

doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2016.02.006

文章编号:2095-6002(2016)02-0039-07

引用格式:温靖,徐玉娟,肖更生,等.广东省17个不同荔枝品种果实品质比较分析[J].食品科学技术学报,2016,34(2):39-45.



WEN Jing, XU Yujuan, XIAO Gengsheng, et al. Comparative analysis on fruit qualities of litchi varieties from Guangdong Province[J]. Journal of Food Science and Technology, 2016, 34(2): 39-45.

# 广东省17个不同荔枝品种果实品质比较分析

温靖, 徐玉娟, 肖更生, 吴继军, 陈于陇, 余元善

(广东省农业科学院 蚕业与农产品加工研究所/农业部功能食品重点实验室/

广东省农产品加工重点实验室, 广东 广州 510610)

**摘要:**以17个荔枝品种的果实为试材,利用常规的加工特性分析方法,进行了果实的理化指标和营养成分分析。结果表明,17种荔枝品种中白腊、鸡嘴、珍珠、桂味、糯米糍和白糖罂6个品种的颜色泽良好,具有典型的荔枝风味、糖酸比适宜、热处理褐变程度轻,是最适宜加工果汁的优良品种。

**关键词:**荔枝;品种;果汁;加工特性

**中图分类号:**TS255.2; TS201.2

**文献标志码:**A

广东地处热带和亚热带地区,拥有独特的地理和气候优势,盛产荔枝。近年来,荔枝种植面积和产量逐年剧增,是广东典型的高效特色农业,对广东农业和经济发展起着重要作用。

荔枝汁液丰富,果肉香味浓郁,营养丰富,保健功能显著,非常适于果汁和保健食品的开发。据美国 USDA 的分析资料表明,荔枝果肉含有丰富的糖类、粗纤维、有机酸、蛋白质、氨基酸、维生素、胡萝卜素及矿物质。目前对荔枝的研究主要集中在采后保鲜方面,有大量关于荔枝采后果皮褐变及控制的报道<sup>[1]</sup>。虽然对荔枝果汁、果酒的生产工艺、澄清方法、质量控制等也有一些报道,但仅限于研究试制阶段,无法攻克荔枝在加工过程中存在的褐变、浑浊、营养损耗和芳香物质逸散等技术难题,在荔枝加工特性方面也鲜见文献报道,仅牛蕾等<sup>[2]</sup>报道了荔枝品种的酿酒适应性。

因此,本文以广东产17个不同品种的荔枝为对象,对其果实的品质指标进行了比较分析,旨在为评价荔枝品质和筛选适合加工的荔枝品种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料与仪器

荔枝,共17个品种,分别是三月红、荔枝王、白腊、白糖罂、妃子笑、桂味、黑叶、鸡嘴、俊红、秤砣、香荔、丁香、糯米糍、玉荷包、珍珠、淮枝和青壳,广东省果树研究所;没食子酸(标准品),中国药品生物制品检定所;TPTZ( $\text{Fe}^{3+}$ -三吡啶三吡嗪),Sigma公司;磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、过氧化氢、乙醇、邻苯二酚、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{FeSO}_4$ 、考玛斯亮蓝等均为分析纯。

搅拌榨汁机,Philips公司;Pocket PAL-1型数显手持便携式折光仪,日本ATAGO公司;Sartorius酸度计,德国赛多利斯公司;COND5021型电导测试笔,台湾Lutron公司;SC-80C型全自动色差计,北京康光仪器有限公司;ZD-2型自动电位滴定仪,上海雷磁仪器厂;TDL-5型离心机,上海安亭科学仪器厂;0.45  $\mu\text{m}$ 微孔滤膜,上海兴亚净化材料厂;UV-1700型紫外可见分光光度计,日本Shimadzu公司;FA1004N型电子天平,上海民桥精密科学仪器

收稿日期:2016-01-10

基金项目:广东省科技计划项目(2014Y2-00099);公益性行业(农业)科研专项(200903043-8-1)。

作者简介:温靖,女,副研究员,主要从事果蔬深加工方面的研究;

肖更生,男,研究员,主要从事果蔬深加工方面的研究。

有限公司; XW-80A型旋涡混合器, 上海精科实业有限公司; HH-4型数显恒温水浴锅, 金坛市金祥龙电子有限公司。

## 1.2 果实品质分析

### 1.2.1 原料处理

各品种分别剔除腐烂果、畸形果, 选择均匀一致、无机械损伤果, 经水洗后用滤纸拭干水分, 剥皮经榨汁后使之通过20目筛, 作为初样品。取初样品用200目尼龙布过滤后, 再用微滤膜(0.45 μm)过滤, 滤液用于测定各成分特性。

### 1.2.2 不同荔枝品种果实品质的测定

单果重: 分别随机取10个各品种的荔枝果实, 进行称重, 重复3次取其平均值作为各荔枝品种的单果重。

果肉可食率和出汁率: 每个品种随机选取20~50个果, 分别用电子天平称取果实总体质量、果壳总体质量和果核总体质量, 计算:

可食率 =

$$\frac{\text{果实总体质量} - \text{果壳总体质量} - \text{果核总体质量}}{\text{果实总体质量}} \times 100\%。$$

(1)

将剥壳去核得到的荔枝果肉打浆, 用离心机5000 r/min离心10 min, 得到上层汁液, 取出上层汁液称取质量, 计算:

$$\text{出汁率} = \frac{\text{上层汁液质量}}{\text{果实总体质量}} \times 100\%。$$
 (2)

可溶性固形物含量测定: 用数显手持便携式折光仪 Pocket PA1-1, 在室温测定。

总酸度: 采用滴定法, 按 GB 12291—1990, 以柠檬酸计。

pH值: 用 Sartorius 酸度计直接测定。

电导率: Lutron COND5021型电导测试笔测试。

色泽稳定性测定<sup>[3]</sup>: 将荔枝汁经过滤处理后, 分别在温度为0, 30, 100℃分光光度计中采用色度软件进行扫描, 分别得 Hunter  $L$ 、 $a$ 、 $b$  值。 $L$  值表示白色的明度;  $a$  正值表示偏红, 负值表示偏绿;  $b$  正值表示偏黄, 负值表示偏蓝, 色泽变化值( $\Delta E$ ) 计算如下:  $\Delta E = \sqrt{(L_t - L_0)^2 + (a_t - a_0)^2 + (b_t - b_0)^2}$  ( $t$  为30℃和100℃时的  $L$ 、 $a$ 、 $b$  值)。

多酚氧化酶 PPO 活性测定<sup>[4]</sup>: 采用邻苯二酚法, 将2.9 mL 10 mmol/L 邻苯二酚(用0.1 M的磷酸盐缓冲液配制, pH值为7.0)和0.1 mL酶液混合, 反应体系温度为30℃, 置于分光光度计中, 监控测

定  $OD_{398}$  值的变化, 以每分钟  $\Delta OD_{398}$  变化0.001所需的酶量为一个酶活性单位。果汁样品在4℃ 12000 r/min离心15 min, 上清液用于酶活性测定。

过氧化酶 POD 活性测定<sup>[5]</sup>: 采用愈创木酚法, 将0.1 mL 4.0% 愈创木酚、0.1 mL 0.46% 过氧化氢、2.7 mL 0.1 M 磷酸缓冲液(pH值为7.0)和0.1 mL酶液混合, 反应体系温度为30℃, 置于分光光度计中, 监控测定  $OD_{470}$  值的变化, 以每分钟  $\Delta OD_{470}$  变化0.001所需的酶量为一个酶活性单位。果汁样品在4℃ 12000 r/min离心15 min, 上清液用于酶活性测定。

### 1.3 不同荔枝品种总酚、可溶性蛋白的测定

总酚含量的测定采用福林-酚法<sup>[6]</sup>, 可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G250 染色比色法<sup>[7]</sup>。

### 1.4 HPLC法对不同荔枝品种单糖及维生素 C 含量测定

#### 1.4.1 单糖的组成分析<sup>[8]</sup>

样品的处理: 称取20 g样品, 加入80 mL水, 水浴超声提取10 min, 滤布过滤, 滤渣用30 mL水洗涤过滤, 定容到250 mL, 从中取2 mL经0.45 μm微孔滤膜过滤后待用。

色谱分析条件: 1200型高效液相色谱仪(HPLC), 美国 Agilent 公司; 色谱柱, Agilent Zorbax Carbohydrate, 4.6 mm × 150 mm, 柱温30℃; 示差检测器, RID 光学元件温度35℃; 75%乙腈水溶液作流动相, 流速1 mL/min; 进样量10 μL。

#### 1.4.2 维生素 C 含量测定<sup>[9]</sup>

样品的处理: 取10 g过滤后果汁, 用0.1%草酸溶液定容至50 mL, 经0.45 μm滤膜过滤后待用。

色谱分析条件: 1200型高效液相色谱仪(HPLC), 美国 Agilent 公司; 色谱柱, Agilent Zorbax Eclipse XDB-C18, 4.6 mm × 150 mm, 5 μm, 柱温26℃; 紫外检测, 波长为254 nm; 用0.1%草酸溶液作流动相, 流速0.8 mL/min; 进样量10 μL。

### 1.5 数据统计分析

采用 LSD 多重比较法对数据进行方差分析, 统计分析软件采用 SPSS 17.0。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种荔枝果实一般性状

不同品种荔枝果实一般性状见表1。

表1 不同荔枝品种果实一般性状

Tab. 1 General characters of different breeds of litchi

%

编号	品种	$m$ (单果)/g	$w$ (果皮)	$w$ (果核)	$w$ (果汁)	可食率
1	三月红	18.70 ± 1.97fg	18.64 ± 2.23cdef	5.75 ± 1.23efgh	65.92 ± 1.66abc	75.61 ± 3.31ab
2	荔枝王	27.20 ± 6.46b	25.53 ± 3.85a	2.95 ± 0.95 fghij	60.96 ± 2.58 abc	71.52 ± 4.77bcd
3	白腊	19.54 ± 1.57ef	22.01 ± 0.79 abcde	6.49 ± 1.11defg	67.74 ± 10.67ab	71.50 ± 0.75bcd
4	白糖罂	21.68 ± 3.16bcdef	18.46 ± 0.51cde f	8.05 ± 0.43cde	61.99 ± 3.10 abc	73.50 ± 0.37abc
5	妃子笑	19.39 ± 3.34ef	22.40 ± 0.34 abcde	4.16 ± 0.23 fghij	65.21 ± 2.21 abc	73.44 ± 0.11abc
6	桂味	13.05 ± 1.53gh	22.78 ± 1.33abcd	4.87 ± 0.91fghij	60.05 ± 2.23 abc	72.35 ± 1.98bcd
7	黑叶	20.43 ± 2.49cdef	23.77 ± 3.17ab	9.12 ± 0.30bed	55.64 ± 4.49e	67.12 ± 3.43d
8	鸡嘴	24.90 ± 3.40bcde	18.25 ± 0.34 ef	5.00 ± 0.61fghi	64.05 ± 2.34 abc	76.75 ± 0.75ab
9	俊红	25.42 ± 6.28bcd	18.63 ± 0.93 cdef	7.49 ± 0.75cdef	61.22 ± 1.52 abc	68.21 ± 0.97cd
10	秤砣	48.90 ± 6.39a	20.15 ± 0.30 bcde	11.64 ± 0.76ab	61.22 ± 1.52 abc	68.21 ± 0.97cd
11	香荔	20.83 ± 3.37cdef	22.55 ± 0.61 abcde	9.24 ± 0.93bed	56.12 ± 3.49bc	68.21 ± 1.43cd
12	丁香	25.85 ± 2.84bc	23.84 ± 0.35ab	9.19 ± 1.44bcd	55.95 ± 5.68bc	66.97 ± 1.17d
13	糯米糍	21.21 ± 2.34cdef	18.35 ± 0.78def	2.88 ± 0.31 fghij	69.60 ± 2.06a	78.77 ± 1.06a
14	玉荷包	18.55 ± 1.76fg	14.41 ± 1.00f	12.97 ± 1.14a	61.70 ± 3.13 abc	72.62 ± 2.04bcd
15	珍珠	8.29 ± 1.49h	22.88 ± 0.20abc	2.12 ± 0.40 fghij	63.33 ± 5.47 abc	75.00 ± 0.59ab
16	淮枝	20.63 ± 2.56cdef	19.67 ± 0.45 bcde	11.31 ± 0.98ab	58.88 ± 1.38 abc	69.02 ± 1.02cd
17	青壳	20.09 ± 3.61def	22.60 ± 0.16abcde	9.44 ± 1.68bc	60.06 ± 1.53 abc	67.96 ± 1.66cd

表中同一列中具有相同字母或没有字母标注的表示相互之间差异不显著( $P > 0.05$ ),字母不相同的表示差异显著( $P < 0.05$ )

从表1可知,不同品种荔枝果实一般性状有一定的差异。17个荔枝品种的单果重在8.29~48.90g,其中珍珠较小为8.29g,秤砣单果重最大,达48.90g;秤砣和其他16个荔枝品种之间差异性极显著( $P < 0.01$ );珍珠和桂味之间的差异性不显著( $P > 0.05$ ),和其他的15个荔枝品种之间差异性极显著( $P < 0.01$ );荔枝王和丁香、俊红、鸡嘴、白糖罂之间没有差异( $P > 0.05$ ),和其他的品种之间差异性显著( $P < 0.05$ )。荔枝果壳、果汁和可食率不同品种之间的差异不明显,果壳大约在20%左右,果汁大约在60%左右,可食率都约在70%左右,大多数荔枝品种的可食率超过了70%;果肉出汁率分布变幅为55.64%~69.60%,其中糯米糍、白腊、妃子笑、鸡嘴等均为出汁率和可食率较高的品种。

## 2.2 不同品种荔枝果实理化指标

对17个荔枝品种的可溶性固形物、总酸、糖酸比、pH值、电导率、酶活力和色泽稳定性等理化指标进行了测定(见图1~图5),图中具有相同字母或没有字母标注的表示相互之间差异不显著( $P > 0.05$ ),字母不相同的表示差异显著。由图1~图5(图中品种编号同表1)可以看出,不同品种的荔枝

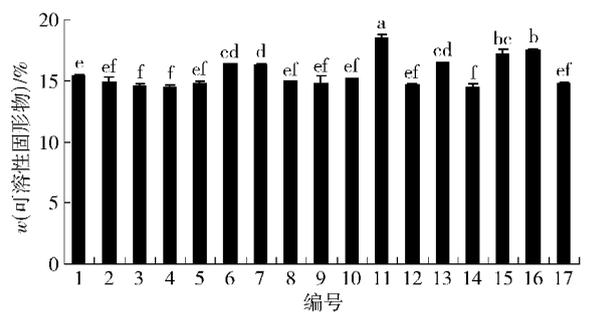


图1 不同品种荔枝的可溶性固形物含量

Fig. 1 Soluble solids contents of different breeds of litchi

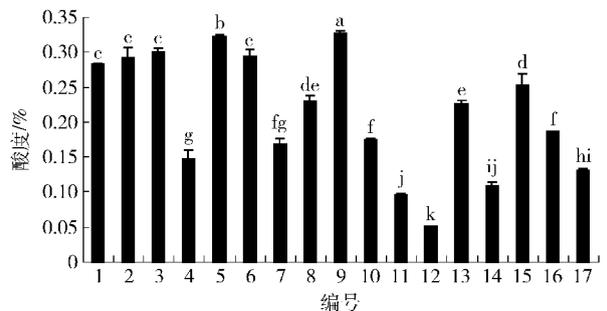


图2 不同品种荔枝的总酸度分布

Fig. 2 Total acidity of different breeds of litchi

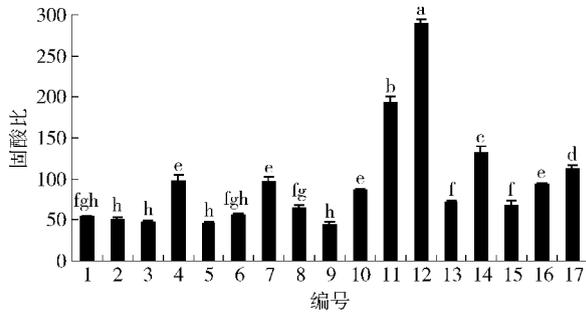


图3 不同品种荔枝的固酸比

Fig.3 Soluble solids/acid ratios of different breeds of litchi

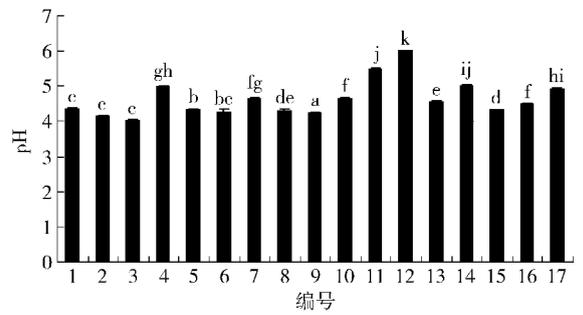


图5 不同品种荔枝的pH值

Fig.5 pH values of different breeds of litchi

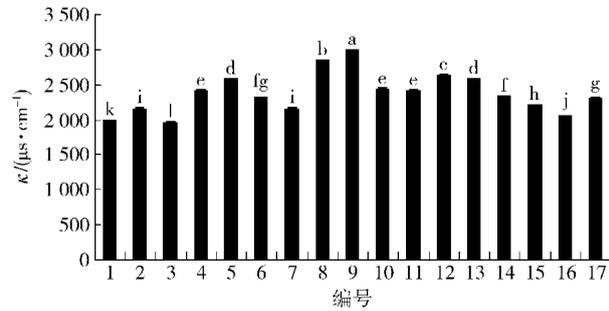


图4 不同品种荔枝的电导率

Fig.4 Conductivity of different breeds of litchi

理化指标差异较大,其中可溶性固形物以香荔、桂味、黑叶、糯米糍、珍珠、淮枝含量较高;总酸度以三月红、荔枝王、白腊、妃子笑、俊红含量最高,其果汁pH值也较低。果实的风味是由糖、酸、单宁和芳香物质等多种物质综合决定的,其中糖、酸含量的绝对值起主要作用,一般含酸量高,口感偏酸。但果汁的口感同时取决于糖酸比,不同品种荔枝糖酸比差异较大,其中以丁香糖酸比最高。

17个不同品种荔枝PPO、POD的活性差异显著(见表2)。荔枝PPO活性变幅为1.13~1178.18

表2 不同荔枝品种间的多酚氧化酶、过氧化物酶活力和色泽稳定性

Tab.2 PPO and POD activities and color stability of different breeds of litchi

品种	PPO(U·mL <sup>-1</sup> )	POD/(U·mL <sup>-1</sup> )	色泽稳定性	
			ΔE <sub>1</sub> (30℃)	ΔE <sub>2</sub> (100℃)
三月红	370.01 ± 12.31c	8.52 ± 0.21de	4.38 ± 0.66abcd	21.01 ± 0.37abc
荔枝王	101.23 ± 33.58de	1.70 ± 0.64g	4.81 ± 3.00abc	6.71 ± 4.86efg
白腊	34.25 ± 0.95def	1.95 ± 0.47fg	0.74 ± 0.66cd	3.76 ± 0.92fgh
白糖罂	1178.18 ± 97.04a	65.50 ± 5.12a	0.30 ± 0.05cd	4.01 ± 1.20fgh
妃子笑	12.67 ± 0.61ef	1.69 ± 0.15g	0.64 ± 0.28cd	8.09 ± 0.61def
桂味	9.07 ± 2.18ef	1.77 ± 0.02g	6.30 ± 1.73ab	12.67 ± 0.85cd
黑叶	853.66 ± 77.94b	19.64 ± 1.28a	8.96 ± 0.65a	24.96 ± 3.24a
鸡嘴	360.53 ± 20.72c	5.94 ± 0.78ef	0.47 ± 0.37cd	1.46 ± 0.18h
俊红	23.17 ± 4.18ef	10.11 ± 3.96d	0.41 ± 0.21cd	4.04 ± 0.21fgh
秤砣	400.23 ± 23.21c	15.42 ± 2.11c	2.06 ± 0.06bcd	9.59 ± 0.11de
香荔	22.62 ± 4.98ef	0.52 ± 0.08g	0.88 ± 0.67cd	17.30 ± 0.79bc
丁香	42.64 ± 5.82def	6.42 ± 0.91de	8.73 ± 4.94a	14.74 ± 0.77c
糯米糍	20.57 ± 2.97ef	0.40 ± 0.10g	0.13 ± 0.03d	5.86 ± 0.58efgh
玉荷包	1.20 ± 0.00f	0.00 ± 0.00g	0.77 ± 0.23cd	3.74 ± 1.28fgh
珍珠	8.23 ± 1.15ef	0.43 ± 0.02g	2.96 ± 0.08bcd	5.32 ± 0.13efgh
淮枝	1.13 ± 0.21f	0.00 ± 0.00g	2.26 ± 0.93bcd	2.43 ± 0.78gh
青壳	120.13 ± 21.01d	8.36 ± 2.13de	0.13 ± 0.02d	7.60 ± 0.29ef

U/mL,其中PPO活力较强的白糖罂和黑叶与其他品种之间差异性十分显著( $P < 0.01$ ),PPO活力较弱的玉荷包和淮枝与其他品种之间差异性也十分显著( $P < 0.01$ );POD变幅为0~65.50 U/mL,其中POD活力较强的品种为白糖罂,活力较弱的为淮枝和玉荷包,并且得出PPO活力较强的品种POD活力也较强,反之PPO活力较弱的品种POD活力也较弱。

通过检测不同荔枝品种在30℃和100℃时的色泽稳定性得出,30℃时色泽稳定性变幅为0.13~8.96 U/mL,品种之间差异较小,在100℃时色泽稳定性变幅为1.46~24.96 U/mL,黑叶和三月红色泽变化较大,与其他品种之间差异显著( $P < 0.05$ )。色泽稳定性结果表明,高温处理会加深果汁的色泽,说明除酶促褐变外,加热过程中的非酶褐变反应对荔枝汁色泽也具有重要影响。一般果蔬PPO活力测定均以邻苯二酚为反应底物,但刘亮<sup>[10]</sup>报道,荔枝果皮PPO最适底物为儿茶素。胡婉峰<sup>[11]</sup>研究表明,莲藕PPO与邻苯三酚的亲合力明显大于邻苯二酚。同时,刘春雨等<sup>[12]</sup>报道荔枝果肉PPO最适pH值为7.0,而刘亮<sup>[10]</sup>和蒋跃明<sup>[13]</sup>则分别报道荔枝果皮PPO的最适pH值为6.5和7.5。造成这种差别的原因可能是品种差异、PPO提取和纯化方法及缓冲液和底物的不同,不同品种间PPO酶学特性的差异还有待进一步研究。

### 2.3 不同荔枝品种总酚、可溶性蛋白含量

果蔬中的酚类物质极易在酶作用下氧化形成醌,醌再进一步聚合成黑色物质,即导致果蔬发生褐变。一般而言,果蔬多酚含量越高,越容易发生褐变反应,导致颜色改变越明显。不同品种荔枝总酚的质量浓度差异较大(见表3),分布变幅94.88~469.14 mg/L。其中以妃子笑、青壳总酚质量浓度最高,玉荷包、三月红、荔枝王、丁香等品中总酚质量浓度也较高,而秤砣、香荔等为低酚品种。荔枝果肉所含可溶性蛋白较低,在0~2.5 mg/L,其中丁香和白糖罂之间差异性显著( $P < 0.01$ ),并且它们与其他品种之间的差异性也十分显著( $P < 0.01$ )。

### 2.4 不同荔枝品种糖组成和维生素C

HPLC分析,荔枝中所含的糖主要为果糖、葡萄糖和蔗糖(见表4)。黑叶、淮枝、青壳中葡萄糖和果糖含量较高,而荔枝王、鸡嘴、俊红、丁香中含量较低。而蔗糖含量以丁香含量最高,质量比达7324.93 mg/100 g,其次是鸡嘴荔枝王、桂味、白糖罂、香荔、珍珠。不同品种荔枝中维生素C的含量

差异较大,丁香最高,质量比达12.2 mg/100 g,白腊、鸡嘴、秤砣次之,三月红,荔枝王含量最低。

表3 不同荔枝品种总酚和可溶性蛋白质量浓度

Tab.3 Total phenol and soluble protein contents of different breeds of litchi mg/L

品种	$\rho$ (可溶性蛋白)	$\rho$ (总酚)
三月红	0.03 ± 0.01 de	232.98 ± 6.21 cdefg
荔枝王	0.01 ± 0.01 e	241.80 ± 3.31 cde
白腊	0.05 ± 0.01 de	202.53 ± 28.60 g
白糖罂	1.04 ± 0.21 b	226.14 ± 29.66 defg
妃子笑	0.35 ± 0.03 c	404.72 ± 16.54 b
桂味	0.07 ± 0.01 de	245.10 ± 2.63 cde
黑叶	0.19 ± 0.01 cd	256.35 ± 3.58 cd
鸡嘴	0.03 ± 0.04 de	206.31 ± 4.06 fg
俊红	0.00 ± 0.03 e	232.20 ± 0.55 cdefg
秤砣	0.03 ± 0.00 de	94.88 ± 5.40 i
香荔	0.04 ± 0.00 de	121.87 ± 2.87 i
丁香	2.50 ± 0.11 a	239.99 ± 0.55 cdef
糯米糍	0.04 ± 0.02 de	165.78 ± 2.96 h
玉荷包	0.01 ± 0.01 e	381.63 ± 3.66 b
珍珠	0.14 ± 0.01 de	262.96 ± 1.06 c
淮枝	0.03 ± 0.01 de	219.76 ± 3.22 efg
青壳	0.17 ± 0.02 de	469.14 ± 2.39 a

字母含义同表1

### 2.5 不同品种荔枝的聚类分析

根据以上不同品种荔枝的系统分析,对其主要加工性状进行聚类分析,将荔枝品种聚成四类,三月红、白腊、桂味、鸡嘴、糯米糍、珍珠和白糖罂聚成第一类,黑叶、俊红、秤砣、怀枝和荔枝王聚成第二类,妃子笑、玉荷包和青壳聚成第三类,丁香和香荔聚成第四类,见图6。进行聚类分析的目的是筛选适合果汁加工的荔枝品种,从聚类分析得到第一类中的

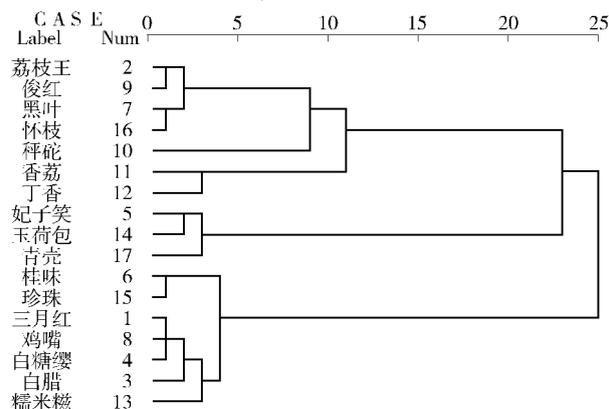


图6 不同荔枝品种聚类分析

Fig.6 Clustering analysis diagram of different breeds of litchi

表4 不同荔枝品种中主要单糖和维生素C质量比

Tab.4 Main single sugar contents and  $V_C$  contents of different breeds of litchi

mg/100 g

品种	$w$ (果糖)	$w$ (葡萄糖)	$w$ (蔗糖)	$w$ (维生素C)
三月红	2 813.42 ± 20.13g	2 760.76 ± 15.32g	4 738.76 ± 90.23i	0.24 ± 0.02k
荔枝王	1 916.82 ± 100.21m	1 892.55 ± 75.23p	5 260.40 ± 156.35e	0.28 ± 0.01k
白腊	2 475.41 ± 120.13i	2 447.23 ± 98.36i	4 954.04 ± 142.24h	4.85 ± 0.13e
白糖罂	2 039.57 ± 58.23k	1 942.79 ± 56.35o	5 575.06 ± 125.36d	3.55 ± 0.02f
妃子笑	2 817.48 ± 129.97g	2 765.45 ± 58.62g	1 646.01 ± 56.78p	1.42 ± 0.04i
桂味	3 402.66 ± 125.03d	3 356.81 ± 75.23d	5 623.31 ± 201.52c	1.27 ± 0.06ij
黑叶	4 325.66 ± 210.04b	4 109.15 ± 102.36c	2 715.60 ± 45.25o	3.03 ± 0.05g
鸡嘴	1 920.64 ± 101.45m	1 950.85 ± 74.24n	6 968.72 ± 241.56b	5.94 ± 1.01c
俊红	1 971.20 ± 85.36l	2 020.86 ± 75.32l	3 300.77 ± 85.36k	8.45 ± 0.09b
秤砣	2 064.36 ± 87.23j	2 008.66 ± 85.23m	3 000.44 ± 53.36	5.50 ± 0.24d
香荔	2 519.44 ± 123.68h	2 344.24 ± 47.35j	5 249.77 ± 98.35f	1.11 ± 0.02ij
丁香	1 917.13 ± 125.43m	2 047.58 ± 86.65k	7 324.93 ± 236.10a	12.20 ± 0.53a
糯米糍	2 477.25 ± 86.67i	2 490.54 ± 75.68h	5 116.66 ± 123.45g	0.94 ± 0.01j
玉荷包	3 085.37 ± 126.25f	3 133.64 ± 85.45e	2 737.68 ± 159.35n	2.15 ± 0.03h
珍珠	3 169.47 ± 210.74e	3 087.26 ± 12.24f	5 247.64 ± 245.15f	1.18 ± 0.04ij
淮枝	4 197.70 ± 222.32c	4 211.19 ± 41.24a	4 306.86 ± 263.39j	1.07 ± 0.01j
青壳	4 433.92 ± 210.06a	4 183.06 ± 39.68b	2 930.72 ± 142.15m	1.16 ± 0.01ij

字母含义同表1

白腊、桂味、鸡嘴、糯米糍、珍珠和白糖罂均为出汁率和固形物含量比较高的荔枝品种。

### 3 结 论

热带水果品种繁多、原料特性不同和品种结构不合理是制约水果加工业发展的主要原因。荔枝品种约有150多种,目前科研工作者主要集中在对水果选育或病害研究,对不同品种水果加工特性研究较少。研究表明,不同品种水果品质差异显著,加工不同的水果制品对原料有不同的需求。因此,根据荔枝水果制品的品质特性筛选优质的原料品种,为新鲜水果进一步加工利用提供科学依据。

本研究结果表明,不同品种荔枝中可溶性固形物、总酸、糖酸比、pH值、电导率、酶活力和色泽稳定性等基本理化指标差异较大。香荔、桂味、黑叶、糯米糍、珍珠、淮枝可溶性固形物含量较高;三月红、荔枝王、白腊、妃子笑、俊红总酸含量较高。白糖罂和黑叶PPO的活性较强,玉荷包和淮枝PPO的活性较弱;POD活性较强的品种为白糖罂,活力较弱的为淮枝和玉荷包。不同品种荔枝中总酚的质量浓度差异较大,分布变幅94.88~469.14 mg/L。不同品种

荔枝中维生素C的含量差异较大,丁香最高,质量比达12.2 mg/100 g,白腊、鸡嘴、秤砣次之,三月红、荔枝王质量比最低。

果蔬中多酚氧化酶PPO和过氧化物酶POD与果蔬贮藏加工过程中出现的褐变密切相关。因此,筛选几种酶活性低、色泽稳定性好的荔枝品种进行果汁加工,对减轻加工过程中褐变带来的影响有重要意义。对荔枝果皮PPO的研究表明,PPO在中性环境中具有较高的活性,其最适作用温度一般为35~50℃,很容易与其底物反应引起褐变<sup>[14]</sup>。此外,庞学群等<sup>[15]</sup>研究表明,荔枝果皮PPO虽不能催化花色苷降解,但在邻苯二酚存在下,花色苷被PPO迅速降解,并形成褐色产物,提示PPO可直接催化氧化荔枝果皮花色苷及其降解产物并形成褐色产物。

水果品质的好坏对于深加工产品的品质起着至关重要的作用,比如果酒、果汁宜选用多汁、取汁容易、含糖多、香味浓的原料。本实验通过对果实的品质、可溶性蛋白、总多酚和总抗氧化能力等加工特性指标的分析比较,初步评价白腊、桂味、鸡嘴、糯米糍、珍珠和白糖罂6个品种果实综合品质较好,主要

表现为果实大小适中、可食率高、可溶性固形物含量较高、可溶性蛋白和总酚含量都较高,是适合于荔枝栽培品种的选育和深加工良好的材料,本研究为荔枝原料的合理利用提供基础数据,为新鲜水果进一步加工利用提供科学依据。

#### 参考文献:

- [1] WANG J B, WANG X S, XU B Y, et al. Physiological changes during the process of pericarp browning in the postharvest litchi [J]. *Agriculture Science Technology*, 2010, 11(4): 10-16.
- [2] 牛蕾, 杨幼慧, 梁彩虹, 等. 荔枝品种的酿酒适性[J]. *中国食品学报*, 2006, 6(1): 124-128.
- [3] MCGUIRE R G. Reporting of objective colour measurements [J]. *HortScience*, 1992, 27(12): 1254-1255.
- [4] MONTGONERY M W, SGARHIERI V C. Isoenzymes of banana polyphenoloxidase [J]. *Phytochemistry*, 1975, 14(4): 1245-1249.
- [5] 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, 2001: 164-165.
- [6] JULKUNEN-TITTO R. Phenolics constituents in leaves of northern willows; methods for the analysis of certain phenolics [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1985, 33: 213-217.
- [7] BRADFORD M M. A rapid and sensitive for the quantifi-

cation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding [J]. *Analytical Biochemistry*, 1976, 72: 248-254.

- [8] 李升锋, 徐玉娟, 廖森泰, 等. 不同品种番石榴果实评价及糖酸组分和抗氧化能力的分析 [J]. *食品科学*, 2009, 30(1): 66-70.
- [9] 姜波, 范圣第, 刘长建, 等. 菠萝中维生素 C 的高效液相色谱分析 [J]. *大连民族学院学报*, 2003(1): 52-54.
- [10] 刘亮. 荔枝果皮多酚氧化酶内源底物的确定及其促褐变机制 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- [11] 胡婉峰. 莲藕多酚氧化酶的纯化及环境因素对其溶液构象的影响 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2008.
- [12] 刘春丽, 肖更生, 刘亮, 等. 荔枝果肉多酚氧化酶提取与初步纯化 [J]. *食品工业科技*, 2010, 31(7): 203-205.
- [13] 蒋跃明. 荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn) 果实采后果皮褐变的研究 [D]. 广州: 中山大学, 1999.
- [14] JIANG Y M, FU J R, ZAUBERMAN G, et al. Purification of polyphenol oxidase and the browning control of litchi fruit by glutathione and citric acid [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1999, 79: 950-954.
- [15] 庞学群, 黄雪梅, 杨晓棠, 等. 多酚氧化酶在荔枝果皮花色苷降解中的作用 [J]. *中国农业科学*, 2008, 41(2): 540-545.

## Comparative Analysis on Fruit Qualities of Litchi Varieties from Guangdong Province

WEN Jing, XU Yujuan, XIAO Gengsheng, WU Jijun, CHEN Yulong, YU Yuanshan  
(*Sericultural and Agri-Food Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Functional Foods, Ministry of Agriculture/ Guangdong Key Laboratory of Agricultural Products Processing, Guangzhou 510610, China*)

**Abstract:** Fruits of 17 litchi cultivars were used as materials for studying the fruit quality, main contents, physical-chemical properties, and nutrients. Results showed that Baila, Jizui, Zhenzhu, Guiwei, Nuomici, and Baitangyin were appropriate varieties for litchi juice processing due to its excellent color and lustre, typical litchi flavor, appropriate sugar acid ratio, and low browning level during the thermal treatment.

**Key words:** litchi; cultivars; juice; processing character