

广州地区 19 个引进龙眼品种 果实品质的评价与分类

李建光, 韩冬梅*, 李 荣, 潘学文, 郭栋梁

(广东省农业科学院果树研究所, 广州 510640)

摘要: 对广州地区引进的 19 个龙眼(*Dimocarpus longan*)品种的果实品质进行了评价与分类研究。结果表明:在表观性状方面,除品种间肉质、果形差异较大外,其它性状差异不大,部分性状之间具有一定的关联性;小果或薄皮的品种一般可溶性固形物含量较高,薄皮、厚肉或横扁的品种一般可食率较高。运用分层聚类的方法,依据各品质指标将品种划分为 3 类;运用基于主成分分析的因子分析法,将 8 个品质指标用 3 个主成分来表示(累计贡献率达 88.27%);确定简化后的品质评价指标为单果质量、果形指数、可食率和肉厚率,并依据因子得分和简化指标对 19 个品种进行聚类,两种聚类结果基本一致。

关键词: 龙眼品种; 果实品质; 评价和分类

中图分类号: S667.2023

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2010)04-0415-06

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2010.04.015

Evaluation and Classification on Fruit Quality of 19 Varieties of Longan Introduced to Guangzhou

LI Jian-guang, HAN Dong-mei*, LI Rong, PAN Xue-wen, GUO Dong-liang

(Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Longan fruits of 19 varieties introduced to Guangzhou were compared and evaluated in the characteristics of fruit quality. The results showed that there were no significant differences in most of the apparent characteristics among the varieties except for the fruit shape and flesh texture, and there were also some correlations between some of the characteristics. There were significant negative correlations between fruit size and total soluble solids (TSS) content, as well as between skin thickness and TSS. The fruits with thin skin, thick pulp or with the shape of oblate spheroid in transverse were positively correlated to the high edible rate. The 19 varieties were classified into 3 clusters using a hierarchical clustering method and evaluated according to the 8 quality indices. By performing a factor analysis based on the principal component, the 8 quality indices were represented with 3 principal components (their cumulative contribution reached 88.27%). It was concluded that the simplified evaluation indices included mass per fruit, fruit shape index, edible and pulp thickness rate. Furthermore, the clustering results of 19 varieties according to the factor scores and the simplified indices were coincident with each other.

Key words: Longan variety; Fruit quality; Evaluation; Classification

龙眼 (*Dimocarpus longan*) 为无患子科 (Sapindaceae) 龙眼属植物, 原产我国, 是我国南方名

优水果之一。在长期的栽培过程中, 经过历代不断的收集、驯化, 迄今已经形成了丰富的龙眼种质资

收稿日期: 2009-09-30 接受日期: 2009-12-08

基金项目: 农业部亚热带作物财政专项项目(09RZZY-19); 广东省科技基础条件建设项目(2008A060207002)资助

作者简介: 李建光, 男, 副研究员。主要从事龙眼资源与栽培研究, email: ljg.cj.jr@163.com

* 通讯作者 Corresponding author, email: handm2004@163.com

源宝库。据不完全统计,全国拥有 300 多个品种(系)^[1-2],分布在广东、福建、广西、海南、四川、台湾等省^[3]。引种是目前改良龙眼品种的重要途径之一^[4],而种质资源的综合评价是龙眼育种工作的重要内容,也是品种合理利用和选育的依据和前提。多元统计分析在水稻(*Oryza sativa*)^[5]、小麦(*Triticum aestivum*)^[6]、蚕豆(*Vicia faba*)^[7]、黍稷(*Panicum miliaceum*)^[8]等作物种质资源的农艺性状分析上得到了广泛应用,在果树如柑橘(*Citrus reticulata*)^[9-10]、芒果(*Mangifera indica*)^[11]、核桃(*Juglans regia*)^[12]、桃(*Prunus persica*)^[13]等果实品质的评价研究上也有应用。在龙眼上,朱建华等^[14]应用主成分和聚类分析法对广西的龙眼种质资源进行了数量化分析,其它未见有同类报道。2003~2004年,我们陆续从其它省市引进了 20 多份种质,2007 年大多已经投产,2008 年对其中 19 个品种成熟果实的表现性状和品质指标进行了详细观察和记载,并运用分层聚类方法对其进行简单的分类和采用主成分分析法简化龙眼果实品质的评价方法。研究结果可为今后的龙眼种质分类整理和品种选育提供科学的参考依据。

1 材料和方法

1.1 材料

研究试材取自近 5 年来分别从福建、四川等省市引进的龙眼主栽品种,以及本所资源圃已有的其它品种(水眼、陕西脆肉、白花木、新濠乌圆、沙梨木),共 19 个,生长结果期间管理水平一致。2007 年开始挂果,对果实的表现性状和部分品质指标进行了观察和记载。2008 年进行了较为全面的重复研究,两年共有的数据特征一致,本文以 2008 年数据作为分析依据。

1.2 方法

19 个品种的果实成熟期在 7 月下旬~8 月下旬,9~10 月成熟采收。每个品种选择能代表果实特性、成熟期较一致的 100 个好果进行相关品质指标测定。

表现特征:对果形、果皮和果肉的颜色、质地、风味、口感等特征进行详细描述。质量和大小指标:单果、果皮、果肉、果核质量,纵径、横径、肉厚和皮厚。运用以上指标计算:可食率(%)=(平均单果质量-平均单果皮质量-平均单果核质量)/平均单果质量×100%,肉厚率(%)=肉厚×2/横径×

100%,皮厚率(%)=皮厚×2/长横径×100%,可溶性固形物(TSS)含量采用手持式测糖仪测定,果形指数=横径/纵径,肉厚率与皮厚率表示相对于果实大小的真正皮厚与肉厚。除质量指标由 20 个单果的总质量获取平均值外,以上每个指标观测值设 10 个重复。

1.3 数据处理

运用 SPSS13.0 for Windows 统计软件^[15]对果实的大小、肉厚率、皮厚率、TSS 含量、可食率、果形指数进行差异显著性分析和分层聚类(完全连接法),并对聚类结果依指标观测值从高到低的顺序进行分类编号;运用基于主成分分析的因子分析法对所有指标观测值进行分析,综合、简化品质评价指标,并运用因子得分对 19 个品种进行综合聚类。

2 结果和分析

2.1 果实成熟后表现性状分析

19 个品种成熟果实的表现性状分析结果:(1)果形:除蜀冠为长扁圆球形,普明庵、鸡蛋龙眼、水南 1 号、松风本、沙梨木为扁圆球形外,其它果形均为近圆球形至圆球形。(2)外果皮:宴中龙眼、乌龙岭、水南 1 号、蜀冠、龙优、后巷本、沙梨木果面较平整,龟裂片和疣状纹(突)不明显,除宴中龙眼外,几乎都带有明显果粉。其它龟裂片或疣状纹(突)、放射纹较明显的品种一般无明显果粉。(3)果色:除水眼和松风本为黄绿色和暗黄绿色、泸丰为灰白色外,其它品种均以褐色为主色,带黄色或绿色,或不带底色,但蜀冠带锈色。(4)肉色和肉质:除宴中龙眼为蜡黄色、水南 1 号和后壁埔为蜡白色外,其他品种均为黄白色,半透明或稍透明。口感软滑且多汁的品种,其表面一般流汁或稍流汁,如乌龙岭、普明庵、水南 1 号、水眼、龙优、后巷本、白花木和松风本;口感爽脆或少汁的品种一般表面不流汁,前者有鸡蛋龙眼、后壁埔、东壁、蜀冠、顶圆和陕西脆肉,后者有泸早、泸丰和沙梨木;另外,新濠乌圆和宴中龙眼果肉较爽脆,但肉表稍流汁。(5)化渣:除了普明庵和泸早不太化渣外,其他品种均化渣或较化渣。(6)离核:果肉表面不流汁的品种较易离核,而流汁或稍流汁品种离核程度不一。(7)内果皮:松风本和水南 1 号具有透明小泡斑,并随成熟度增加而增多、相连,形成大的泡斑;顶圆、白花木、沙梨木具有明显放射纹,尤其白花木的放射纹粗而清晰;泸早内果皮较粗糙,但非放射纹突起。(8)风味:19

个品种的果实均以甜味为主要风味特征,但其中普明庵、水南一号、蜀冠甜味较淡,另外泸早还具有特殊香味。

2.2 依据品质指标进行品种聚类

2.2.1 果型

对19个品种依据单果质量、纵径、横径指标值进行果型聚类分析。单果质量>12 g、纵径>27.0 mm、横径>28.0 mm的大型果包括乌龙岭、普明庵、水南1

号、后壁埔、蜀冠和后巷本(1类);9 g以下的小型果有陕西脆肉(3类),单果质量仅6.52 g,纵径21.60 mm,横径23.40 mm;其它为单果质量9~12 g的中型果(2类)(表1、2)。果实的纵、横径大小与单果质量一致,极显著正相关,三者之间的两两相关系数分别为 $r=0.894^{**}$ 、 0.940^{**} 、 0.961^{**} ($P<0.01$)。

表1 龙眼19个品种果实品质分析

Table 1 The quality analysis of 19 varieties of longan fruits

品种 Variety	单果质量 Mass per fruit (g)	可食率 Edible rate (%)	纵径 Longitudinal diameter (mm)	横径 Transversal diameter (mm)	果形指数 Shape index	肉厚率 Pulp thickness rate (%)	皮厚率 Peel thickness rate (%)	TSS (%)
宴中龙眼 Yanzhong-longyan	10.74	72.25	24.77BCD	27.95EFGH	1.13H	38.11EFGH	4.48AB	18.60DE
乌龙岭 Wulongling	13.05	67.3	27.13E	29.33I	1.08CDEF	32.38BCD	4.66AB	19.98EFG
普明庵 Puming'an	12.44	65.59	27.66EF	29.25I	1.06BCD	39.95GHI	7.87HI	13.40A
鸡蛋龙眼 Jidan-Longan	10.19	65.12	25.11CD	28.30FGHI	1.13H	36.09DEFG	5.92DEF	19.85EFG
水南1号 Shuinan No.1	14.64	69.6	27.83EFG	31.33J	1.13H	38.52FGH	4.98ABCD	15.34B
泸早 Luzao	10.21	66.01	24.74BCD	26.97CDE	1.09DEFG	32.49BCD	6.35FG	16.86C
后壁埔 Houbipu	12.02	63.06	27.23E	29.00HI	1.07BCD	32.46BCD	4.37AB	15.40B
东壁 Dongbi	10.5	58.76	25.23CD	26.38BCD	1.05B	24.96A	7.12GH	19.05DEF
水眼 Shuiyan	10.39	65.54	24.51BC	27.28DEF	1.11GH	31.95BCD	4.58AB	19.53DEF
蜀冠 Shuguan	12.31	59.3	28.34FG	28.57GHI	1.01A	35.35DEFG	8.40I	15.46B
顶圆 Dingyuan	10.24	61.04	24.88BCD	26.20BC	1.05BC	28.73AB	6.24FG	21.18G
龙优 Longyou	11.8	68.98	25.73D	28.47GHI	1.11EFGH	34.93CDEF	4.84ABC	20.05EFG
后巷本 Houxiangben	14.69	63.24	28.81G	30.64J	1.06BCD	32.01BCD	5.73CDEF	18.76DEF
陕西脆肉 Shanxicuiou	6.52	69.17	21.64A	23.43A	1.08CDEFG	40.82HI	5.27BCDE	18.18CD
白花木 Baihuamu	9.32	64.7	23.97B	26.36BCD	1.10EFGH	30.05BC	4.75AB	19.17DEF
泸丰 Lufeng	10.77	66.76	25.79D	27.69EFG	1.07BCDE	44.13I	6.05EF	18.93DEF
新濠乌圆 Xinjiaowuyuan	9.77	66.94	25.08CD	26.61BCD	1.06BCD	35.56DEFG	5.17BCDE	18.99DEF
松风本 Songfengben	11.11	66.61	25.68D	28.46GHI	1.11FGH	33.28BCDE	4.60AB	21.04G
沙梨木 Shalimu	9.16	66.92	24.51BC	25.79B	1.05BC	34.18CDEF	4.01A	20.22FG

单果质量和可食率为20个单果的平均值;同列数据后的不同字母表示差异达极显著, $P\leq 0.01$ (Duncan's)。Data of mass per fruit and edible rate are the means of 20 fruits. Data followed different letters within column indicate significant difference at 0.01 levels.

2.2.2 可食率、肉厚率、皮厚率及其相关性

可食率:高可食率型有宴中龙眼、水南1号、龙优、陕西脆肉,可食率>68.5% (1类);低可食率型有后壁埔、东壁、蜀冠、顶圆、后巷本,可食率<64% (3类);中间型,可食率在64.0%~68.0%之间(2类)。肉厚:厚肉型有宴中龙眼、普明庵、水南1号、陕西脆肉、泸丰,肉厚率>38.0% (1类);薄肉型有东壁、顶圆、白花木,肉厚率<31% (3类);中间型,肉厚率在31.0%~38.0%之间(2类)。皮厚:厚皮型

有普明庵、东壁、蜀冠,皮厚率>7.0% (1类);中间型有鸡蛋龙眼、泸早、顶圆、后巷本、泸丰,皮厚率在5.3%~7.0%之间(2类);薄皮型,皮厚率<5.3% (3类)(表1、2)。可食率与肉厚率极显著正相关, $r=0.611^{**}$ ($P<0.01$),而与皮厚率极显著负相关, $r=-0.603^{**}$ ($P<0.01$),说明皮薄、肉厚的品种一般具有较高的可食率。

2.2.3 果形

横扁有宴中龙眼、鸡蛋龙眼、水南1号、水眼、

龙优、松风本,果形指数 > 1.10 (1类);稍横扁有乌龙岭、泸早、后壁埔、陕西脆肉、白花木、泸丰,果形指数在 $1.07 \sim 1.10$ 之间(2类);近圆球形,果形指数在 $1.00 \sim 1.06$ 之间(3类)(表 1、2)。果形指数与可食率极显著正相关, $r = 0.684^{**}$ ($P < 0.01$),说明横向较扁的品种一般具有较高的可食率。

2.2.4 可溶性固形物

14个品种的 TSS 含量大于 18.60%(1类);普明庵 TSS 含量最低,为 13.40%(3类);水南 1 号、泸早、后壁埔和蜀冠, TSS 含量属于中间型,在 $15.34\% \sim 16.86\%$ 之间(2类)(表 1、2)。TSS 含量与果实纵径和皮厚率显著负相关, $r = -0.469^*$ ($P < 0.05$),与横径、单果重、肉厚率负相关,但不显著。由于纵径、横径与单果质量两两极显著相关, $r = 0.940^{**}$ 、 0.961^{**} 、 0.894^{**} ($P < 0.01$),因此可以认为小果、薄皮品种趋于高 TSS 含量。

2.3 基于主成分分析的品质指标因子分析

2.3.1 果实品质评价指标的主成分分析

主成分分析可以用较少的综合指标分别综合存在于各变量中的各类信息,对原始变量进行分门别类的综合评价,简化评价过程^[15]。基于主成分分

析的因子分析结果表明,前 3 个主成分的累计方差贡献率达到了 88.27% ($> 85\%$),包括了所观测的 8 个指标,各指标的因子载荷系数绝对值大于 0.600。决定 3 个主成分的主要品质指标如表 3 所示,第 1 主成分反映了果实大小和质量,贡献率最高,37.60%;第 2 主成分反映了果形、皮厚与可食率,贡献率 30.82%;第 3 主成分反映了以肉厚与 TSS 为主的内在品质,贡献率 19.86%(表 3)。三个主成分的因子得分与 8 个观测指标的相关分析结果表明,第一主成分与单果质量、纵径、横径 ($r = 0.989^{**}$ 、 0.941^{**} 、 0.982^{**}) ($P < 0.01$),第二主成分与果形指数、可食率、皮厚率 ($r = 0.867^{**}$ 、 0.827^{**} 、 -0.851^{**}) ($P < 0.01$),第三主成分与肉厚率、TSS 含量均表现为极显著相关 ($r = 0.910^{**}$ 、 -0.665^{**}) ($P < 0.01$),而各主成分之间无相关性。

2.3.2 龙眼果实品质评价简化指标的确定

根据主成分分析的结果,选择单果质量、果形指数、可食率、肉厚率作为龙眼果实品质客观评价的代表性指标,TSS 含量因载荷系数绝对值和贡献率较小而被忽略。依据主成分因子得分和上述四个指标分别对 19 个品种进行 3~5 类的分层聚类,

表 2 依据 8 个品质指标对 19 个龙眼品种进行分别聚类的结果(3 类)

Table 2 The clustering results of 19 varieties according to the 8 quality indices respectively (3 clusters)

品种 Variety	可食率 Edible ratio	果形 Shape index	TSS	果型 Fruit type	肉厚 Pulp thickness	皮厚 Peel thickness
宴中龙眼 Yanzhong-longyan	1	1	1	2	1	3
乌龙岭 Wulongling	2	2	1	1	2	3
普明庵 Puming'an	2	3	3	1	1	1
鸡蛋龙眼 Jidan-Longan	2	1	1	2	2	2
水南 1 号 Shuinan No.1	1	1	2	1	1	3
泸早 Luzao	2	2	2	2	2	2
后壁埔 Houbipu	3	2	2	1	2	3
东壁 Dongbi	3	3	1	2	3	1
水眼 Shuiyan	2	1	1	2	2	3
蜀冠 Shuguan	3	3	2	1	2	1
顶圆 Dingyuan	3	3	1	2	3	2
龙优 Longyou	1	1	1	2	2	3
后巷本 Houxiangben	3	3	1	1	2	2
陕西脆肉 Shanxicuirou	1	2	1	3	1	3
白花木 Baihuamu	2	2	1	2	3	3
泸丰 Lufeng	2	2	1	2	1	2
新濠乌圆 Xinjiaowuyuan	2	3	1	2	2	3
松风本 Songfengben	2	1	1	2	2	3
沙梨木 Shalimu	2	3	1	2	2	3

并对聚类结果进行相关性分析。结果表明,同一种聚类结果之间极显著正相关($r = 0.943^{**}$ 、 0.926^{**} 、 0.965^{**})($P < 0.01$),两种聚类结果之间均显著或极显著正相关,其中第一种5类和第二种3类聚类结

果极显著正相关($r = 0.604^{**}$)($P < 0.01$),说明这两种聚类结果基本是一致的,选择这4个指标基本上可以达到客观评价果实品质的目的,并可作为对其进行分类的依据(表4)。

表3 3个主成分旋转后的因子载荷系数、方差贡献率及累计贡献率

Table 3 The rotated coefficient of the factors, proportion and cumulative of 3 principal components

主成分 Principal component	因子 Factor	载荷系数 Coefficient of the factor	品质类别 Sorts of quality	贡献率 Proportion (%)	累计贡献率 Cumulative (%)
1st	单果质量 Single fruit mass	0.88	果实大小和质量	37.6	37.6
	长横径 Long transversal diameter	0.82	Fruit size and mass		
	纵径 Longitudinal diameter	0.97			
2nd	果形指数 Shape index of fruit	0.87	果形、皮厚和可食率	30.82	68.41
	皮厚率 Pericarp thickness rate	-0.85	Fruit shape, edible and peel		
	可食率 Edible rate	0.83	thickness rate		
3rd	肉厚率 Pulp thickness rate	0.91	以肉厚率为主的内在品质	19.86	88.27
	TSS	-0.67	Internal quality (mostly pulp thickness rate)		

表4 依据简化后品质指标和因子得分进行综合聚类(3~5类)

Table 4 Synthetical clustering results according to the simplified quality indices and factor scores respectively (3~5 clusters)

品种 Varieties	简化品质指标 Simplified quality indices			因子得分 Factor scores		
	5	4	3	5	4	3
宴中龙眼 Yanzhong-longyan	1	1	1	1	1	1
乌龙岭 Wulongling	2	2	1	2	1	1
普明庵 Puming'an	3	3	2	3	2	2
鸡蛋龙眼 Jidan-Longan	2	2	1	1	1	1
水南1号 Shuinan No.1	1	1	1	2	1	1
泸早 Luzao	2	2	1	1	1	1
后壁埔 Houbipu	4	4	3	2	1	1
东壁 Dongbi	4	4	3	4	3	2
水眼 Shuiyan	2	2	1	1	1	1
蜀冠 Shuguan	4	4	3	3	2	2
顶圆 Dingyuan	4	4	3	4	3	2
龙优 Longyou	2	2	1	1	1	1
后巷本 Houxiangben	4	4	3	2	1	1
陕西脆肉 Shanxicuirou	5	3	2	5	4	3
白花木 Baihuamu	2	2	1	1	1	1
泸丰 Lufeng	3	3	2	1	1	1
新溜乌圆 Xinliuowuyuan	5	3	2	1	1	1
松风本 Songfengben	2	2	1	1	1	1
沙梨木 Shalimu	5	3	2	1	1	1

3 讨论

3.1 龙眼果实品质表现为多样性和关联性

果实成熟后具备品种固有特征,品种之间的差异也自然显示。根据果实内外品质指标和性状的变化,对果实品质进行科学的分类,是果树种质整

理和新品种选育的前提之一^[6]。本文总结了19个龙眼品种果实的品质,从表观性状来看,品种间果形、肉质差异较大,而其它性状差异不大,部分性状之间具有一定的关联性,如果大、外果皮龟裂片较平整的品种一般带果粉;果肉表面流汁的品种,肉质一般软韧,反之则爽脆。根据果实成熟时的各经

济性状指标,对 19 个品种进行分类,指标不同,分类结果差异很大,在研究和生产中可以根据不同选育目的进行指标选择。另外,皮薄、肉厚或果形较横扁的品种一般具有较高的可食率,果小或薄皮的品种大多具有较高的 TSS 含量。这与朱建华^[14]认为大果趋于高可食率、中小果趋于高可溶性固形物的结论稍有不同,可能与品种选择有关。

3.2 龙眼果实品质评价指标的简化与运用

主成分分析是一种常用的多元统计方法,但其只是对数据的客观分析,强调数据的客观性,而评价理论则是建立在评价者价值判断的基础上的^[17]。本研究选取了与龙眼果实内外品质评价密切相关的数量化指标作为研究对象,并对其进行了简化分析。简化后的指标包括单果重、果形指数、可食率及肉厚率,TSS 含量被忽略,但在实际评价中它却是一个非常重要的指标,这与实际价值判断要求不尽相符。根据《龙眼种质资源描述规范和数据标准》^[1],龙眼果实品质评价包括外在品质(单果质量、果实大小、果穗疏密和果皮颜色)(共 40 分)和内在品质(可食率、TSS、果肉质地、肉色和风味)(共 60 分),其中果皮颜色、肉色和风味各占 5 分,不是主要的评价指标。根据本研究结果,我们认为在单果质量、可食率和肉厚率这三个评价指标的基础上,增加 TSS 含量和果肉质地,这样更符合人们对龙眼果实价值判断的要求。一般来说,果大、肉厚、可食率高、TSS 含量高、果肉表面不流汁、质地细腻、口感爽脆为较理想的品质,在没有特殊要求的情况下,果形和果色可以不考虑。本研究中 19 个品种基本上无完全符合这一理想要求的,因此在选育种工作中,对于评价指标的运用应该结合选育目的来进行,以满足人们对果实品质的主要需求。

参考文献

[1] Zheng S Q(郑少泉). Descriptors and Data Standard for Longan (*Dimocarpus longana* Lour.) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006: 29-31.(in Chinese)

[2] 高慧颖,姜帆,李韬,等. 龙眼种质资源分类研究进展 [J]. 福建果树, 2007(2): 27-30.

[3] Pan X W(潘学文), Tang X L(唐小浪), Li J G(李建光), et al. An Album of Longan Varieties [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Publishing House, 2006: 1-3.(in Chinese)

[4] 林文忠,庄卫东,郑金水,等. 福建省龙眼品种选育研究进展 [J]. 福建农业科技, 2001(6): 25-26.

[5] Xu L Z(许良珠), Chen M L(陈木莲), Wu Y Q(吴元奇), et al. Analysis of variation and principal component for grain quality of early *Indica* rice in different sowing dates [J]. Guangdong Agri Sci (广东农业科学), 2005(3): 18-21.(in Chinese)

[6] Zhou Z Q(周竹青), Zhu X T(朱旭彤), Wang W J(王维金). Principal component analysis of agronomic traits, physiological indexes related to wheat grain weight [J]. J Biomath(生物数学学报), 2002, 17(1): 92-96.(in Chinese)

[7] Liu Y J(刘玉皎), Zong X X(宗绪晓). Morphological diversity analysis of faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm resources from Qinghai [J]. J Plant Gen Resour(植物遗传资源学报), 2008, 9(1): 79-83.(in Chinese)

[8] Hu X Y(胡兴雨), Lu P(陆平), He J B(贺建波), et al. Principal components and cluster analysis of agronomic traits of proso millet (*Panicum miliaceum*) [J]. J Plant Gen Resour(植物遗传资源学报), 2008, 9(4): 492-496.(in Chinese)

[9] Lei Y(雷莹), Zhang H Y(张红艳), Song W H(宋文化), et al. Utilization of multivariate statistics in simplifying the indices of fruit quality evaluation on late orange cultivars [J]. J Fruits(果树学报), 2008, 25(5): 640-645.(in Chinese)

[10] Bao J F(鲍江峰), Xia R X(夏仁学), Deng X X(邓秀新), et al. The quality evaluation factors selection of Newhall orange by the principal component analysis [J]. J Huazhong Agri Univ(华中农业大学学报), 2004, 23(6): 663-666.(in Chinese)

[11] Zhang Z W(张振文), Yao Q Q(姚庆群). Application of the principal component analysis on mango storage characteristic [J]. Subtrop Plant Sci(亚热带植物科学), 2005, 34(2): 25-28.(in Chinese)

[12] Yang J X(杨俊霞), Guo B L(郭宝林), Zhang W H(张卫红), et al. The studies of principal component analysis on the main economic character and superior variety selection of walnut [J]. J Agri Univ Hebei(河北农业大学学报), 2001, 24(4): 39-42.(in Chinese)

[13] Zhang H Y(张海英), Han T(韩涛), Wang Y N(王有年), et al. Selection of factors for evaluating peach (*Prunus persica*) fruit quality [J]. Tran CSAE(农业工程学报), 2006, 22(8): 235-239.(in Chinese)

[14] Zhu J H(朱建华), Yu P F(于平福), Huang F Z(黄凤珠), et al. Quantifying analysis of main fruit characters of longan germplasm in Guangxi [J]. SW China J Agri Sci(西南农业学报), 2006, 19(2): 283-286.(in Chinese)

[15] Lu W D(卢纹岱). SPSS for Windows [M]. Beijing: Electron Industry Press, 2002: 311-365.(in Chinese)

[16] Shen D X(沈德绪). Fruit Breeding [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1984: 25-30.(in Chinese)

[17] Li J H(李靖华), Guo Y H(郭耀煌). Principal component evaluation: A multivariate evaluate method expanded from principal component analysis [J]. J Ind Eng Manag(管理工程学报), 2002, 16(1): 39-44.(in Chinese)