

枇杷主要品质评价指标研究

蒋际谋, 姜帆, 陈秀萍*, 胡文舜, 邓朝军, 郑少泉*

(福建省农业科学院果树研究所, 福建省龙眼枇杷育种工程技术研究中心, 福州 350013)

摘要: 以国家果树种质福州枇杷圃测定的果实品质性状数据为素材, 分析测定了果实 6 个品质性状。结果表明: 140 份种质的果实可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量、维生素 C 含量、固酸比、糖酸比等品质指标的变异系数在 14.5% ~ 60.5% 之间, 6 项指标均不符合正态分布, 基于等组距离法提出了 5 级分级标准和参照品种。

关键词: 枇杷; 种质资源; 品质; 风味; 评价指标

中图分类号: S 667.3

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2013) 12-2382-09

Studies on Several Quality Evaluation Indices from Loquat Germplasm Resources

JIANG Ji-mou, JIANG Fan, CHEN Xiu-ping*, HU Wen-shun, DENG Chao-jun, and ZHENG Shao-quan*

(Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fujian Breeding Engineering Technology Research Center for Longan & Loquat, Fuzhou 350013, China)

Abstract: The objective of this study is to establish the scientific quality evaluation indices of loquat fruit. The relationship of 6 quality indices, including total soluble solid (TSS), soluble sugar (SS), titrable acidity (TA), vitamin C (Vc), total soluble solid/titrable acidity (TSS/TA) and soluble sugar/titrable acidity (SS/TA) was analyzed by statistical techniques based on 140 loquat accessions from National Fruit Gene-pool of Loquat in Fuzhou City. The results showed that the coefficient variations of 6 indices from the loquat germplasm were ranged from 14.5% to 60.5%, all of which did not meet the normal distribution. The grade scale of each index could be divided into 5 levels by group distance method, then the reference varieties were selected.

Key words: *Eriobotrya japonica*; germplasm resource; quality; flavor; evaluation indice

中国已有的枇杷 [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.] 种质资源描述体系 (蒲富慎, 1990; 郑少泉等, 2006, 2007) 对促进枇杷种质资源的规范化鉴定评价发挥了重要作用, 但品质评价项目不一致, 且多依据经验设置, 可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸、维生素 C 含量等多采用 3 级分类或未分级; 日本 (Jun et al., 1996)、西班牙 (Calvo et al., 2000, 2007)、欧洲次要果树品种数据库 (EMFTSD) 和世界植物新树种保护联合会 (UPOV, 1998) 制定的枇杷描述体系 (标准) 中, 可溶性固形物含量、可滴定酸含量的分级标准也不统一, 目前尚未形成统一的枇杷种质资源品质评价

收稿日期: 2013-07-29; **修回日期:** 2013-11-05

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项经费项目 (201003073); 农业部作物种质资源保护项目 (NB2130135); 农业部热带作物种质资源保护项目 (13RZZY-15); 农业部农业科研杰出人才及其创新团队项目; 福建省自然科学基金项目 (2011J01099)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: exp2516@126.com, zsq333555@163.com)

体系。本研究通过对国家果树种质福州枇杷圃的果实品质鉴定数据进行统计分析，建立品质评价分级标准，并提出参照品种，为枇杷种质资源果实品质性状的规范化评价提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2012 年 4 月 20 日至 5 月 31 日在国家果树种质福州枇杷圃（福建省福州市）进行。土壤为沙壤土，管理条件一致。砧木为‘解放钟’实生苗，每份种质 4 ~ 5 株，树龄 6 年，生长结果正常，抽穗期疏花穗，不疏果，不套袋。参试的枇杷种质资源 140 份（表 1）。根据往年经验结合果皮颜色观察、可溶性固形物含量测定和现场品尝，确定每份种质的成熟期（郑少泉 等，2006）。每株从树冠外围中上部 4 个方位随机采摘完全成熟果实 8 穗以上（具体视单果质量而定），立即运回实验室。挑选出代表性果实 10 个用于外观品质和风味品质分析，其余立即剥取果肉，榨汁机打浆用于测定可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸和维生素 C 含量。2 株为 1 个小区，2 次重复，结果以 2 次重复的算术平均值表示。

1.2 指标测定与分析

按照郑少泉等（2006，2007）的方法测定可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸和维生素 C 含量，计算固酸比和糖酸比。果实风味由固定的 3 ~ 5 名有经验的试验员独立品尝判定。
根据南京农业大学（1985）方法绘制次数分布直方图，参照王力荣等（2005）方法分级，用 DPS 7.05 数据处理系统（Data Processing System 7.05）进行方差分析和正态性检验。

2 结果与分析

2.1 枇杷种质资源品质检测结果

140 份枇杷种质资源来源地及其可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量和维生素 C 含量的测定结果见表 1。

表 1 140 份枇杷种质资源来源地与品质检测结果
Table 1 Original information and quality data of 140 loquat germplasm accessions

序号 No.	种质名称 Accession name	来源地 Sample source	可溶性固 形物含量/ % TSS	可溶性糖 含量/% SS	可滴定酸 含量/% TA	维生素 C 含量/ ($\times 10^{-2}$ mg \cdot g $^{-1}$) Vitamin C	风味 Flavor
1	朝宝 Chaobao	安徽 Anhui	9.2	6.4	0.35	3.0	甜 Sweet
2	短柄扁核 Duanbing Bianhe	安徽 Anhui	11.0	6.6	0.41	7.2	甜酸 Acid with little sweet
3	钟津 2 号 Zhongjin 2	福建 Fujian	9.5	7.2	0.15	8.4	甜 Sweet
4	宗飞白肉 Zongfei Bairou	福建 Fujian	9.1	8.4	0.17	5.3	淡甜 Slight sweet
5	白钟 Baizhong	福建 Fujian	9.7	8.5	0.19	4.9	淡甜 Slight sweet
6	永星白蜜 Yongxing Baimi	福建 Fujian	9.0	7.4	0.19	5.8	淡甜 Slight sweet
7	仙游白肉 Xianyou Bairou	福建 Fujian	9.3	7.8	0.20	4.8	淡甜 Slight sweet
8	旧园甜 Jiuyuantian	福建 Fujian	10.9	7.4	0.24	9.0	甜 Sweet
9	吓梅本 Xiameiben	福建 Fujian	10.8	6.4	0.25	7.3	淡甜 Slight sweet
10	国芬本 Guofenben	福建 Fujian	10.0	9.1	0.25	6.6	淡甜 Slight sweet
11	城津 16 号 Chengjin 16	福建 Fujian	9.9	7.4	0.26	4.5	淡甜 Slight sweet
12	78-1	福建 Fujian	9.6	8.4	0.27	4.5	淡甜 Slight sweet
13	先奇早 Xianqizao	福建 Fujian	11.3	7.6	0.29	9.3	甜 Sweet

续表 1

序号 No.	种质名称 Accession name	来源地 Sample source	可溶性固 形物含量/ % TSS	可溶性糖 含量/% SS	可滴定酸 含量/% TA	维生素 C 含量/ ($\times 10^{-2}$ mg \cdot g $^{-1}$) Vitamin C	风味 Flavor
14	祖貽 Zuyi	福建 Fujian	9.8	9.4	0.31	4.0	甜酸 Acid with little sweet
15	早钟 42 号 Zaozhong 42	福建 Fujian	10.1	7.8	0.32	1.4	甜 Sweet
16	新白 9 号 Xinbai 9	福建 Fujian	9.9	8.0	0.32	3.3	清甜 Fresh and sweet
17	五星本 Wuxingben	福建 Fujian	8.9	5.7	0.32	4.6	淡甜 Slight sweet
18	南峰少核 Nanfeng Shaohe	福建 Fujian	9.5	6.7	0.33	4.1	甜酸 Acid with little sweet
19	白华 Baihua	福建 Fujian	10.3	8.6	0.34	4.9	淡甜 Slight sweet
20	建阳白 Jianyangbai	福建 Fujian	11.8	8.4	0.35	5.5	清甜 Fresh and sweet
21	长西枇杷 Changxi Pipa	福建 Fujian	8.2	6.1	0.35	6.1	清甜 Fresh and sweet
22	香妃 Xiangfei	福建 Fujian	10.6	8.3	0.35	3.4	酸甜 Sweet with little acid
23	东泉本 Dongquanben	福建 Fujian	8.2	4.8	0.35	9.7	淡甜 Slight sweet
24	新白 4 号 Xinbai 4	福建 Fujian	10.0	8.5	0.36	4.1	清甜 Fresh and sweet
25	莆兴本 Puxingben	福建 Fujian	11.2	7.7	0.36	9.3	酸甜 Sweet with little acid
26	皱本 Zhouben	福建 Fujian	8.1	5.6	0.36	3.8	甜 Sweet
27	坑尾白 Kengweibai	福建 Fujian	9.1	8.9	0.38	5.4	淡甜 Slight sweet
28	清白 Qingbai	福建 Fujian	9.4	7.5	0.40	3.3	清甜 Fresh and sweet
29	白枇杷 Baipipa	福建 Fujian	8.9	8.1	0.40	3.6	清甜 Fresh and sweet
30	可山白蜜 Keshan Baimi	福建 Fujian	10.9	7.6	0.41	7.3	清甜 Fresh and sweet
31	新白 5 号 Xinbai 5	福建 Fujian	10.4	7.8	0.43	6.4	清甜 Fresh and sweet
32	龙才白 Longcaibai	福建 Fujian	9.3	8.5	0.43	4.7	清甜 Fresh and sweet
33	旧 - 11 Jiu-11	福建 Fujian	8.6	5.8	0.44	11.4	清甜 Fresh and sweet
34	金灼白蜜 Jinzhuo Baimi	福建 Fujian	9.3	8.3	0.44	4.3	清甜 Fresh and sweet
35	亚荣白蜜 Yarong Baimi	福建 Fujian	10.4	6.9	0.44	6.8	淡甜 Slight sweet
36	常白 2 号 Changbai 2	福建 Fujian	9.5	5.7	0.45	3.4	淡甜 Slight sweet
37	宗飞 1 号 Zongfei 1	福建 Fujian	10.8	8.4	0.45	3.8	甜 Sweet
38	早钟 6 号 Zaozhong 6	福建 Fujian	12.0	7.5	0.45	2.2	甜 Sweet
39	景亮本 Jingliangben	福建 Fujian	11.3	6.7	0.46	2.0	甜酸 Acid with little sweet
40	坪盘白沙 Pingpan Baisha	福建 Fujian	8.4	8.1	0.47	4.4	酸甜 Sweet with little acid
41	玉荣白蜜 Yurong Baimi	福建 Fujian	11.8	7.2	0.48	7.0	清甜 Fresh and sweet
42	香钟 10 号 Xiangzhong 10	福建 Fujian	11.2	5.3	0.48	2.0	清甜 Fresh and sweet
43	金钟 Jinzhong	福建 Fujian	9.1	7.9	0.49	7.2	酸甜 Sweet with little acid
44	晚钟 518 Wanzhong 518	福建 Fujian	8.4	6.7	0.49	6.0	酸甜 Sweet with little acid
45	塘头焦核 Tangtou Jiaohe	福建 Fujian	11.9	6.5	0.53	2.4	淡甜 Slight sweet
46	樟林单核 Zhanglin Danhe	福建 Fujian	10.4	6.6	0.55	1.7	酸甜 Sweet with little acid
47	多 33 号 Duo 33	福建 Fujian	8.0	6.0	0.56	1.9	甜酸 Acid with little sweet
48	常白 3 号 Changbai 3	福建 Fujian	12.1	8.3	0.57	5.6	甜酸 Acid with little sweet
49	新白 7 号 Xinbai 7	福建 Fujian	8.2	6.9	0.59	2.3	酸 Acid
50	香钟 7 号 Xiangzhong 7	福建 Fujian	10.0	7.1	0.62	1.8	浓甜 Strong sweet
51	艳红 Yanhong	福建 Fujian	11.0	9.3	0.69	6.7	浓甜 Strong sweet
52	多 6 号 Duo 6	福建 Fujian	8.5	5.9	0.69	1.9	甜酸 Acid with little sweet
53	塘头 84-3 Tangtou 84-3	福建 Fujian	11.8	7.5	0.70	2.2	酸 Acid
54	A-35	福建 Fujian	8.6	6.9	0.71	9.1	甜酸 Acid with little sweet
55	绿果柄 Lüguobing	福建 Fujian	10.0	6.1	0.72	5.0	甜酸 Acid with little sweet
56	先奇丰 Xianqifeng	福建 Fujian	10.0	6.3	0.77	11.7	甜酸 Acid with little sweet
57	常白 1 号 Changbai 1	福建 Fujian	9.4	5.8	0.87	3.7	酸甜 Sweet with little acid
58	闽矮 1 号 Mingai 1	福建 Fujian	10.2	6.1	0.88	3.4	酸 Acid
59	多 12 号 Duo 12	福建 Fujian	8.4	5.6	1.23	0.9	甜酸 Acid with little sweet
60	乌脐 Wuqi	广东 Guangdong	9.1	8.5	0.38	3.3	酸甜 Sweet with little acid
61	红种 Hongzhong	广东 Guangdong	8.8	7.7	0.57	5.8	清甜 Fresh and sweet
62	伊糖枇杷 Yantang Pipa	广西 Guangxi	10.4	8.7	0.12	13.4	淡甜 Slight sweet
63	卓南 1 号 Zuonan 1	广西 Guangxi	11.0	7.4	0.37	3.8	淡甜 Slight sweet
64	白囊枇杷 Bainang Pipa	广西 Guangxi	17.3	12.3	0.46	10.1	甜酸 Acid with little sweet
65	蜜糖枇杷 Mitang Pipa	广西 Guangxi	11.7	7.2	0.56	8.3	浓甜 Strong sweet

续表 1

序号 No.	种质名称 Accession name	来源地 Sample source	可溶性固 形物含量/ % TSS	可溶性糖 含量/% SS	可滴定酸 含量/% TA	维生素 C 含量/ ($\times 10^{-2}$ mg \cdot g $^{-1}$) Vitamin C	风味 Flavor
66	龙门 1 号 Longmen 1	广西 Guangxi	11.8	7.6	0.62	3.2	甜酸 Acid with little sweet
67	大毛枇杷 Damao Pipa	广西 Guangxi	11.3	8.9	0.74	2.0	酸甜 Sweet with little acid
68	柳州光荣本 Liuzhou Guangrongben	广西 Guangxi	9.2	6.3	0.80	1.3	甜酸 Acid with little sweet
69	小毛枇杷 Xiaomao Pipa	广西 Guangxi	14.9	11.8	0.85	4.3	甜酸 Acid with little sweet
70	洋枇杷 Yangpipa	贵州 Guizhou	11.5	8.0	0.35	1.2	甜 Sweet
71	杨柳 4 号 Yangliu 4	贵州 Guizhou	10.8	6.9	0.37	3.1	甜酸 Acid with little sweet
72	埂坡 2 号 Gengpo 2	贵州 Guizhou	9.9	6.4	0.66	1.2	酸 Acid
73	丰都枇杷 Fengdu Pipa	贵州 Guizhou	10.2	7.6	0.68	1.8	酸 Acid
74	埂坡枇杷 Gengpo Pipa	贵州 Guizhou	10.9	6.9	0.97	11.8	甜酸 Acid with little sweet
75	小五角 Xiaowujiao	贵州 Guizhou	10.0	6.3	1.10	5.7	甜酸 Acid with little sweet
76	罗甸枇杷 Luodian Pipa	贵州 Guizhou	8.8	4.7	1.26	10.7	酸 Acid
77	酸枇杷 Suanpipa	贵州 Guizhou	11.0	6.8	1.28	1.5	酸 Acid
78	湖北六二 Hubei Liuer	湖北 Hubei	10.0	6.4	0.55	1.5	甜 Sweet
79	金福枇杷 Jinfu Pipa	湖北 Hubei	10.5	6.9	0.87	3.0	甜酸 Acid with little sweet
80	木鱼种 Muyuzhong	江苏 Jiangsu	10.7	7.5	0.24	1.2	淡甜 Slight sweet
81	冠玉 Guanyu	江苏 Jiangsu	9.9	9.4	0.24	7.5	淡甜 Slight sweet
82	杨梅洲 4 号 Yangmeizhou 4	江西 Jiangxi	9.3	7.4	0.33	4.8	淡甜 Slight sweet
83	珠络红沙 Zhuluo Hongsha	江西 Jiangxi	8.6	6.2	0.65	2.0	淡甜 Slight sweet
84	米易 1 号 Miyi 1	四川 Sichuan	10.7	8.7	0.24	4.2	清甜 Fresh and sweet
85	光荣 1 号 Guangrong 1	四川 Sichuan	8.1	7.6	0.25	6.3	淡甜 Slight sweet
86	龙泉 77-2 Longquan 77-2	四川 Sichuan	8.9	7.2	0.27	8.5	淡甜 Slight sweet
87	大五星 Dawuxing	四川 Sichuan	9.1	6.1	0.29	4.9	淡甜 Slight sweet
88	银罗实生枇杷 Yinluo Shisheng Pipa	四川 Sichuan	12.2	8.4	0.31	9.9	甜 Sweet
89	红灯笼 Hongdenglong	四川 Sichuan	8.6	7.2	0.32	7.0	淡甜 Slight sweet
90	泸早 1 号 Luzao 1	四川 Sichuan	10.9	7.3	0.34	12.1	淡甜 Slight sweet
91	红波罗 Hongboluo	四川 Sichuan	8.3	4.7	0.37	9.7	淡甜 Slight sweet
92	七星 Qixing	四川 Sichuan	8.5	7.5	0.66	5.6	酸甜 Sweet with little acid
93	西羌 Xiqiang	四川 Sichuan	11.3	6.3	0.69	11.5	酸甜 Sweet with little acid
94	龙泉 77-1 Longquan 77-1	四川 Sichuan	9.8	5.7	0.81	4.5	甜酸 Acid with little sweet
95	中熟大香 Zhongshu Daxiang	四川 Sichuan	8.7	5.5	0.29	7.9	淡甜 Slight sweet
96	早红 4 号 Zaohong 4	四川 Sichuan	10.8	7.4	0.44	12.9	酸甜 Sweet with little acid
97	莫别扁圆 Mobie Bianyuan	云南 Yunnan	9.5	7.4	0.17	5.2	淡甜 Slight sweet
98	莫别圆 Mobieyuan	云南 Yunnan	11.5	8.0	0.34	12.0	淡甜 Slight sweet
99	黄花枇杷 Huanghua Pipa	云南 Yunnan	9.4	7.4	0.37	10.1	淡甜 Slight sweet
100	莫别大枇杷 Mobie Dapipa	云南 Yunnan	10.4	7.1	0.48	10.2	甜酸 Acid with little sweet
101	厚叶枇杷 Houye Pipa	云南 Yunnan	10.3	8.9	0.51	11.0	甜 Sweet
102	簸咪底 4 号 Bomidi 4	云南 Yunnan	14.3	13.8	0.57	8.3	酸 Acid
103	期路白 2 号 Qilubai 2	云南 Yunnan	12.2	8.7	0.64	12.6	浓甜 Strong sweet
104	花箐枇杷 Huaqing Pipa	云南 Yunnan	6.6	3.7	0.65	6.5	酸 Acid
105	兴安所 4 号 Xingansuo 4	云南 Yunnan	9.5	8.4	0.72	6.9	甜 Sweet
106	兴安所 2 号 Xingansuo 2	云南 Yunnan	10.8	10.3	0.78	11.9	浓甜 Strong sweet
107	卷叶枇杷 Juanye Pipa	云南 Yunnan	10.4	8.8	0.80	12.5	甜 Sweet
108	兴安 4 号 Xingan 4	云南 Yunnan	8.8	7.3	0.81	5.2	酸甜 Sweet with little acid
109	芷村 2 号 Zhicun 2	云南 Yunnan	11.3	6.9	0.88	9.2	甜酸 Acid with little sweet
110	大齿枇杷 Dachi Pipa	云南 Yunnan	13.0	9.4	1.05	13.2	酸甜 Sweet with little acid
111	野生 231 Yesheng 231	云南 Yunnan	10.1	7.9	1.50	7.1	甜酸 Acid with little sweet
112	浙江大红袍 Zhejiang Dahongpao	浙江 Zhejiang	12.5	8.9	0.20	6.1	淡甜 Slight sweet
113	细叶杨墩 Xiye Yangdun	浙江 Zhejiang	9.5	7.1	0.25	1.2	淡甜 Slight sweet
114	实生杨墩 Shisheng Yangdun	浙江 Zhejiang	8.9	6.8	0.27	5.7	淡甜 Slight sweet
115	花鼓筒 Huagutong	浙江 Zhejiang	10.6	7.4	0.30	5.0	淡甜 Slight sweet

续表 1

序号 No.	种质名称 Accession name	来源地 Sample source	可溶性固 形物含量/ % TSS	可溶性糖 含量/% SS	可滴定酸 含量/% TA	维生素 C 含量/ ($\times 10^{-2}$ mg \cdot g $^{-1}$) Vitamin C	风味 Flavor
116	富阳 Fuyang	浙江 Zhejiang	7.3	4.7	0.34	1.8	甜酸 Acid with little sweet
117	塘栖种 Tangqizhong	浙江 Zhejiang	8.0	6.0	0.46	3.1	淡甜 Slight sweet
118	85-1-1	浙江 Zhejiang	10.2	6.2	0.54	1.9	甜酸 Acid with little sweet
119	大叶杨墩 Daye Yangdun	浙江 Zhejiang	9.9	7.5	0.65	1.6	甜 Sweet
120	蜡烛 4 号 Lazhu 4	重庆 Chongqing	11.3	7.6	0.32	11.4	淡甜 Slight sweet
121	蜡烛 3 号 Lazhu 3	重庆 Chongqing	10.0	6.1	0.54	7.1	淡甜 Slight sweet
122	香槟 Changpagne	美国 America	12.3	7.7	0.54	2.3	甜酸 Acid with little sweet
123	先进 Advance	美国 America	11.0	6.6	0.64	1.9	淡甜 Slight sweet
124	黄金块 Gold Nugget	美国 America	9.8	5.8	0.74	9.4	酸甜 Sweet with little acid
125	四季枇杷 Siji Pipa	南非 South Africa	11.5	8.0	0.14	9.6	淡甜 Slight sweet
126	2004-11-4	葡萄牙 Portugal	10.4	6.2	0.29	5.0	淡甜 Slight sweet
127	阳玉 Yongyoku	日本 Japan	12.2	8.6	0.21	7.8	淡甜 Slight sweet
128	白茂木 Shiromogi	日本 Japan	10.5	7.3	0.31	7.8	淡甜 Slight sweet
129	田中 Tanaka	日本 Japan	10.5	6.4	0.50	4.2	淡甜 Slight sweet
130	Bianco	意大利 Italy	10.9	7.1	0.52	4.4	甜 Sweet
131	Italiano-1	意大利 Italy	11.0	7.5	0.59	5.0	清甜 Fresh and sweet
132	Ullera	西班牙 Spain	11.2	6.7	0.66	5.2	酸甜 Sweet with little acid
133	Jaierin	西班牙 Spain	10.3	6.8	0.68	4.7	甜酸 Acid with little sweet
134	Crisanto	西班牙 Spain	10.5	6.7	0.77	5.1	酸甜 Sweet with little acid
135	Marc	西班牙 Spain	10.5	6.4	0.86	4.2	甜酸 Acid with little sweet
136	Algerie	西班牙 Spain	10.2	5.9	1.01	5.1	酸 Acid
137	2004-11-1	希腊 Greece	12.7	8.8	0.66	5.9	酸甜 Sweet with little acid
138	新西兰黄肉 Xinxilan Huangrou	新西兰 New Zealand	12.6	8.0	0.36	6.6	甜 Sweet
139	新西兰红肉 Xinxilan Hongrou	新西兰 New Zealand	10.0	6.3	0.42	3.7	清甜 Fresh and sweet
140	新西兰白肉 Xinxilan Bairou	新西兰 New Zealand	12.1	7.7	0.96	2.3	甜酸 Acid with little sweet

2.2 枇杷品质性状变异情况

从表 2 可以看出, 6 项品质性状的变异系数均较大 (14.5%~60.5%), 其中可溶性固形物含量和可溶性糖含量的变异系数分别为 14.5%、18.8%, 可滴定酸含量、维生素 C 含量、固酸比和糖酸比 4 个性状的变异系数在 50.0%以上。

表 2 枇杷 6 项品质指标的变异情况
Table 2 Variation of 6 quality indices in loquat

指标 Indices	种质数量 Number of varieties	最小值 Min	最大值 Max	平均值 Mean	变异系数/% CV
可溶性固形物含量/% TSS	140	6.6	17.3	10.2 \pm 1.5	14.5
可溶性糖含量/% SS	140	3.7	13.9	7.3 \pm 1.4	18.8
可滴定酸含量/% TA	140	0.12	1.50	0.51 \pm 0.26	50.0
维生素 C 含量/($\times 10^{-2}$ mg \cdot g $^{-1}$) Vitamin C	140	0.9	13.4	5.7 \pm 3.2	56.1
固酸比 TSS / TA	140	6.7	88.4	25.3 \pm 13.7	54.3
糖酸比 SS / TA	140	3.8	74.1	18.6 \pm 11.3	60.5

将各指标由低（小）到高（大）等间距分成 12 组，绘制种质资源分布频次图并进行正态分布检验（图 1），结果表明 6 项指标均不符合正态分布，其中可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量存在拖尾现象，分别去掉拖尾的 2 份、3 份、6 份后，呈正态分布（ P 值分别为 0.7495、0.3037、0.0631），而维生素 C 含量、固酸比和糖酸比则呈偏态分布。

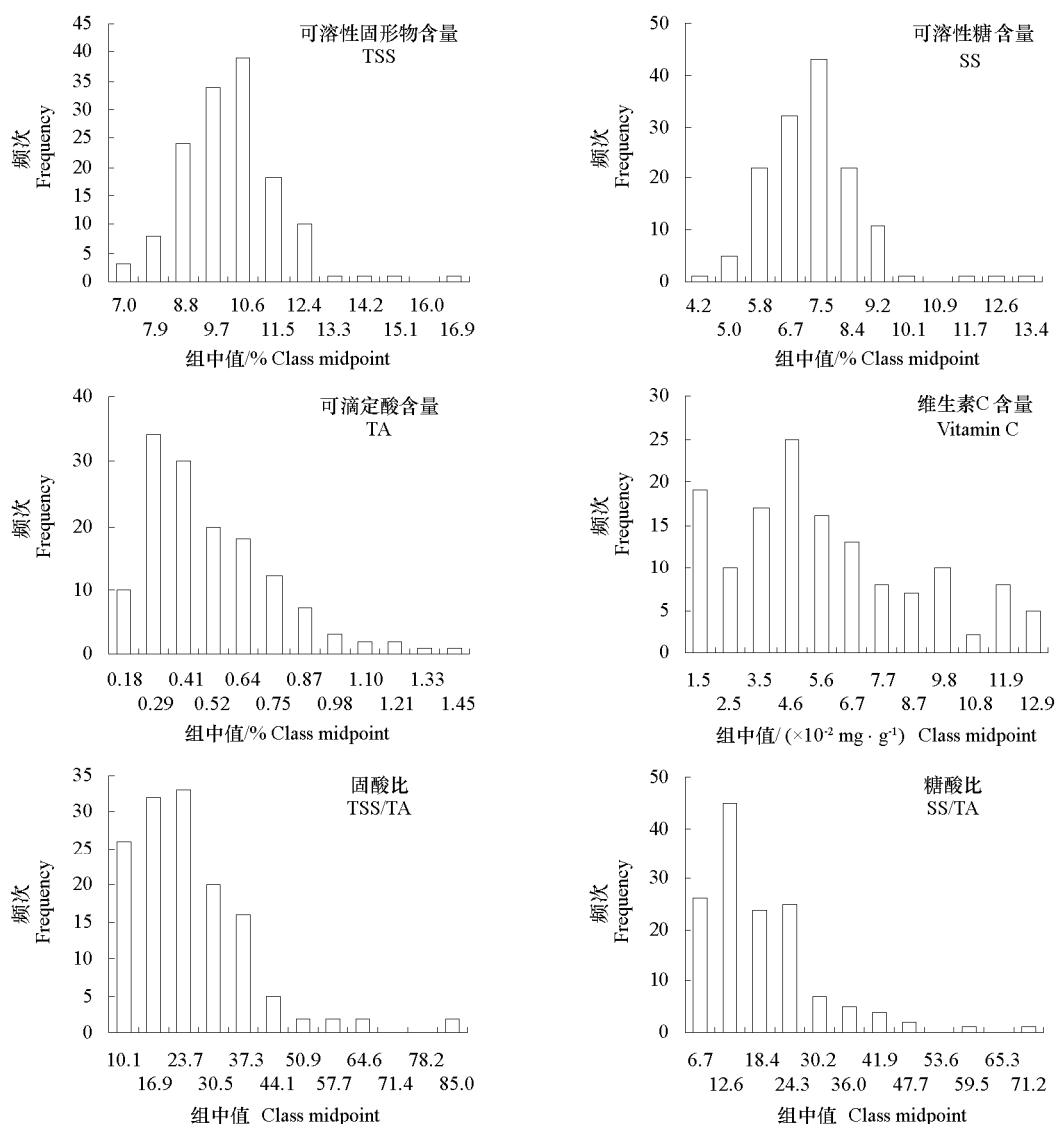


图 1 参试种质资源 6 项品质指标分布频次

Fig. 1 Distribution of 6 quality indices of tested loquat varieties

2.3 枇杷品质指标分级标准

参照王力荣等（2005）的方法，考虑到等组距离法的实用性，以平均值为基点，以标准差为级差，并做适当调整，对 6 个品质指标进行极低、低、中、高、极高 5 级分级，参照品种选择国内外公知的品种各 1 个（极端性状除外），且尽可能选用较少的参照品种（表 3）。从表 3 中可以看出，可溶性固形物含量、可溶性糖含量以中级的分布比例最大，而可滴定酸含量、维生素 C 含量、固酸比、糖酸比均以低级的分布比例最高。可溶性固形物含量主要分布在 8.5% ~ 11.5%，占 74.2%；可溶性糖含量主要分布在 6.0% ~ 9.0%，占 81.4%；可滴定酸含量主要分布在 0.25% ~ 0.85%，占 79.2%；

维生素 C 含量主要分布在 $1.6 \sim 8.0 \times 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 占 71.4%; 固酸比主要分布在 $12.0 \sim 36.0$, 占 75.7%; 糖酸比主要分布在 $6.0 \sim 26.0$, 占 77.8%。

表 3 对 140 份枇杷 6 项品质指标的分级结果
Table 3 Grading of 6 quality indices in 140 loquats

指标 Index	等级 Grade	标准 Standard	分布/% Distribution	参照品种 References
可溶性固形物含量/% TSS	极低 Lower	< 8.5	9.3	富阳, 晚钟 518 Fuyang, Wanzhong 518
	低 Low	8.5 ~ 10.0	32.1	大五星, 黄金块 Dawuxing, Gold Nugget
	中 Medium	10.0 ~ 11.5	42.1	艳红, Marc Yanhong, Marc
	高 High	11.5 ~ 13.0	13.6	早钟 6 号, 阳玉 Zaozhong 6, Yongyoku
可溶性糖含量/% SS	极高 Higher	≥ 13.0	2.9	白囊枇杷, 小毛枇杷 Bainang Pipa, Xiaomao Pipa
	极低 Lower	< 6.0	12.1	富阳, 黄金块 Fuyang, Gold Nugget
	低 Low	6.0 ~ 7.0	28.6	大五星, Marc Dawuxing, Marc
	中 Medium	7.0 ~ 8.0	30.7	早钟 6 号, Italiano-1 Zaozhong 6, Italiano-1
可滴定酸含量/% TA	高 High	8.0 ~ 9.0	22.1	浙江大红袍, 阳玉 Zhejiang Dahongpao, Yongyoku
	极高 Higher	≥ 9.0	6.4	艳红, 白囊枇杷 Yanhong, Bainang Pipa
	极低 Lower	< 0.25	10.0	浙江大红袍, 阳玉 Zhejiang Dahongpao, Yongyoku
	低 Low	0.25 ~ 0.45	38.5	大五星, 新西兰黄肉 Dawuxing, Xinxilan Huangrou
维生素 C 含量/ ($\times 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) Vitamin C	中 Medium	0.45 ~ 0.65	22.9	白囊枇杷, 田中 Bainang Pipa, Tanaka
	高 High	0.65 ~ 0.85	17.8	艳红, 黄金块 Yanhong, Gold Nugget
	极高 Higher	≥ 0.85	10.7	小毛枇杷, Marc Xiaomao Pipa, Marc
	极低 Lower	< 1.6	6.4	细叶杨墩, 湖北六二 Xiye Yangdun, Hubei Liuer
固酸比 TSS/TA	低 Low	1.6 ~ 4.8	37.1	早钟 6 号, 田中 Zaozhong 6, Tanaka
	中 Medium	4.8 ~ 8.0	34.3	大五星, Crisanto Dawuxing, Crisanto
	高 High	8.0 ~ 11.2	13.6	白囊枇杷, 黄金块 Bainang Pipa, Gold Nugget
	极高 Higher	≥ 11.2	9.3	早红 4 号, 沪早 1 号 Zaozhong 4, Luzao 1
糖酸比 SS/TA	极低 Lower	< 12.0	8.5	酸枇杷, Algeria Suanpipa, Algeria
	低 Low	12.0 ~ 24.0	46.4	金钟, 黄金块 Jinzhong, Gold Nugget
	中 Medium	24.0 ~ 36.0	29.3	早钟 6 号, 新西兰黄肉 Zaozhong 6, Xinxilan Huangrou
	高 High	36.0 ~ 48.0	10.0	白囊枇杷, 冠玉 Bainang Pipa, Guanyu
糖酸比 SS/TA	极高 Higher	≥ 48.0	5.7	浙江大红袍, 阳玉 Zhejiang Dahongpao, Yongyoku
	极低 Lower	< 6.0	5.0	酸枇杷, Algeria Suanpipa, Algeria
	低 Low	6.0 ~ 16.0	46.4	富阳, 黄金块 Fuyang, Gold Nugget
	中 Medium	16.0 ~ 26.0	31.4	早钟 6 号, 新西兰黄肉 Zaozhong 6, Xinxilan Huangrou
	高 High	26.0 ~ 36.0	8.6	城津 16 号, 白囊枇杷 Chengjin 16, Bainang Pipa
	极高 Higher	≥ 36.0	8.6	冠玉, 阳玉 Guanyu, Yongyoku

2.4 枇杷不同甜酸风味类型的品质指标差异

枇杷果实风味分为淡甜、清甜、甜、浓甜、酸甜、甜酸、酸等 7 级（郑少泉 等，2006，2007）。从表 4 可知，果实风味从淡甜→浓甜→酸，可溶性固形物含量与可溶性糖含量均表现先升后降的趋势，可滴定酸含量呈现上升的趋势，固酸比和糖酸比呈下降趋势。不同风味类型的可溶性固形物含量和维生素 C 含量均以浓甜的最高，其它类型间的差异不显著；可溶性糖含量也是浓甜类型最高，极显著高于其它类型，其次是酸甜、淡甜、清甜、甜、甜酸类型，酸类型最低；可滴定酸含量是酸类型最高，其次是甜酸和浓甜类型，淡甜、清甜和甜类型的最低；固酸比和糖酸比是淡甜类型的最

高，其次是甜类型，酸类型最低，甜和浓甜类型次低。可见，不同风味类型的糖酸比、固酸比和可滴定酸含量的差异较大，可溶性糖含量其次，可溶性固形物含量的差异最小。

表 4 枇杷不同甜酸风味类型的品质指标差异
Table 4 Quality indices of the loquat with different flavor

类型 Type	种质数量 Number of varieties	可溶性固形 物含量/% TSS	可溶性糖 含量/% SS	可滴定酸含 量/% TA	维生素 C 含量/ ($\times 10^{-2} \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) Vitamin C	固酸比 TSS/ TA	糖酸比 SS /TA
淡甜 Slight sweet	45	9.9 bB	7.3 bcB	0.32 dC	6.2 bAB	35.9 aA	27.1 aA
清甜 Fresh and sweet	17	10.0 bAB	7.5 bcB	0.42 dC	5.2 bB	25.1 cABC	18.9 bABC
甜 Sweet	17	10.5 abAB	7.5 bcB	0.41 dC	5.2 bB	29.6 abAB	21.0 abAB
浓甜 Strong sweet	7	11.5 aA	9.3 aA	0.67 bcB	8.9 aA	17.7 cdeCD	14.3 bcBCD
酸甜 Sweet with little acid	19	10.7 abAB	7.9 bB	0.58 cB	6.2 bAB	20.1 cdBCD	14.9 bcBCD
甜酸 Acid with little sweet	27	10.3 abAB	6.8 cdBC	0.72 bB	4.8 bB	15.5 deCD	10.2 cdCD
酸 Acid	8	9.5 bB	5.9 dC	1.01 aA	4.9 bB	10.0 eD	6.1 dD

注：同一列中不同大、小写字母表示差异达极显著、显著水平。
Note: Different small letters in the same column mean significant at 5%, and capital letters for very significant at 1%.

3 讨论

果树数量性状会因气候条件、立地条件、管理水平、测定时期差异而发生变化(王力荣 等, 2005; 陈秀萍 等, 2006; 聂继云 等, 2012)。本文研究结果表明, 在同一年份、统一生态、统一砧木、统一种植管理条件下, 枇杷种质资源的 6 个数量性状均表现丰富的多样性(变异系数 14.5%~60.5%), 如可溶性固形物含量最低的种质资源与最高的相差近 3 倍。而在现有枇杷描述体系(标准)中, 日本(Jun et al., 1996)、西班牙(Calvo et al., 2000, 2007)和欧洲次要果树品种数据库(EMFTSD) (<http://www.unifi.it/project/ueresgen29/>)的可溶性固形物含量、可滴定酸含量均采取 3 级分级标准; 世界植物新树种保护联合会(UPOV, 1998)中, 可溶性固形物含量和可滴定酸含量分为低、中、高 3 级, 只列参照品种而无具体分级指标; 蒲富慎(1990)将可溶性固形物含量、可滴定酸含量、维生素 C 含量均分为 3 级; 郑少泉等(2006, 2007)没有进行品质指标分级。可见, 若仍采用 3 级分类, 过于粗放。现有的分级方法有基于正态分布的概率分级法(聂继云 等, 2012)和等组距离法分级(王力荣 等, 2005), 前者统计依据更强但适用于正态分布的性状指标, 后者实用性较强。而本试验中 6 个品质指标均不符合正态分布, 若采用概率分级法, 势必造成拖尾方的信息丢失, 影响资源评价。因此, 采用等组距离法分级, 分级时以总体平均值为基点、以标准差为级差, 并做适当调整, 设极低、低、中、高、极高 5 级分级, 每一级都列出参照品种, 可作为枇杷种质资源品质评价的参考标准。需要说明的是, 本试验的数据仅是 1 年测定所得, 且试验当年多阴雨天气, 枇杷果实品质总体下降, 因此在参照本分级指标时宜根据参照品种表现进行适当调整。

本研究中, 根据独立品尝判定的 7 种甜酸风味类型间的糖酸比、固酸比和可滴定酸含量的差异最大, 可溶性糖含量其次, 可溶性固形物含量的差异最小, 说明了糖酸比、固酸比和可滴定酸含量对甜酸风味的影响最大, 可溶性固形物含量的影响最小。可溶性固形物含量和可溶性糖含量相近的种质资源, 却有不同风味表现(淡甜、清甜、甜), 说明了枇杷风味与糖、酸含量及糖酸比等有关, 还可能与糖、酸组分有关(张上隆和陈昆松, 2007; 秦巧平等, 2012)。浓甜类型的可滴定酸含量较高、糖酸比和固酸比较低, 可能因该类型果实含糖量高或糖组分组成差异造成果实甜度较高(张上隆和陈昆松, 2007), 原因有待进一步探讨。研究结果认为, 风味品质好的枇杷种质资源可溶性糖含量应 $\geq 7.5\%$ 、可滴定酸 $\leq 0.67\%$ 、适度的糖酸比(14.3~21.0)或固酸比(17.7~29.6)。

鉴于在枇杷品质评价时,可溶性固形物含量比可溶性糖含量更常用,参照现有的枇杷种质资源描述体系(标准),实际应用时可保留可溶性固形物含量,相应地在固酸比和糖酸比两项指标中保留固酸比。本研究结果为中国枇杷种质资源果实品质评价指标的设置提供了参考依据。

References

- Badenes M L, Calvo J M, Llácer G. 2000. Analysis of a germplasm collection of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) . *Euphytica*, 114: 187 – 194.
- Calvo J M, Badenes M L, Llácer G. 2000. Descripción de variedades de níspero japonés. Generalitat Valenciana Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Calvo J M, Gisbert A D, Alamar M C, Hernandorena R, Romero C, Llácer G, Badenes M L. 2007. Study of a germplasm collection of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) by multivariate analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55 (5): 695 – 703.
- Chen Xiu-ping, Jiang Ji-mou, Gao Hui-ying, Zheng Shao-quan. 2006. Evaluation of stability of fruit economic traits of longan germplasm. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 27 (4): 9 – 13. (in Chinese)
- 陈秀萍, 蒋际谋, 高慧颖, 郑少泉. 2006. 龙眼种质资源果实经济性状的稳定性评价. *热带作物学报*, 27 (4): 9 – 13.
- Description of minor fruit tree species. [http: //www.unifi.it/project/uersgen29/](http://www.unifi.it/project/uersgen29/).
- Jun Nagato, Osamu Terai, Takashi Nakao, Yukiko Matsushita, Naofumi Hiehata, Kensuke Asada, Akira Morita, Motoyuki Hashimoto, Yoshihiko Sato. 1996. Characteristics in genetic resources of *Eriobotrya* spp. *Bulletin of the Nagasaki Fruit Tree Experiment Station*, (3): 55 – 77.
- Nanjing Agricultural University. 1985. Field experiments and statistical methods. 2nd. Beijing: China Agriculture Press: 20 – 21. (in Chinese)
- 南京农业大学. 1985. 田间试验和统计方法. 2 版. 北京: 农业出版社: 20 – 21.
- Nie Ji-yun, Li Zhi-xia, Li Hai-fei, Li Jing, Wang Kun, Wu Yong-long, Xu Guo-feng, Yan Zhen, Wu Xi, Qin Xing. 2012. Evaluation indices for apple physicochemical quality. *Scientia Agricultura Sinica*, 45 (14): 2895 – 2903. (in Chinese)
- 聂继云, 李志霞, 李海飞, 李 静, 王 昆, 毋永龙, 徐国锋, 闫 震, 吴 锡, 覃 兴. 2012. 苹果理化品质评价指标研究. *中国农业科学*, 45 (14): 2895 – 2903.
- Pu Fu-shen. 1990. Descriptors of fruits genetic resources-record items and evaluate standards. Beijing: China Agriculture Press: 253 – 267. (in Chinese)
- 蒲富慎. 1990. 果树种质资源描述符—记载项目及评价标准. 北京: 农业出版社: 253 – 267.
- Qin Qiao-ping, Lin Fei-fan, Zhang Lan-lan. 2012. Review of the studies on the accumulation mechanisms of sugar and organic acids in *Eriobotrya japonica* fruit. *Journal of Zhejiang A & F University*, 29 (3): 453 – 457. (in Chinese)
- 秦巧平, 林飞凡, 张岚岚. 2012. 枇杷果实糖酸积累的分子生理机制. *浙江农林大学学报*, 29 (3): 453 – 457.
- UPOV. 1998. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability, loquat [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.]. GENEVA. [http: //www.upov.int/en/publications/tg-rom/gt159/tg_159_3.pdf](http://www.upov.int/en/publications/tg-rom/gt159/tg_159_3.pdf)
- Wang Li-rong, Zhu Geng-rui, Fang Wei-chao. 2005. The evaluating criteria of some fruit quantitative characters of peach (*Prunus persica* L.) genetic resources. *Acta Horticulturae Sinica*, 32 (1): 1 – 5. (in Chinese)
- 王力荣, 朱更瑞, 方伟超. 2005. 桃 (*Prunus persica* L.) 种质资源果实数量性状评价指标探讨. *园艺学报*, 32 (1): 1 – 5.
- Zhang Shang-long, Chen Kun-song. 2007. Molecular physiology of fruit quality development and regulation. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 张上隆, 陈昆松. 2007. 果实品质形成与调控的分子生理. 北京: 中国农业出版社.
- Zheng Shao-quan, Chen Xiu-ping, Xu Xiu-dan, Jiang Ji-mou, Huang Ai-ping, Zhang Shou-mei, Deng Chao-jun. 2006. Descriptors and data standard for loquat (*Eriobotrya* spp.) . Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 郑少泉, 陈秀萍, 许秀淡, 蒋际谋, 黄爱萍, 张守梅, 邓朝军. 2006. 枇杷种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社.
- Zheng Shao-quan, Chen Xiu-ping, Xu Xiu-dan, Jiang Ji-mou, Huang Ai-ping, Zhang Shou-mei, Deng Chao-jun. 2007. NY/T 1304-2007, Technical code for evaluating germplasm resources – loquat [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.]. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 郑少泉, 陈秀萍, 许秀淡, 蒋际谋, 黄爱萍, 张守梅, 邓朝军. 2007. NY/T 1304-2007 农作物种质资源鉴定技术规程 · 枇杷. 北京: 中国农业出版社.