

不同产区的妃子笑及怀枝荔枝的甜酸滋味物质比较及电子舌分析

乔 方¹, 黄略略¹, 方长发¹, 顾亚萍², 张树飞¹

(1. 深圳职业技术学院 应用化学与生物技术学院, 广东 深圳, 518055; 2. 深圳市农产品质量安全检验检测中心, 广东 深圳, 518040)

摘要: 以妃子笑和怀枝荔枝为研究对象, 分析产区和品种对荔枝滋味物质的影响。通过对深圳、惠东、惠来和钦州 4 大产区妃子笑和怀枝荔枝甜酸滋味物质和电子舌的测定, 可知荔枝中含有葡萄糖、果糖和蔗糖 3 种糖, 有机酸主要有草酸、酒石酸、苹果酸、抗坏血酸等 8 种; 在同一产区, 妃子笑的总甜度均大于怀枝; 对于妃子笑荔枝来说, 深圳和钦州荔枝的糖酸比最大; 对于怀枝来说, 深圳荔枝的糖酸比最大。蔗糖对深圳妃子笑甜味贡献最大, 对于所测荔枝样品, 果糖的贡献值大于蔗糖和葡萄糖。电子舌图谱与理化指标图谱之间具有相似性, 可以明显区分不同产区的荔枝样品。

关键词: 荔枝; 滋味物质; 糖酸比; 贡献值; 电子舌

中图分类号: TS 207.3

文献标志码: A

文章编号: 1673—1689(2012)09—0984—07

Comparison of Taste-Related Compounds and Analysis Using Electronic Tongue of Feizixiao and Huaizhi Lychee Fruits from Different Planting Area

QIAO Fang¹, HUANG Lue-lue¹, FANG Chang-fa¹, GU Ya-ping², ZHANG Shu-fei¹

(1. School of Applied Chemistry and Biological Technology, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen, 518055, China; 2. Shenzhen Inspection Station of Non-Pollution Agricultural Products, Shenzhen 518040, China)

Abstract: The effect of planting area and cultivar on the taste-related compounds of lychee was studied by analyzing the physicochemical indices and electronic tongue for Feizixiao and Huaizhi lychee. Lychee fruits contain three sugars: sucrose, fructose and glucose and eight organic acids: oxalic acid, tartaric acid, malic acid etc. In the same planting area, sweetness of Feizixiao lychee was higher than that of Nuomici lychee. For the Feizixiao lychee, Shenzhen and Qinzhou lychee had the highest TS/TA ratio. For the Huaizhi lychee, Shenzhen lychee had the highest TS/TA ratio. The contribution of sucrose to sweetness of Shenzhen Feizixiao was the highest. For all lychee samples, the contribution of fructose to sweetness was higher than that of sucrose and glucose. The electronic tongue map was similar with the map of physicochemical indices and could significant

收稿日期: 2011-12-31

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-33-20)。

作者简介: 乔方(1970—), 女, 山西太谷人, 工学硕士, 高级工程师, 主要从事农产品加工及贮藏工程方面的研究。E-mail: szqiaofang@126.com

distinguish the lychee samples from different producing area.

Keywords: lychee, taste relevant compounds, the ratio of sugar to acid, contribution value, electronic tongue

我国是荔枝种植大国,种植面积大,产量高,2005年我国荔枝产量已经占全球产量的65%,到2010年,我国荔枝的种植面积达863.53万亩,产量为175.83万t。荔枝果肉鲜美,又富有独特的文化底蕴,深受消费者的喜爱。荔枝因其品种不同,成熟的时间也有所不同,妃子笑为早熟品种,一般的成熟时间大约在5月下旬或6月上旬。荔枝的种植地域不同也影响其成熟的时间,例如,海南妃子笑的成熟时间为4月底或5月初,而四川的妃子笑则要到8月份才能成熟。怀枝属于较晚熟品种,成熟的时间大约在7月初。虽然妃子笑和怀枝的口碑不如桂味和糯米糍,价格也明显低于桂味和糯米糍,但由于其成熟时间占有较大优势,因此对其进行详细的研究很有必要。

荔枝可以被加工成荔枝干^[1]、荔枝汁^[2]、荔枝果酒^[3-4]和荔枝罐头^[5]等,虽然荔枝加工业正在发展壮大,但由于新鲜荔枝的甜美口感,鲜食依然最受欢迎,而鲜食荔枝时,风味和滋味是影响荔枝品质的重要方面。作者详细分析了4大产区的妃子笑和怀枝的滋味物质,并与电子舌的测定结果进行了比较,为电子舌在新鲜荔枝滋味测定中的应用提供了支持。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

荔枝:妃子笑和怀枝,分别采自荔枝产业技术体系下设的深圳、广东惠东、广东惠来和广西钦州4个综合试验站。采摘时成熟度一致,外地荔枝于1d内达到深圳,然后置于4℃冰箱中存放1~2d,随即进行样品的前处理。

标样:蔗糖、果糖和葡萄糖为分析纯试剂;草酸、酒石酸、苹果酸、莽草酸、乳酸、乙酸、柠檬酸和富马酸,均为分析纯试剂。

仪器:离心机BECKMANJ-301;手持糖度计:日本ATAGO公司PAL-1;烘箱:上海精宏实验设备有限公司DHG-9123A;pH计:METTLER TOLEDO;冻干机:深圳艾斯兰德冷机制造有限公司VL-2W。

1.2 试验方法

1.2.1 干物质质量分数测定 先测定荔枝果肉中的水分,再计算出干物质质量分数。采用烘箱常压干燥法测荔枝中的水分^[6]。取4g左右的荔枝果肉放入恒重的称量瓶中,在103℃的烘箱中干燥3h后取出,冷却后称重,再放入烘箱中继续干燥,每隔1h取出称重,直到两次质量之差小于0.02g,认为已经干燥完全。水分质量分数按下面公式计算:

$$\text{湿基水分质量分数}\% = \frac{\text{样品质量} - \text{干品恒质量}}{\text{样品质量}} \times 100$$

1.2.2 可溶性固形物、pH值和可滴定酸度的测定 新鲜荔枝去皮、去核后打浆,果浆离心后过滤,留清液备用。用手持糖度计进行可溶性固形物的测定;用pH计进行pH值的测定;可滴定酸的测定:取10mL清液,滴入2~3滴酚酞试剂,用0.1mol/L的NaOH测定,滴定终点为溶液粉红色^[7]。所有试验均测定3次,取平均值。

1.2.3 荔枝果肉中糖的测定 参照Huang等的方法^[8],采用HPLC(HP1200,Agilent)法测定荔枝中的含糖量。取1~2g左右的冻干荔枝果肉,研磨之后转入100mL的容量瓶中,用超纯水定容至刻度,然后将浆液先用滤纸进行过滤,再用0.45μm的膜进行过滤。使用SugarPAK1柱子和示差折光检测器对样品进行分析,流动相为超纯水,流速为0.4mL/min,进样量为10μL。使用外标法进行定量,外标曲线使用250μg/mL~5mg/mL的糖溶液制得,运行时间为20min,测定3次取平均值。

1.2.4 荔枝果肉中有机酸的测定 参照向阳等的方法^[9],采用HPLC(HP1200,Agilent)法测定荔枝中的有机酸含量。前处理过程与测糖基本一致,在用0.45μm的膜过滤之后,再将样液通过C₁₈小柱,小柱在使用前先用甲醇活化。使用ODS柱(250mm×4.6mm)和紫外检测器对样品进行分析,流动相为20mmol/L的NaH₂PO₄溶液,流速为0.8mL/min,进样量为10μL,运行时间为15min。在测定过程中先进单标,以确定每种物质的保留时间,再进混标,分别使用3种不同浓度的混标进样,作出每种物质的

外标曲线。试验测定 3 次取平均值。

1.2.5 维生素 C 的测定 取 1 g 样品磨碎后用偏磷酸提取维生素 C, 参照 Lee 等^[10]的研究, 用高效液相法进行维生素 C 的测定, 分析柱用 ODS 柱 (250 mm×4.6 mm), 流动相为甲醇:水:磷酸=5:95:0.05, 流速为 0.8 mL/min。进样量为 5 μ L, 在 245 nm 下用紫外检测器检测。使用外标曲线法进行定量, 维生素 C 在 6% 偏磷酸中的浓度范围为 25~200 μ g/mL, 总运行时间为 10 min。

1.2.6 滋味物质的贡献值计算 滋味物质的贡献用浓度阈值比 (DOT), 即滋味物质的真实浓度与阈值的比值来表示, 值大于 1 表明显著影响滋味, 值越大表明物质对滋味的贡献越大^[7]。

1.2.7 电子舌分析 作者采用法国 AlphaMOS 公司研制的 Astree 电子舌对荔枝样品进行分析。电子舌系统由传感器阵列 (7 个味觉传感器和 1 个参比电极)、LS48 自动进样器、数据采集系统及 α SOFTV12.3 数据分析软件组成^[11]。称取 20 g 样品于烧杯中, 加入 60 mL 蒸馏水进行稀释后抽滤, 取滤液约 20 mL 进行分析, 结果采用主成分分析。

1.2.8 数据分析 试验数据用 SPSS 11.5 软件进行分析, ANOVA 程序用于方差分析, Bivariate 程序用于组间相关性分析。当 $p \leq 0.05$ 时认为平均值之间有显著差异。

2 结果与讨论

2.1 妃子笑、怀枝荔枝中糖和有机酸的组成

四大产区妃子笑和怀枝的糖测定结果见图 1。由图 1 可知, 荔枝中含有 3 种糖, 分别是葡萄糖、果糖和蔗糖。妃子笑和怀枝在含糖量上有共同的特点, 除了深圳妃子笑外, 所有的样品中蔗糖质量分数均为最少。对于同一产区的两种荔枝来说, 妃子笑的果糖质量分数均高于怀枝; 深圳和钦州妃子笑的总含糖量低于怀枝, 而惠东和惠来妃子笑的总含糖量则高于怀枝。深圳妃子笑的葡萄糖质量分数非常低, 导致其无论在总含糖量还是在总甜度上均明显低于其他荔枝样品。对于同一品种的 4 种荔枝来说, 无论是妃子笑还是怀枝, 深圳的荔枝总含糖量均为最低。另外, 从图 1 还可以看出, 惠东和惠来的妃子笑含糖量无论是总含糖量还是 3 种糖所占的比例均没有显著差异, 几乎是完全一致的; 而惠东和惠来的怀枝中, 蔗糖质量分数也是相同的。

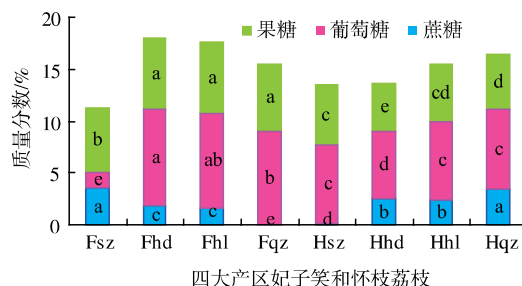


图 1 四大产区妃子笑及怀枝荔枝中糖的种类及质量分数
Fig.1 Sugar types and contents of Feizixiao and Huaizhi lychees from four planting area

妃子笑和怀枝的有机酸质量分数见表 1。由表 1 分析可知, 荔枝中主要含有草酸、酒石酸、乳酸和苹果酸等 8 种有机酸, 其中酒石酸和苹果酸的质量分数较高, 而草酸、莽草酸和富马酸的质量分数较低, 这与黄桂颖等^[12]的分析结果存在相似之处, 但也存在差异。本试验结果中没有检测出丙酮酸, 这应该是品种的原因。本试验测定的是妃子笑和怀枝, 而黄桂颖等测定品种为增城桂味。当然, 测试所用的色谱仪器和柱子不同也会有一定的影响。对于妃子笑荔枝来说, 深圳妃子笑的有机酸种类最少, 不含乳酸和乙酸, 而惠来和钦州的妃子笑均不含乳酸; 对于怀枝荔枝来说, 8 种有机酸都含有的是惠来怀枝, 深圳怀枝不含乙酸和柠檬酸, 而惠东怀枝不含乳酸和乙酸, 钦州怀枝不含乳酸。维生素 C 的测定采用单独的方法, 结果见图 2。由图 2 可知, 在同一产区, 妃子笑的维生素 C 质量分数均高于怀枝, 从整体来看, 所有妃子笑荔枝的维生素 C 质量分数同样高于怀枝。

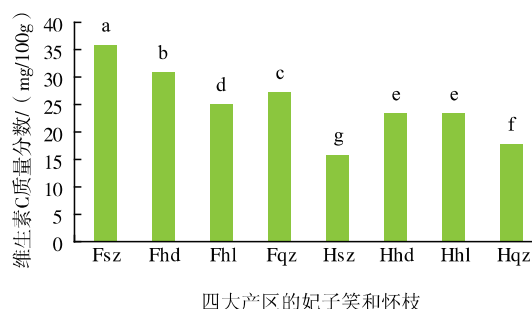


图 2 四大产区妃子笑和怀枝荔枝中维生素 C 的质量分数
Fig.2 Vitamin C contents in Feizixiao and Huaizhi lychees from four planting area

2.2 不同品种和不同产区间的荔枝滋味物质比较

四大产区 8 种荔枝样品的滋味各项指标见表

表 1 四大产区妃子笑和怀枝荔枝中有机酸质量分数的测定结果

Tab.1 Results of organic acids in Feizixiao and Huaizhi lychees from four planting area mg/100g

品种		草酸	酒石酸	苹果酸	莽草酸	乳酸	乙酸	柠檬酸	富马酸
妃子笑	广东深圳	15.95±0.08d	164.35±4.75c	220.24±0.05f	18.81±0.04a	—	—	39.44±0.48b	18.40±0.21a
	广东惠东	8.78±0.01g	186.31±7.21b	240.86±0.16e	15.27±0.01b	111.43±5.02b	53.85±3.12b	52.58±0.08a	4.81±0.01e
	广东惠来	10.02±0.09f	163.59±0.69c	250.90±1.33d	11.63±0.04c	—	29.01±1.18d	39.04±0.32b	10.53±0.05c
	广西钦州	14.23±0.08e	182.90±0.99b	211.83±6.08g	10.75±0.09d	—	56.34±5.25b	31.27±0.34c	18.42±0.20a
怀枝	广东深圳	25.21±0.03b	152.33±1.08d	289.01±0.95b	7.53±0.04f	47.78±1.93c	—	—	12.02±0.04b
	广东惠东	30.80±0.02a	151.40±1.96d	381.74±0.68a	7.51±0.02f	—	—	29.47±3.91c	4.30±0.07f
	广东惠来	3.38±0.01h	129.58±0.10e	89.54±2.81h	9.65±0.15e	245.64±2.97a	79.04±0.51a	18.43±2.54d	17.98±0.18a
	广西钦州	24.42±0.04c	220.44±0.48a	271.27±1.55c	5.37±0.05g	—	32.13±1.21c	15.14±2.29d	7.34±0.11d

2. 研究表明,水果的滋味很大程度上是由其糖酸比决定的^[13],一般意义上的糖酸比就是可溶性固形物与可滴定酸的比值。之所以这样计算,是因为一般认为可溶性固形物代表原料中糖的质量分数,是一种粗略的计算,在本试验中,总糖质量分数已经被

清楚的计算出来,因此糖酸比采用总糖和总酸的比值(TS/TA)。由表 2 可知,妃子笑和怀枝荔枝的糖酸比在 62~118 之间,明显高于苹果(20~60)^[14]、柑桔(20~40)^[15]和甜樱桃(20~41)^[16]的糖酸比,这与消费者对于荔枝很甜的印象和评价是一致的。

表 2 四大产区妃子笑和怀枝荔枝的品质变化

Tab.2 Changes of quality in Feizixiao and Huaizhi lychees from four planting area

品种		pH 值	可溶性固形物 (TSS)/%	可滴定酸度 (TA)/%	干物质质量分数/%	总糖(TS)质量分数/%	总甜度	TS/TA	总有机酸质量分数/%
妃子笑	广东深圳	5.09±0.01c	17.61±0.10d	0.181±0.002e	19.89±0.01b	11.24±0.26e	20.51±0.48d	62.09±2.16e	0.513±0.006f
	广东惠东	4.61±0.01g	19.80±0.08a	0.285±0.003a	20.55±0.51ab	18.06±0.27a	27.69±0.52a	63.37±1.63e	0.705±0.016a
	广东惠来	4.87±0.01d	18.61±0.12b	0.201±0.001d	20.66±0.04a	17.67±0.32a	27.18±0.62a	87.91±2.04bc	0.540±0.004e
	广西钦州	5.26±0.01a	17.10±0.06e	0.171±0.003f	18.84±0.40c	15.55±0.13c	24.14±0.28b	90.94±2.39b	0.553±0.013e
怀枝	广东深圳	5.20±0.01b	15.01±0.14f	0.115±0.002h	14.18±0.35d	13.54±0.31d	21.12±0.28d	117.74±4.83a	0.639±0.005b
	广东惠东	5.08±0.01c	14.41±0.08g	0.163±0.003g	15.01±0.51d	13.58±0.26d	20.44±0.32d	83.31±3.19c	0.628±0.007bc
	广东惠来	4.67±0.01e	18.00±0.11c	0.211±0.002b	19.84±0.15b	15.45±0.25c	23.47±0.17c	73.22±1.90d	0.617±0.009c
	广西钦州	4.64±0.01f	17.76±0.16cd	0.206±0.002c	19.57±0.39bc	16.38±0.27b	24.49±0.26b	79.52±2.10c	0.594±0.006d

对于四大产区的妃子笑来说,惠来和惠东的总甜度最高,而深圳的总甜度最低。pH 值与可滴定酸之间存在着非常显著相关性($p<0.01$),其中 pH 值越高,可滴定酸质量分数越低。总有机酸的质量分数为表 1 中的各项之和再加上维生素 C 的质量分数。由表 2 可知,总有机酸和可滴定酸度之间没有显著相关性。4 种妃子笑的 TS/TA 从大到小的顺序为:钦州=惠来>惠东=深圳,深圳妃子笑的含糖量最低,惠东的含糖量最高,但深圳妃子笑的酸质量分数同样很低,而惠东妃子笑的酸质量分数又是最高,所以两种妃子笑的糖酸比之间并无显著差异。

甜度最大的怀枝是钦州怀枝,深圳和惠东的怀

枝总甜度最小。与妃子笑一样,pH 值与可滴定酸之间也存在着显著相关性($p<0.05$),总有机酸和可滴定酸度之间没有显著相关性。4 种怀枝的 TA/TS 按照从大到小的顺序排列为:深圳>惠东=钦州>惠来,虽然深圳怀枝的含糖量较低,但由于其可滴定酸质量分数很低,使得深圳怀枝的糖酸比最高,另外,深圳怀枝的含水量很高,这使得深圳怀枝有较好的鲜食口感。

2.3 滋味物质的贡献值

不论是糖或酸,含量越高并不意味着其对味觉的贡献越大,对味觉的贡献值不仅与含量有关,还与物质本身的阈值有关。各种物质在水中的阈值浓

度引用自 Scharbert 等^[17]、Fabian 等^[18]的研究,草酸、莽草酸和富马酸的贡献值全都小于 1,表明对人体味觉的影响可忽略,因此未在文中列出。不同滋味物质的贡献值见表 3。从表 3 中可知,果糖显著影响所有被测荔枝的甜味;蔗糖对深圳妃子笑贡献最大,而对钦州妃子笑和深圳怀枝的贡献值均小于 1。表明在这两种荔枝中,蔗糖对其甜味的贡献不明显;葡萄糖对深圳妃子笑甜味的贡献不明显。对于所测荔枝样品,与其它两种糖相比,果糖的贡献均

为最大。

从表 3 还可以看出,酒石酸、苹果酸和抗坏血酸对酸味的贡献值全部大于 1;乳酸、乙酸和柠檬酸对含有这 3 种有机酸的荔枝酸味贡献明显。其中,乳酸对惠来怀枝的酸味贡献最大。总体来说,酒石酸和苹果酸对所测荔枝样品的酸味贡献最大,柠檬酸和抗坏血酸的贡献相对较小。

2.4 妃子笑和怀枝的电子舌分析

图 3 和图 4 分别是不同产区的妃子笑和怀枝

表 3 主要滋味物质的滋味贡献值

Tab.3 Dose-over-threshold value of main taste compounds

滋味物质	阈值/ (mmol/L)	妃子笑				怀枝			
		深圳	惠东	惠来	钦州	深圳	惠东	惠来	钦州
蔗糖	24	4.38	2.28	1.99	0.07	0.13	3.13	2.94	4.20
葡萄糖	90	0.91	5.72	5.64	5.50	4.71	3.97	4.64	4.71
果糖	52	6.58	7.38	7.34	7.03	6.19	4.89	5.89	5.66
酒石酸	0.70	15.64	17.73	15.57	17.41	14.50	14.41	12.33	20.98
苹果酸	0.75	21.90	23.95	24.95	21.06	28.74	37.96	8.90	26.97
乳酸	0.85	—	14.55	—	—	6.24	—	32.08	—
乙酸	2.10	—	4.27	2.30	4.47	—	—	6.27	2.55
柠檬酸	0.70	2.93	3.91	2.90	2.33	—	2.19	1.37	1.13
抗坏血酸	0.70	2.92	2.49	2.03	2.22	1.29	1.89	1.90	1.44

荔枝的电子舌分析图谱。将选取的理化指标也进行主成分分析,结果见图 5 和图 6。从图谱中可以看出,图 3、图 4、图 5 和图 6 中 PC1 与 PC2 之和分别为 98.792%、98.695%、99.855%和 99.941%,均大于 90%,表明取前 2 个主成分对应的特征向量所决定的两维子空间就能够充分保存原始数据的信息。图 3、图 4、图 5 和图 6 的判别指数分别为 98、95、100 和 100,表明电子舌和理化指标都能够明显区分不同产区的妃子笑和怀枝样品。将妃子笑的电子舌和理化指标进行对比(图 3 和图 5),可以发现,两张图谱极为相似,4 个产区的荔枝样品均分布在图中的 4 个矩形框中;将怀枝的电子舌和理化指标图谱也进行比较(图 4 和图 6),可以发现两张图谱同样极为相似,钦州荔枝与惠来荔枝的差距最小,而深圳荔枝和其它 3 种的差距最大,这表明电子舌可以用于区分新鲜荔枝的滋味,并且结果可靠。

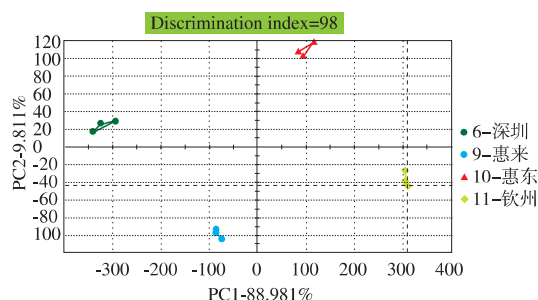


图 3 妃子笑的电子舌主成分分析图谱

Fig.3 PCA map of electronic tongue for Feizixiao lychees

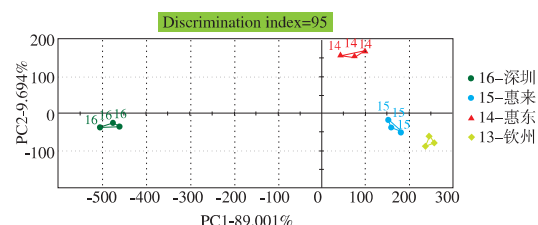


图 4 怀枝的电子舌主成分分析图谱

Fig.4 PCA map of electronic tongue for Huaizhi lychees

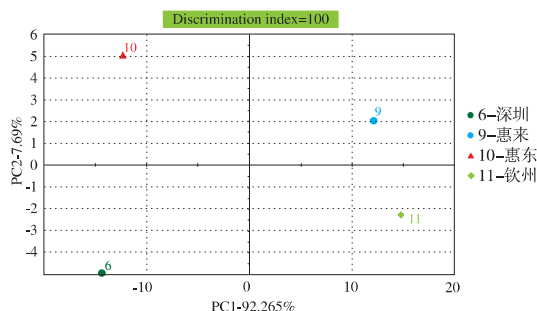


图5 妃子笑理化指标的主成分分析图谱

Fig.5 PCA map of physicochemical indices for Feizixiao lychees

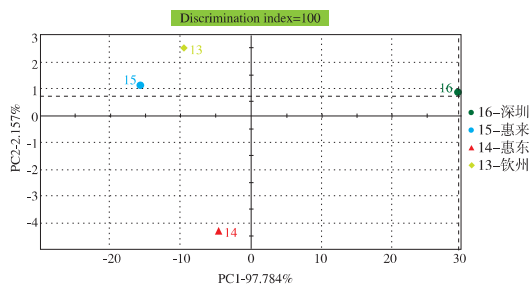


图6 怀枝理化指标的主成分分析图谱

Fig.6 PCA map of physicochemical indices for Huaizhi lychees

参考文献:

- [1] 肖维强,蔡长河,张爱玉,等. 低温真空干燥焙制荔枝干、龙眼干的研究[J]. 食品科学,2004,25(8): 218-219.
XIAO Wei-qiang,CAI Chang-he,ZHANG Ai-yu,et al. Study on the vacuum drying of litchi and longan[J]. **Food Science**, 2004,25(8): 218-219.(in Chinese)
- [2] 黄丽,孙远明,潘科,等. 超高压处理对荔枝果汁品质的影响[J]. 农业工程学报,2007,23(2):259-262.
HUANG Li,SUN Yuan-ming,PAN Ke,et al. Influence of ultra pressure treatment on the quality of lychee juice[J]. **Transactions of the CSAE**,2007,23(2):259-262. (in Chinese)
- [3] 王天陆. 荔枝果酒酿造工艺研究[J]. 中国酿造,2008,23: 107-109.
WANG Tian-lu. Study on fermentation technology of litchi wine[J]. **China Brewing**,2008,23: 107-109.(in Chinese)
- [4] 张影陆,范文来,姜文广,等. 顶空固相微萃取法测定果酒中的挥发性成分[J]. 食品与生物技术学报,2008,27(6): 115-120.
ZHANG Ying-lu,FAN Wen-lai,JIANG Wen-guang,et al. Determination of volatile compounds in fruit wine by headspace solid phase microextraction (HS2SPME) followed by gas chromatography mass spectrometry (GC2MS)[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2008,27(6): 115-120. (in Chinese)
- [5] 王德培,张伟峰. 糖盐水荔枝罐头工艺研究[J]. 食品与机械,2006,22(4): 102-105.
WANG De-pei,ZHANG Wei-feng. The processing of sugar-salt-water litchi can and its quality control[J]. **Food and Machine**, 2006,22(4): 102-105. (in Chinese)
- [6] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,1989.
- [7] Keutgen A,Pawelzik E. Modifications of taste-relevant compounds in strawberry fruit under NaCl salinity[J]. **Food Chemistry**, 2007,105: 1487-1494.
- [8] HUANG L L,ZHANG M,YAN W Q,et al. Rehydration characteristics of freeze dried strawberry pieces as affected by whey protein edible coatings[J]. **International Journal of Food Science and Technology**,2011,46(4): 671-677.
- [9] 向阳,李崎,顾国贤.国内啤酒有机酸组成及其综合评价[J].食品科学,2007,28(1): 266-269,270.
XIANG Yang,LI Qi. Study on composition of organic acids in domestic beer for comprehensive evaluation[J]. **Food Science**, 2007,28(1): 266-269,270. (in Chinese)
- [10] Lee H S,Coates G A. Vitamin C in frozen,fresh squeezed,unpasteurized,polyethylene-bottled orange juice: a storage study[J]. **Food Chemistry**,1999,65: 165-168.
- [11] 李阳,陈芹芹,胡雪芳,等. 电子舌技术在啤酒口感评价中的应用[J]. 食品研究与开发,2008,29(11): 122-126,127.
LI Yang,CHEN Qin-qin,HU Xue-fang. Application of electronic tongue technique on sensory value of beer[J]. **Food Research and Development**,2008,29(11): 122-126,127. (in Chinese)
- [12] 黄桂颖,白卫东,杨幼慧,等. 反相高效液相色谱法测定荔枝肉中10种有机酸[J]. 现代食品科技,2009,25(5): 568-570.
HUANG Gui-ying,BAI Wei-dong. Determination of ten organic acids in lychees by reversed phase high performance liquid chromatography[J]. **Modern Food Science and Technology**,2009,25(5): 568-570. (in Chinese)
- [13] Menager I,Jost M,Aubert C. Changers in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (cv. *Cigaline*)

- during maturation. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 2004, 52: 1248-1254.
- [14] 孟雪雁. 青香蕉苹果室温贮藏期间糖酸比及芳香成分变化规律的研究[J]. 山西农业科学, 2001, 29(3): 70-72.
MENG Xue-yan. The changing pattern of sugar-acid ratio and aromatic substances of white winter pearmain apple when stored at room temperature[J]. **Journal of Shanxi Agricultural sciences**, 2001, 29(3): 70-72. (in Chinese)
- [15] 罗安才, 李道高, 李纯凡. 柑桔果实糖酸比及线粒体乌头酸酶活性的变化[J]. 西南农业大学学报, 2004, 26(4): 467-470.
LUO An-cai, LI Dao-gao, LI Chun-fan. Changes in sugar/acid ratio and activity of mitochondrial aconitase in developing citrus fruit[J]. **Journal of southwest Agricultural University**, 2004, 26(4): 467-470. (in Chinese)
- [16] 蔡宇良, 李珊, 陈怡平, 等. 不同甜樱桃品种果实主要内含物测试与分析[J]. 西北植物学报, 2005, 25(2): 304-310.
CAI Yu-liang, LI Shan, CHEN Yi-ping, et al. Determination and analysis of main fruit inclusions of different varieties of *Prunus avium*[J]. **Acta Bot Boreal**, 2005, 25(2): 304-310. (in Chinese)
- [17] Scharbert S, Hofmann T. Molecular definition of black tea taste by means of quantitative studies, taste reconstitution, and omission experiments[J]. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 2005, 53: 5377-5384.
- [18] Fabian F W, Blum H B. Relative taste potency of some basic food constituents and their competitive and compensatory action[J]. **Food Research**, 1942, 8(3): 179-193.

会议信息

1. 会议名称(中文): 2012 年中欧农产品加工业技术交流会

所属学科: 农林基础、作物学及林木育种、生物学、农作物、林木果实产品贮藏、保鲜与安全

开始日期: 2012-11-01 所在城市: 北京市东城区

主办单位: 农业部农产品加工局、农业部国际合作司和中国农业科学院农产品加工研究所

截稿日期: 2012-08-31

[会务组联系方式]联系人: 孙煜 张德权

联系电话: 010-62816594, 62895356(传真), 15101056539

E-MAIL: kjcfood@126.com 会议网站: <http://www.foodcaas.ac.cn/a/nbtz/2012/0709/834.html>

2. 会议名称(中文): 第九届长三角科技论坛营养分论坛

所属学科: 植物营养学、动物食品科学

开始日期: 2012-11-01

所在城市: 江苏省南京市 主办单位: 浙江、上海、江苏省营养学会

文截稿日期: 2012-09-30

[会务组联系方式]联系人: 徐秋香 联系电话: 025-86662930 E-MAIL: jsyyxh@126.com

会议网站: <http://www.jsyyxh.org/pub/16/201206/300.html>

3. 会议名称(中文): 2012 年农业技术和食品科学国际会议

会议名称(英文): International Conference on Agriculture Technology and Food Sciences (ICATFS 2012)

所属学科: 农林基础、动物食品科学

开始日期: 2012-11-17 结束日期: 2012-11-18

所在国家: 菲律宾 所在城市: 菲律宾 具体地点: Manila

主办单位: Planetary Scientific Research Center E-MAIL: info@psrcentre.org

会议网站: <http://psrcentre.org/listing.php?subcid=144&mode=detail>