	-0.522	0.463	-0.492	-0.405	1.000			
X_8	0.029	-0.142	-0.151	-0.106	-0.042	-0.231	0.068	1.000		
X_9	0.578*	0.343	-0.457	0.331	-0.375	-0.947	0.579*	0.160	1.000	
X_{10}	-0.423	-0.627*	0.158	0.253	0.106	0.038	0.007	0.045	0.052	1.000

**表示差异显著。

2.3 供试鲜食枣主要品质性状的因子分析

对表 1 中的数据用隶属函数转化后进行因子分析, 10 项指标中前 4 个公因子(特征根>1) 的方差贡献率、累计方差贡献率和采用最大方差旋转法^[18]获得的因子载荷矩阵见表 3。前 4 个公因子的累计方差贡献率达 82.85%, 说明前 4 个公因子能够代表 10 项性状指标的大部分信息, 基本符合分析要求。数据经旋转后, 各因子中的载荷值趋于两极化, 各因子具有较明显的生物学意义。由各特征向量值可知, 决定第 1 公因子大小的主要是可滴定酸含量和

糖酸比, 称为果实风味因子, 其方差贡献率为 26.338%; 第 2 公因子中的果实硬度、可溶性固形物含量和可溶性糖含量的载荷值较大, 称为果实营养及贮藏因子, 其方差贡献率为 23.273%; 第 3 公因子中单果质量、果实整齐度和果实口感的载荷值较大, 称为果实外观及口感因子, 其方差贡献率为 20.865%; 第 4 公因子中可食率和 V-C 含量的载荷值较大, 称为果实的 V-C 含量及可食率因子, 其方差贡献率为 12.374%。

表 3 前 4 个公因子相关阵的特征向量

Table 3 Eigenvectors of corresponding matrix of 4 factors

性状指标	特征向量			
	第 1 公因子	第 2 公因子	第 3 公因子	第 4 公因子
单果质量	0.511	-0.438	-0.636	0.046
果实整齐度	-0.275	0.362	0.814	-0.181
果实硬度	-0.207	0.845	0.173	0.116
可食率	0.500	-0.151	0.358	0.543
可溶性固形物含量	-0.100	0.881	0.140	0.014
可滴定酸含量	-0.942	0.127	0.163	0.136
可溶性糖含量	0.466	-0.621	0.014	0.367
V-C 含量	0.222	-0.092	0.164	-0.858
糖酸比	0.912	-0.281	-0.055	-0.048
果实口感	0.094	-0.001	0.887	0.047

2.4 供试鲜食枣主要品质性状的公因子得分和综合评价

以第 1 公因子的评价分值为横坐标, 分别以第 2 公因子和第 3 公因子的评价分值为纵坐标绘制的散点图(图 1 和图 2), 可以直观地揭示各鲜食枣品质的分布状况。依照鲜食枣品质的评选标准, 第 1 公因子(果实风味因子)、第 2 公因子(果实营养及贮藏因子)和第 3 公因子(果实外观及口感因子)的评价分值越高越好。对第 1 公因子的评价分值进行比较(图 1、图 2), 编号为 7、14、9 鲜食枣的较高, 编号为 8、2、11 鲜食枣的第 1 公因子的评价分值低于前者, 但相对于其余鲜食枣的较高; 对第 2 公因子的评价分值进行比较(图 1), 编号为 14、5、1、12、13 的较高; 对第 3 公因子的评价分值进行比较, 编号为 10、4、7、13、14 的较高, 编号为 9、6、5 的低于前者, 但相对于其余鲜食枣的较高。

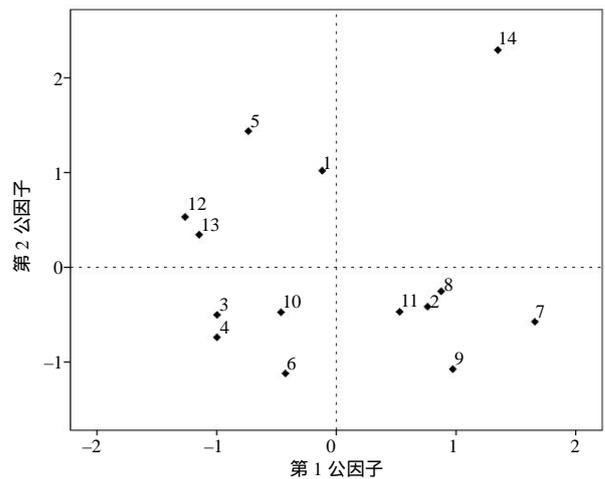


图 1 14 个品种鲜食枣第 1、第 2 公因子的二维排序结果
Fig. 1 2D sorting scatter plot for the first and the second factors of 14 fresh edible jujubes in south China

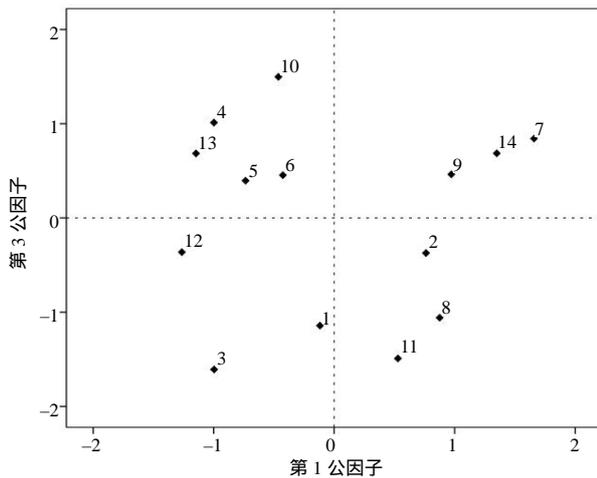


图 2 14 个品种鲜食枣第 1、第 3 公因子的二维排序结果

Fig. 2 2D sorting scatter plot for the first and the third factors of 14 fresh edible jujubes in south China

图 1、图 2 揭示了前 3 项品质因子中各品种鲜食枣的分布情况。由于各公因子的方差贡献率不同，所以在进行综合评分时应协调好各公因子之间的侧重关系。以公因子贡献率为权重，用公式(3)计算出的各品种鲜食枣的综合评价分值表现为金丝 4 号(14)、沾化冬枣(7)、脆枣(10)、大果冬枣(9)、金丝蜜枣(13)、糖枣(5)、鸡蛋枣(1)、苹果冬枣(8)、早脆王(2)、芒果冬枣(11)、玉泉 8 号(6)、特早 4 号(4)、蜜枣(12)、梨枣(3)依次减小。

3 结论与讨论

通过因子分析，将 14 个品种鲜食枣的 10 项果实性状指标转化成 4 个公因子。这 4 个公因子提供了所有原始性状 82.85% 的信息。按各公因子的方差贡献率从大到小排列，依次为果实风味因子、果实营养及贮藏因子、果实外观及口感因子、V-C 含量及可食率因子。各公因子是综合的和相互独立的指标，避免了信息的重复干扰。因子分析结果表明，金丝 4 号、沾化冬枣、脆枣、大果冬枣、金丝蜜枣、糖枣、鸡蛋枣、苹果冬枣、早脆王、芒果冬枣、玉泉 8 号、特早 4 号、蜜枣和梨枣品质的综合评价分值依次减小。该结果与各品种品质的感官评价结果基本一致，说明因子分析法在鲜食枣品质性状综合评价中具有较大的应用价值。

鲜食枣品质性状间的关系复杂，有些品质性状仍难以通过数据量化处理和评价。为了更加全面、

客观地评价鲜食枣品质，对评价指标的筛选、测定、简化、赋值等还有待深入研究。

参考文献:

- [1] 刘孟军. 中国枣产业发展报告[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008: 24.
- [2] 夏树让. 关于海南设施红枣育苗、观光、出口的思考[J]. 中国蔬菜, 2009(6): 4-6.
- [3] 李晓芬, 尚庆茂, 张志刚, 等. 多元统计分析方法在辣椒品种耐盐性评价中的应用[J]. 园艺学报, 2008, 35(3): 351-356.
- [4] 陈学军, 方荣, 缪南生, 等. 辣椒属栽培种主要表型性状的因子分析[J]. 中国蔬菜, 2009(2): 21-25.
- [5] 高三基, 陈如凯, 张华, 等. 甘蔗经济性状的因子分析及品种聚类分析[J]. 福建农林大学学报, 2006, 35(2): 113-116.
- [6] 张猛, 崔鸿文. 黄瓜数量性状的遗传因子分析[J]. 西北农业学报, 1994, 3(4): 87-92.
- [7] 马庆华, 李永红, 梁丽松, 等. 冬枣优良单株果实品质的因子分析与综合评价[J]. 中国农业科学, 2010, 43(12): 2491-2499.
- [8] 邵学红, 王振亮, 张金香, 等. 太行山区鲜食枣新品种的引种试验[J]. 经济林研究, 2006, 24(2): 44-46.
- [9] 刘志国. 南疆砾质戈壁条件下枣种质资源的评价与筛选[D]. 河北: 河北农业大学, 2011.
- [10] 樊保国, 李月梅, 李登科. 鲜食枣品质性状的综合评价[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(2): 79-82.
- [11] 李丹丹, 司龙亭, 牛海臣, 等. 黄瓜耐弱光性的多元统计分析[J]. 园艺学报, 2009, 36(4): 501-506.
- [12] 赵银月, 耿智德, 保丽萍, 等. 云南省大豆地方品种资源的主成分分析及聚类分析[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2007, 33(8): 120-122.
- [13] 翁伯琦, 雷锦桂, 王义祥, 等. 添加外源硒姬松茸主要农艺性状的主成分分析[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2010, 36(5): 536-538.
- [14] 刘孟军, 汪民. 中国枣种质资源[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009: 73.
- [15] GB/T12293—90 中华人民共和国国家标准[S].
- [16] 张志良, 瞿伟菁, 李小芳. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [17] 李登科. 枣种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 22-30.
- [18] 陈胜可. SPSS 统计分析从入门到精通[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011: 362-375.

责任编辑: 王赛群

英文编辑: 王 库