

鲜食枣品质性状的综合评价

樊保国¹, 李月梅¹, 李登科²

(1. 山西师范大学 生命科学学院, 山西 临汾 041000; 2. 山西省农业科学研究院 果树研究所, 山西 太谷 030800)

摘要:应用 SPSS 统计分析软件, 采用主成分分析法对山西栽培较多的 16 个鲜食枣品种的主要品质性状(单果重、果皮厚度、果实肉质、汁液、可溶性固形物、含酸量、V_C 含量、可食率和口感)进行了分析。结果表明:冬枣、不落酥、蛤蟆枣和临猗梨枣等 4 个品种的鲜食品质性状最好, 黑叶枣和俊枣相对较差, 其他品种居中, 该结果与这些品种的实际表现基本一致。研究表明, 主成分分析可以较好地用于鲜食枣品种品质性状的综合评价。

关键词:枣; 鲜食品种; 品质; 主成分分析; 综合评价

中图分类号: S759.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-7461(2012)02-0079-04

Comprehensive Assessment of the Quality Characters of Fresh-jujube Cultivars

FAN Bao-guo¹, LI Yue-mei¹, LI Deng-ke²

(1. College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041000, China; 2. Research Institute of Pomology, Shanxi Academy of Agricultural Science, Taigu, Shanxi 030815, China)

Abstract: Fresh-eating quality characters of the main jujube cultivars were assessed to provide references for the cultivar selection and fruit production. Related indices were measured, such as fruit weight, thickness of fruit skin, texture of flesh, juice of flesh, soluble solid matter content, acidity content, vitamin C content, and taste. The resultant data were analyzed by principal component analysis method and SPSS software. Cultivars with excellent comprehensive characters were Dongzao, Buluosuzao, Hamazao, and Linyilizao, poor cultivars were Heiyezao and Junzao, other cultivars tested were in the middle. The results were similar to practical phenotype of the jujube cultivars. Principal component analysis was quite suitable for the assessment of comprehensive fresh-eating jujube quality.

Key words: *Ziziphus jujuba*; fresh-eating jujube cultivar; fruit quality; principal component analysis; comprehensive assessment

主成分分析是将多个存在一定相关关系的性状指标转化为几个新的综合指标, 而新的综合指标又能反映原来多个性状指标所提供的主要信息, 从而简化数据结构, 寻求新的综合指标和原指标之间的线性关系^[1]。由于主成分为综合指标, 且相互独立, 所以用主成分值作为优种选择指标, 可较准确地了解各性状的综合表现, 在科学研究中具有一定的理论和实际意义。近年来, 该方法已在良种^[2-3]、耕地质量^[4]、水质^[5]和区域经济^[6]等多指标的综合评价中得到了成功地应用。鲜食枣作为枣种质资源的重

要组成部分, 品种类型较多, 在中国分布很广^[7-8]。由于其皮薄肉脆、汁液丰富、酸甜可口、风味独特和营养丰富, 备受消费者的青睐。近年来, 中国鲜食枣发展迅速, 面积和产量增长很快, 目前已有相当规模^[9]。但不同的品种发展速度和产品的市场反应差别很大, 其主要原因是由于不同的品种其果实品质不同。鲜食枣品质可分为感官品质和理化品质, 是由果实外观性状和众多内在品质因素的多因子构成, 各因子之间的关系以及它们对鲜食品质的影响目前还不清楚, 人们对鲜食枣品种鲜食品质的认识

评价也有一定的差异。曾有学者分别用灰色关联度分析^[10]、DTOPSIS 法^[11]、主成分分析法^[12]和因子分析^[13]对枣营养品质、枣经济性状、单株优选和冬枣果实品质进行了评价,但主成分分析在鲜食枣品种品质性状综合评价上的应用迄今未见报道。通过对山西栽培较多的 16 个鲜食枣品种果实品质主要性状的分析,探讨主成分分析用于鲜食枣品种品质综合性状比较的可行性,旨在为鲜食枣品种的果实品质评价和生产利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种 选择在山西栽培较多的鲜食品种:冬枣、临猗梨枣、蛤蟆枣、不落酥、铃铃枣、孔府酥脆枣、襄汾圆枣、美蜜枣和鸡心蜜枣;鲜食制干兼用品种:壶瓶枣、金昌 1 号、骏枣、俊枣、洪赵小枣、临汾团枣和黑叶枣,总共 16 个品种。

1.2 主要品质指标的选择与测定

不同的枣品种其果实品质特性不同,不同的用途对品质的要求也不相同。鲜食枣品种品质评价因子的初步筛选,根据有关权威文献^[14-15]并征求有关专家的意见确定。鲜食枣品种要求果个大、皮薄、肉质细嫩酥脆、汁液多、可溶性固形物含量高、含酸量适中、V_C 含量高和口感好等。

各品种的感官品质指标数据如果皮厚度、肉质、汁液和口感等指标分为好(5 分)、较好(4 分)、一般(3 分)、较差(2 分)和差(1 分)5 个等级,采用专业人员评分法确定(约请 5 名专业人员打分,取其平均值)。理化品质指标数据源于《中国果树志·枣》和其他有关权威文献^[15-16],并对部分品种的一些指标其进行了测试矫正。将所选品种的 8 个品质性状指标,即单果重(g)、果皮厚度、肉质、汁液、可溶性固形物含量(%)、含酸量(%)、V_C 含量(10⁻²)、可食率(%)和口感分别用 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 和 x_8 来表示。

1.3 方法

利用 SPSS 统计分析软件,对 16 个鲜食枣品种的 8 个品质指标值进行主成分分析。主成分分析的主要步骤包括:① 原始数据标准化处理,以消除各指标量纲和量级差异不同的影响;② 在标准化数据阵的基础上求各原始指标的相关矩阵;③ 计算相关矩阵的特征值及贡献率与累积贡献率以及相应的特征向量;④ 利用主成分分析法提取特征值大于 1 的前几个主成分,写出其数学表达式。⑤ 将各待评鲜食品种的标准化数据分别代入各主成分的表达式中,计算出各个鲜食品种品质性状的各主成分得

分;然后以方差贡献率为权数求和得综合得分,以此来评价各个鲜食枣品种果实品质综合性状的优劣。

2 结果与分析

2.1 各个鲜食枣品种果实品质

从表 1 可以看出,鲜食枣品种果实的含酸量、可溶性固形物含量和口感差别相对较小,而单果重和 V_C 含量差异较大,果皮厚度、果肉质地与汁液多少差异也较大。

2.2 鲜食枣品质性状间的简单相关分析

由表 2 可知,鲜食枣口感与肉质、汁液和含酸量、肉质与口感、果皮厚度与肉质和含酸量等因子之间正相关系数较高,说明这些性状之间存在着密切关系。由于这些性状相关性的存在,直接利用品质性状指标对品种品质状况进行综合评价将会产生信息的重叠,会导致评价结果出现偏差。

2.3 鲜食枣品质综合性状的主成分分析

由表 3 看出,第 1 主成分的特征值为 3.817,方差贡献率为 47.713,代表了全部性状信息的 47.713%,是最重要的主成分,第 2、第 3 主成分的重要性依次减少。前 3 个主成分的累计贡献率已达到 81.122%,即这 3 个主成分已经把鲜食枣品质主要性状的 81.122%的信息反映出来,因此可选取前 3 个主成分作为鲜食枣品质性状的综合指标。

主成分是原变量的正规化线性组合,主成分中各性状系数的大小体现了各性状在主成分中的重要程度。根据各性状相关矩阵的特征向量(表 3),可列出前 3 个主成分的函数表达式:

$$y_1 = -0.005 x_1 + 0.346 x_2 + 0.434 x_3 + 0.445 x_4 - 0.229 x_5 + 0.357 x_6 - 0.322 x_7 + 0.459 x_8 \tag{1}$$

$$y_2 = 0.704 x_1 + 0.379 x_2 - 0.123 x_3 - 0.070 x_4 + 0.108 x_5 + 0.349 x_6 + 0.455 x_7 + 0.008 x_8 \tag{2}$$

$$y_3 = -0.053 x_1 - 0.294 x_2 + 0.308 x_3 - 0.310 x_4 + 0.739 x_5 + 0.235 x_6 - 0.163 x_7 + 0.302 x_8 \tag{3}$$

从表 3 和函数表达式中可知,在第 1 主成分中,口感、汁液、肉质和含酸量等 4 个性状的正系数较大,可称做口感肉质汁液综合因子;在第 2 主成分中,单果重和 V_C 的正系数较大,可称做单果重与 V_C 综合因子;第 3 主成分中,可溶性固形物的正系数最大,其他性状的系数很小,可称为果实糖量因子。

表 1 鲜食枣品种果实主要品质性状的平均值

Table 1 Means of main quality traits of fruit for test cultivars of fresh-jujube

品种	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
冬枣	14.00	5.00	5.00	5.00	34.00	0.99	352.00	5.00
临猗梨枣	30.00	5.00	4.00	5.00	27.90	0.91	292.30	4.00
蛤蟆枣	34.00	5.00	5.00	4.00	28.50	1.00	397.50	4.00
不落酥	20.10	3.00	5.00	5.00	31.80	0.99	255.30	5.00
铃铃枣	4.90	4.00	4.00	4.00	28.70	0.88	251.20	4.00
孔府酥脆枣	13.00	3.00	5.00	4.00	35.00	0.95	246.50	4.00
襄汾圆枣	15.40	5.00	4.00	5.00	25.80	0.95	341.40	4.00
美蜜枣	4.20	4.00	4.00	4.00	33.00	0.83	351.00	4.00
壶瓶枣	19.70	4.00	4.00	4.00	37.80	0.87	493.10	3.00
金昌 1 号	30.20	4.00	4.00	4.00	38.40	0.89	532.20	3.00
骏枣	22.90	4.00	4.00	4.00	33.00	0.98	430.20	3.00
俊枣	17.60	2.00	3.00	2.00	34.50	0.73	464.20	2.00
洪赵小枣	9.50	4.00	4.00	3.00	29.40	0.98	501.20	3.00
临汾团枣	21.90	4.00	4.00	4.00	28.80	0.84	505.50	4.00
黑叶枣	12.40	3.00	4.00	4.00	30.00	0.81	444.20	2.00
鸡心蜜枣	7.00	4.00	4.00	4.00	31.50	0.83	277.30	3.00
平均值	17.30	3.94	3.75	3.88	31.85	0.90	383.44	3.56
标准差	9.03	0.85	0.77	0.81	3.65	0.08	100.52	0.89
变异系数/%	52.20	21.57	20.53	20.88	11.46	8.89	26.22	7.02

注:含酸量(x_6)属于适中性指标,故采用 $1/(1+|a-x_i|)$ 处理,设定 $a=0.43$, x_i 为各品种实际含酸量。

表 2 鲜食枣品质性状间的相关系数

Table 2 Correlation coefficients between fresh-jujube fruit quality traits

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_1	1.000							
x_2	0.259	1.000						
x_3	-0.113	0.378	1.000					
x_4	-0.128	0.666	0.587	1.000				
x_5	0.069	-0.337	-0.200	-0.562	1.000			
x_6	0.283	0.529	0.536	0.469	-0.099	1.000		
x_7	0.328	-0.084	-0.571	-0.519	0.239	-0.237	1.000	
x_8	0.049	0.487	0.892	0.660	-0.171	0.620	-0.505	1.000

表 3 入选的前 3 个主成分的特征值和累积贡献率
与相关阵的特征向量

Table 3 Eigenvalue and cumulative(%) of three principal components and eigenvectors of correlation matrix of fresh-jujube fruit quality characters

性状	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分
x_1	-0.005	0.704	-0.053
x_2	0.346	0.379	-0.294
x_3	0.434	-0.123	0.308
x_4	0.445	-0.070	-0.310
x_5	-0.229	0.108	0.739
x_6	0.357	0.349	0.235
x_7	-0.322	0.455	-0.163
x_8	0.459	0.008	0.302
特征值	3.187	1.536	1.136
累计贡献率/%	47.713	66.916	81.122

2.4 鲜食枣果实品质性状的主成分得分和综合评价

主成分的生物学内涵表明,上述 3 个主成分已较好的综合了鲜食枣单果重、果皮厚度、肉质、汁液、

可溶性固形物含量、含酸量、V_C 含量、可食率和口感等主要鲜食品质特性,其代表性达到 81.122%。因此,可根据这些品种主成分的综合得分来评价其鲜食品质的优劣。

把表 1 中各品种果实品质性状值经过标准化处理后的指标向量数据代入 y_1 、 y_2 和 y_3 3 个数学函数式中,得到 16 个鲜食枣品种果实品质前 3 个主成分得分值,然后再以其贡献率为权重计算各个鲜食品种果实品质性状的综合得分(表 4)。

从表 4 可知,山西主要栽培的鲜食枣品种中,果实品质性状综合得分由高到低的顺序依次为冬枣、不落酥、蛤蟆枣、梨枣、襄汾圆枣、孔府酥脆枣、铃铃枣、临汾团枣、洪赵小枣、美蜜枣、骏枣、鸡心蜜枣、金昌 1 号、壶瓶枣、黑叶枣和俊枣,因此可认为冬枣、不落酥、蛤蟆枣和梨枣果实鲜食品质性状最好,黑叶枣和俊枣相对最差。从该结果可看出,鲜食品种的鲜食品质要明显地好于鲜食制干兼用品种,这与人们的普遍认识相一致。

表 4 各鲜食枣品种果实品质的各主成分得分、
综合得分与优良度比较

Table 4 Scores of principal components and general scores and ranking of 16 fresh-jujube cultivars' fruit quality					
品种名称	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分	综合得分	优良度排序
冬枣	2.727	0.296	1.317	1.905	1
临猗梨枣	1.985	0.833	-1.103	1.172	4
蛤蟆枣	1.459	2.120	-0.481	1.276	3
不落酥	1.935	-0.591	1.732	1.301	2
铃铃枣	0.833	-1.700	0.124	0.109	7
孔府酥脆枣	0.513	-1.115	1.499	0.300	6
襄汾圆枣	2.146	0.030	-1.577	0.993	5
美蜜枣	0.365	-1.556	-0.423	-0.229	10
壶瓶枣	-2.035	0.939	0.773	-0.839	14
金昌 1 号	-2.114	2.039	0.952	-0.594	13
骏枣	-0.143	1.242	0.246	-0.276	11
俊枣	-4.236	-0.875	0.461	-2.618	16
洪赵小枣	0.075	0.167	-0.665	-0.033	9
临汾团枣	-0.020	0.532	-0.793	-0.025	8
黑叶枣	-2.582	-0.727	-1.722	-1.992	15
鸡心蜜枣	-0.008	-1.636	-0.331	-0.450	12

3 结论与讨论

相对来说,鲜食枣不同品种之间果实的口感、含酸量和可溶性固形物含量差异较小,而单果重和 V_C 含量差异较大,果皮厚度、果肉质地与汁液差异也较大。并且这些品质因子之间存在着不同程度的相关性和相对的独立性,如鲜食枣口感与肉质、汁液和含酸量,肉质与口感,果皮厚度与肉质和含酸量等因子之间正相关系数较高,而单果重与其他品质因子之间几乎无相关。

主成分分析结果表明,品质综合性状最优良的是冬枣,然后依次是不落酥、蛤蟆枣、梨枣、襄汾圆枣、孔府酥脆枣,而黑叶枣和俊枣相对最差,其他品种居中。该结果与各品种鲜食品质的实际表现基本一致,说明主成分分析方法在鲜食枣品质比较评价中均有较大的应用价值。

将主成分分析用于鲜食枣品种的品质性状的综合评价,能够在保证原始数据信息损失最小的情况下,以少数的综合变量取代原有的多维变量,避免了重复信息的干扰,使数据结构大为简化,同时根据各项指标的相关关系和各项指标的变异程度来客观地确定主成分的权重,因而是品质性状综合评价的一种简单科学易行的有效方法。为了更加全面、客观、合理评价鲜食枣品质,对评价指标的遴选和感官品质指标的赋值还有待进一步深入研究。

参考文献:

[1] 何晓群. 现代统计分析方法与应用 [M]. 2 版. 北京: 中国人民

大学出版社, 2007.

[2] 郭宝林, 杨俊霞, 李永慈, 等. 主成分分析法在仁用杏品种主要经济性状选种上的应用研究[J]. 林业科学, 2000, 36(6): 53-56. (in Chinese)

GUO B L, YANG J X, LI Y C, *et al.* The application of principal component analysis on mainly economic characters and superior variety selection of apricot for nucleolus using[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2000, 35(6): 53-56. (in Chinese)

[3] 左继林, 龚春, 汪建平, 等. 赣油茶 25 个优良无性系品质评价[J]. 浙江林学院学报, 2008, 25(5): 624-629.

ZUO J L, GONG C, WANG J P, *et al.* Evaluation on quality of twenty-five clones of *Camellia oleifera* Group Gan[J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2008, 25(5): 624-629. (in Chinese)

[4] 方萍, 谢锦良. 水稻土养分状况的综合评价[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2004, 30(1): 17-21.

FANG P, XIE J L. Integrative evaluation of nutrient status in the paddy soil[J]. Journal of Zhejiang University: Agric. & Life Sci., 2004, 30(1): 17-21. (in Chinese)

[5] 万金保, 何华燕, 曾海燕, 等. 主成分分析法在鄱阳湖水水质评价中的应用[J]. 南昌大学学报: 工科版, 2010, 32(2): 113-117.

WAN J B, HE H Y, ZENG H Y, *et al.* Application of principle component analysis in evaluating water quality of Boyang Lake[J]. Journal of Nanchang University: Engineering & Technology, 2010, 32(2): 113-117. (in Chinese)

[6] 李娜, 于涛方, 许有鹏. 江苏沿江城市适宜度评价[J]. 江南大学学报: 自然科学版, 2005, 4(1): 99-104.

LI N, YU T F, XU Y P. On urban amenity: case study of cities along the Yangtze River in Jiangsu[J]. Journal of Southern Yangtze University: Natural Science Edition, 2005, 4(1): 99-104. (in Chinese)

[7] 曲泽洲, 王永惠. 中国果树志·枣卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.

[8] 郭满玲, 李新岗. 我国优良鲜食枣区域比较研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(4): 90-95.

GUO M L, LI X G. Regional comparsion on fresh jujube production in China[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(4): 90-95. (in Chinese)

[9] 郭满玲, 齐跃强. 我国鲜食枣研究进展[J]. 陕西林业科技, 2005(1): 51-55.

GUO M L, QI Y Q. The research progress on the fresh jujube in China[J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 2005(1): 51-55(in Chinese).

[10] 于孟杰, 毛远, 马养民. 枣果营养成分分析及品质评判[J]. 陕西林业科技, 1992(4): 38-44.

YU M J, MAO Y, MA Y M. Aanalysis of nutritive elements in jujube and its quality assessment[J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 1992(4): 38-44. (in Chinese)

[11] 卢桂宾, 杨延清, 赵雨明. 枣树经济性状综合评价方法研究[J]. 山西林业科技, 2007(1): 1-3.

LU G B, YANG Y Q, ZHAO Y M. Research on comprehensive evaluation of economic characteristics of jujube[J]. Shanxi Forestry Science and Technology, 2007, (1): 1-3. (in Chinese)