

# 南丰蜜橘品质评价指标的聚类分析

倪志华 郭娟华 辜青青 黄春辉 曲雪艳 徐小彪\*

(江西农业大学 农学院,江西 南昌 330045)

**摘要:**以 20 个不同产地“杨小-26”南丰蜜橘为试材,对其单果重、果形指数、出汁率、囊瓣数、化渣度、可溶性糖、可滴定酸、Vc、SSC 等 9 个主要果实品质指标进行了观测。主成份分析结果表明,前 6 个主成份的累积贡献率达 95.20%,将前 6 个主成份特征向量进行系统聚类分析,在最大距离为 1.00 时可划分为 5 个类别:可滴定酸、Vc 单列为一类,果形指数与出汁率、化渣度与囊瓣数分别聚为一类,单果重、可溶性糖和 SSC 3 个指标同聚为一类。因此,简化后的 5 项果实品质评价指标可以反映南丰蜜橘品质的绝大部分信息,为科学评价南丰蜜橘果实品质提供了理论依据。

**关键词:**南丰蜜橘;果实品质;聚类分析

中图分类号:S666.2 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)04-0670-04

## Cluster Analysis of Fruit Quality Evaluation Indices of Nanfeng Tangerine

NI Zhi-hua, GUO Juan-hua, GU Qing-qing,  
HUANG Chun-hui, QU Xue-yan, XU Xiao-biao\*

(College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** The main fruit quality indices such as simple fruit weight, fruit shape index, juice percentage, soluble sugar, tritrate, vitamin C and soluble solids content in Nanfeng tangerine cv ‘Yangxiao-26’ coming from twenty different cultivating regions were studied by using multivariate statistics. The selection types of fruit quality factors were confirmed by means of principal component analysis and systematic cluster analysis. The results revealed that the cumulative proportion of the former 6 principal components reached 95.20% through principal component analysis with 9 main quality indices. By using systematic cluster analysis with eigenvectors of the former 6 principal components, five evaluation factors were selected to simplify evaluation course, and these five selected factors were: (1) fruit shape index or juice percentage; (2) melting grade or segment number; (3) titratable acid content; (4) vitamin C content; (5) simple fruit weight or soluble sugar or soluble solids contents. The cluster analysis of fruit quality in Nanfeng tangerine was carried out by selecting simplification indices of fruit shape index, melting grade, titratable acid content, vitamin C content and soluble solids contents.

**Key words:** Nanfeng tangerine; fruit quality; cluster analysis

果实品质是决定其市场竞争力的根本因素,品质评价是良种选择和果品选优的重要环节,果实品质状况直接影响其品质区划<sup>[1]</sup>。如何科学、客观、准确地对果实品质进行综合评价是亟待解决的课题。

收稿日期:2011-02-25 修回日期:2011-05-07

基金项目:江西省教育厅重点计划项目(2007140)

作者简介:倪志华(1984—),男,硕士,主要从事果树生理研究;E-mail: nizhuhua0033@sina.com; \* 通讯作者,徐小彪,教授,博士,E-mail: xiaobiaoxu@hotmail.com。

果实品质的构成因子较多,由果品外观和内质的复合因子构成,各项品质指标测定起来比较繁琐,评价指标较复杂且主次难分。有鉴于此,人们对苹果<sup>[2]</sup>、梨<sup>[3-4]</sup>、桃<sup>[5]</sup>、板栗<sup>[6]</sup>、椴柑<sup>[7]</sup>、脐橙<sup>[8]</sup>、夏橙<sup>[9]</sup>的品质评价指标进行了研究和简化。目前,有关南丰蜜橘品质评价指标的研究尚未见报道。据此,本研究以不同产地“杨小-26”南丰蜜橘为试材,采用主成份分析法对各品质指标进行研究,旨在确定其果实品质评价的主要因子,简化其果实品质评价指标,克服传统的人为随机设定评价指标,可为科学评价南丰蜜橘果实品质提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

于果实成熟期分别采取20个不同产地“杨小-26”南丰蜜橘作为试验材料,枳砧,树龄10年生,栽培管理和树势基本一致。单株小区3次重复。在树冠中上部不同方位采集完熟果实20个,常规保存,用于果实品质分析。

### 1.2 方法

1.2.1 外观品质的测定 果实外观品质观测包括单果重、果实的纵径、横径、果形指数、果皮厚度、囊瓣数目等,采用电子天平测定单果重,游标卡尺测定果实的纵径、横径和果皮厚度,并计算出果形指数,记录囊瓣数目。

1.2.2 内在品质的测定 内在品质决定着果实的风味和营养价值,在实验中,用阿贝折光仪测定SSC,恩酮试剂法测定可溶性糖,NaOH滴定法测定可滴定酸<sup>[10]</sup>,2,6-二氯酚靛酚滴定法测定Vc<sup>[11]</sup>,出汁率为果汁质量与相应果实质量的比值。

### 1.3 数据处理

应用SAS软件的PRINCOMP过程进行主成分分析,确定南丰蜜橘果实品质评价的指标类别个数;采用CLUSTER过程的COMPLETE法进行系统聚类分析<sup>[12]</sup>,选择南丰蜜橘果实品质评价的指标。

表1 不同产地南丰蜜橘果实品质分析结果

Tab.1 The fruit quality of Nanfeng tangerine among different cultivating regions

产地 Origin	单果重/g Single fruit weight	果形指数 Fruit shape index	出汁率/% Juice percentage	囊瓣数 Segment number	化渣度 Melting grade	可溶性糖/% Soluble sugar	可滴定酸/% Titratable acid	Vc/ (10 <sup>-5</sup> g·g <sup>-1</sup> ) Vitamin C	可溶性固形物/ % Soluble solids content
望天 Wangtain	28.00d	1.12a	51.61a	10.3ab	3a	12.88c	0.74cd	23.16c	13.75c
枫江 Fengjiang	29.57c	0.93ab	50.64ab	9.5b	2a	13.57bc	0.88b	23.52bc	14.96ab
梅溪 Meixi	27.83de	0.94ab	48.64bc	10ab	3a	15.20a	0.70d	21.47d	15.80a
耀里 Yaoli	30.51bc	0.85b	48.07c	9.9ab	2a	12.34cd	0.81c	20.46d	13.27c
考坑 Kaoken	32.38ab	0.81c	45.2de	10.3ab	3a	12.79c	0.88b	22.46cd	13.88c
瑶浦 Yaopu	33.81a	0.79c	46.07d	10.4a	3a	13.15c	1.00a	22.78c	14.50bc
黄家堡 Huangjiabao	27.88de	0.86b	50.08ab	10.7a	3a	13.86b	0.77c	25.25b	14.85b
富溪 Fixi	30.39c	0.95ab	49.2b	10.1ab	2a	13.62bc	0.97a	25.86b	14.75b
徐家边 Xujiabian	28.58d	0.91ab	48.76bc	10.7a	3a	14.06b	0.95ab	25.58b	15.10ab
杨梅坑 Yangmeiken	29.56c	0.84bc	46.40d	11a	2a	13.77b	0.92b	26.44ab	14.75b
西源 Xiyuan	30.75bc	0.88b	47.06cd	9.9ab	2a	15.22a	0.73cd	26.76ab	16.08a
司前 Siqian	33.34a	0.80c	45.27de	10.4a	2a	12.18cd	1.02a	26.60ab	13.35c
丹阳 Danyang	28.08d	0.86b	48.95bc	9.3b	2a	11.56d	0.82c	28.31a	12.47d
梅林 Meilin	29.92c	0.87b	50.55ab	9.6b	2a	11.90cd	0.79c	27.41a	12.88cd
西坪 Xiping	32.94a	0.94ab	46.10d	10.5a	2a	13.64bc	0.78c	27.81a	14.25bc
上舍 Shangshe	33.15a	0.82bc	44.66e	10.6a	2a	12.74c	1.09a	28.33a	13.98c
太平 Taiping	32.57ab	0.83bc	47.92c	10.2ab	1b	10.49e	0.94ab	25.04bc	11.65de
黄家 Huangjia	29.20cd	1.05a	48.73bc	10.5a	1b	11.86d	0.82c	24.97bc	12.85cd
里塔 Lita	31.25b	0.81c	45.16de	10.1ab	2a	11.13de	0.95ab	23.69bc	12.30d
廖坊 Liaofang	28.67d	0.82bc	49.57b	10ab	1b	11.78d	0.75cd	22.5cd	12.98cd
平均值 Mean	30.42	0.88	47.93	10.2	2.15	12.89	0.87	24.92	13.92
标准差 Standard difference	2.02	0.09	2.08	0.43	0.67	1.26	0.11	2.32	1.20

表内同列数字后不同英文字母表示差异达到显著水平  $p \leq 0.05$ 。

Different letters in same column indicates significant difference,  $p \leq 0.05$ .

## 2 结果与分析

### 2.1 南丰蜜橘果实品质分析

20个不同产地南丰蜜橘主要果实品质测定结果见表1,表中基本上反应了不同产地南丰蜜橘果实品质基本指标,各产地果实品质指标简单相互关系在表中可以得到体现。然而,不同产地间南丰蜜橘果实综合品质在表中难以体现,为此,需要对其进行综合评价。

### 2.2 南丰蜜橘果实品质评价因子选择

南丰蜜橘果实品质的构成因子较多,不同的品质因子之间存在着密切相关性和相对独立性。对供试的20个产地南丰蜜橘主要品质指标,应用多元统计法的主成份分析和聚类分析,选择出品质评价的主要因子。

2.2.1 主成分的特征向量、贡献率及累计贡献率 将上述南丰蜜橘9个果实品质指标进行主成份分析,其中9个主成份的特征向量、贡献率、累积贡献率见表2。从表2可以看出,南丰蜜橘果实品质评价的9个主成份中,前6个主成份的累积贡献率达到95.20%。也就是说,前6个主成份能够反映果实品质95.20%信息,完全符合分析要求。由各特征向量值可以看出,决定第一主成份大小的主要是单果重、出汁率和可滴定酸;决定第二主成份大小的主要是可溶性糖、SSC;决定第三主成份的主要是Vc含量;决定第四主成份的主要是果形指数和囊瓣数;果实化渣度主要决定第五成分大小;决定第六主成份主要是可滴定酸含量。由于用主成份分析选择果实品质评价指标,并不能有效挑选出对果实品质影响较大的指标,还必须通过系统聚类分析建立果实品质评价体系。

表2 9个主成份的特征向量、贡献率及累计贡献率

Tab. 2 The eigenvector, proportion and cumulative of 9 principal component of Nanfeng tangerine

	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9
单果重 Single fruit weight	-0.455 9	0.180 7	-0.164 3	-0.045 4	-0.388 3	0.113 2	0.527 1	0.536 4	0.034 9
果形指数 Fruit shape index	0.361 6	-0.225 0	0.323 3	0.423 3	-0.320 9	0.283 6	0.516 0	-0.283 1	-0.030 6
出汁率 Juice percentage	0.401 5	-0.358 2	0.017 1	0.059 5	0.334 568	0.295 6	-0.059 3	0.704 8	0.084 3
囊瓣数 Segment number	-0.118 8	0.359 3	0.347 7	0.721 3	0.038 4	-0.294 6	-0.235 7	0.267 7	-0.009 3
化渣度 Melting grade	0.262 8	0.389 5	-0.330 2	0.092 9	0.560 9	-0.222 3	0.539 7	-0.077 8	-0.012 2
可溶性糖 Soluble sugar	0.326 9	0.474 6	0.183 8	-0.234 6	-0.193 9	0.121 2	-0.078 4	0.018 6	0.721 4
可滴定酸 Titratable acid	-0.422 7	0.163 8	0.028 2	0.175 0	0.396 3	0.738 9	-0.060 2	-0.208 2	0.114 7
Vc vitamin C	-0.214 3	-0.073 2	0.761 9	-0.383 2	0.327 9	-0.180 9	0.280 0	0.045 56	-0.025 7
SSC Soluble solids content	0.292 6	0.500 2	0.152 2	-0.231 9	-0.126 6	0.299 7	-0.114 8	0.109 0	-0.675 5
贡献率 Proportion	0.363 2	0.264 3	0.116 4	0.097 6	0.064 2	0.046 2	0.033 7	0.013 9	0.000 3
累积贡献率 Cumulative proportion	0.363 2	0.627 5	0.743 9	0.841 5	0.905 8	0.952 0	0.985 7	0.999 7	1.000

2.2.2 南丰蜜橘品质评价因子的选择 将表2前6个主成份的各个特征向量进行系统聚类,最大距离为1.00时可划分为5个类别(图1)。

从图1可以看出,可滴定酸、Vc单列为一类,果形指数与出汁率、囊瓣数与化渣度两两聚为一类,单果重、可溶性糖和SSC 3个指标同聚为一类。其中单为一类的品质因素具有相对独立性;同聚为一类的果实品质因素之间有密切的相关性。由此,南丰蜜橘9个果实品质因素可以选出5个因子予以简化,简化后的评价因子是:果形指数或出汁率、化渣度或囊瓣数、可滴定酸、Vc、单果重或可溶性糖或SSC,此5个指标构成了南丰蜜橘品质简化后评价体系。

## 3 讨论

主成分分析能够在不损失或很少损失原有信息的前提下,将原来个数较多而且彼此相关的指标转化为新的个数较少且彼此独立或相关性较小的综合指标,从而更准确地分析果实品质<sup>[13]</sup>。主成分分析可将许多相关的随机变量压缩成少量的综合指标,可以保证这些综合指标所对应的随机变量间是相互无关的,但又能反映原来较多因子的信息。聚类分析则是利用多元统计分析原理研究分类问题的一种数学方法,其考察性状既可以是质量性状,也可以是数量性状,并可同时对大量性状进行综合考察,主观

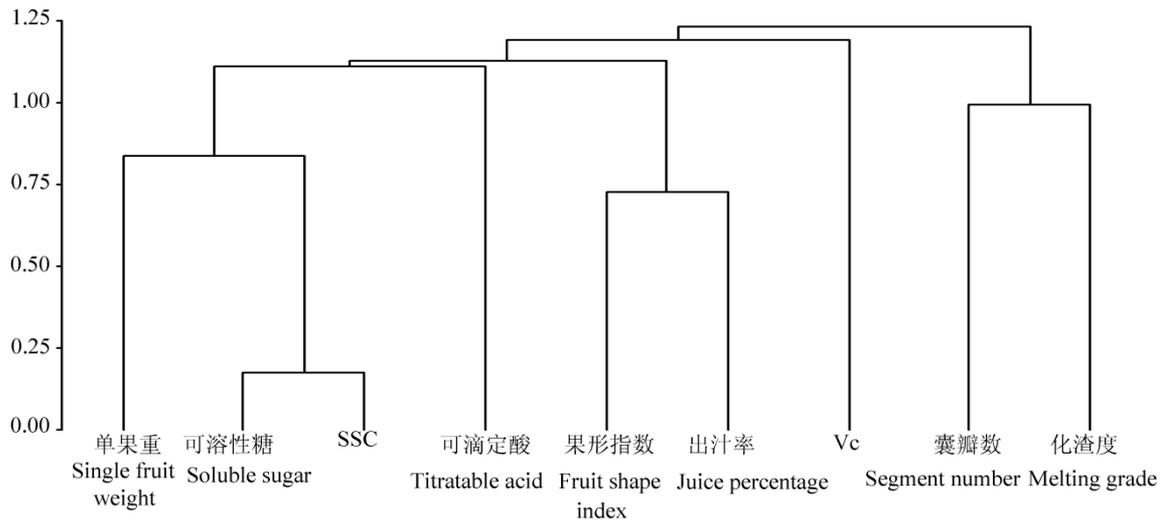


图1 南丰蜜橘果实品质评价因素的聚类分析结果

Fig. 1 Cluster results on selection of fruit quality evaluation factors of Nanfeng tangerine

因素少,分类结果更加客观和科学<sup>[14]</sup>。因此,为了方便、科学地评价果实品质,本研究将两者结合起来,先应用主成分分析方法,从累计贡献率的大小来决定品质组成因子的选择类别个数;在此基础上,应用系统聚类法区分品质评价因素类别。

魏钦平等<sup>[2]</sup>利用主成分分析法对苹果果实的主要品质指标进行分析,选择了单果重、SSC、总糖等评价指标,使苹果的品质评价工作简化。鲍江峰等<sup>[8]</sup>采用主成分分析法对纽荷尔脐橙果实品质的评价因素进行了分析,选择了SSC、出汁率、可滴定酸、Vc等评价指标,为制订纽荷尔脐橙品质的评价指标提供了理论依据。张海英等<sup>[5]</sup>和雷莹等<sup>[9]</sup>采用主成分分析和聚类分析分别对桃和夏橙果实的品质指标进行简化。在评价因子的选择中,各品质组成因子以等权重聚类,不同基因型的果树品质评价因子有所不同。本研究通过运用主成分分析和聚类分析,选取果形指数、化渣度、可滴定酸、Vc、SSC为简化后的品质指标,可为科学评价南丰蜜橘果实品质奠定理论基础。

#### 参考文献:

- [1] 鲍江峰,夏仁学,邓秀新,等. 湖北省纽荷尔脐橙果实品质状况的研究[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(6): 583-587.
- [2] 魏钦平,程述汉,丁殿东. 苹果品质评价因素的选择[J]. 中国果树, 1997(4): 14-15.
- [3] 聂继云,李明强,张桂芬,等. 白梨品质评价指标的聚类分析[J]. 中国果树, 2000(2): 16-17.
- [4] 刘遵春,包东娥,廖明安. 层次分析法在金花梨果实品质评价上的应用[J]. 西北农林科技大学学报, 2006, 34(8): 125-128.
- [5] 张海英,韩涛,王有年,等. 桃果实品质评价因子的选择[J]. 农业工程学报, 2006, 22(8): 235-239.
- [6] 陈在新,雷泽湘,刘会宁,等. 板栗营养成分分析及其品质的模糊综合评判[J]. 果树科学, 2000, 17(4): 286-289.
- [7] 刘永忠,马湘涛,张红艳,等. 我国椴柑品质现状及主要产区的果实品质比较[J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 584-588.
- [8] 鲍江峰,夏仁学,邓秀新,等. 用主成分分析法选择纽荷尔脐橙品质的评价因素[J]. 华中农业大学学报, 2004, 23(6): 663-666.
- [9] 雷莹,张红艳,宋文华,等. 利用多元统计法简化夏橙果实品质的评价指标[J]. 果树学报, 2008, 25(5): 640-645.
- [10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [11] 韩亚珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [12] 余家林. 农业多元试验统计[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.
- [13] 张振文,姚庆群. 主成分分析法在芒果贮藏特性分析中的应用[J]. 亚热带植物科学, 2005, 34(2): 25-28.
- [14] 聂继云,张红军,马智勇,等. 聚类分析在我国果树研究中的应用及问题分析[J]. 果树科学, 2000, 17(2): 128-130.