

DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.026995

引用格式:任二芳,李建强,黎新荣,等.不同百香果汁添加量对百香果果脯品质特性及风味物质的影响[J].食品与发酵工业,2021,47(22):227-233. REN Erfang, LI Jianqiang, LI Xinrong, et al. Effects of different additions of passion fruit juice on the quality and flavor substances of preserved passion fruit [J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(22): 227-233.

不同百香果汁添加量对百香果果脯品质特性及风味物质的影响

任二芳^{1,2}, 李建强^{1,2}, 黎新荣^{1,2}, 罗朝丹^{1,2}, 冯春梅^{1,2}, 牛德宝^{3*}

1(广西壮族自治区亚热带作物研究所, 广西 南宁, 530001) 2(广西亚热带水果加工工程技术研究中心, 广西 南宁, 530001)

3(广西大学 轻工与食品工程学院, 广西 南宁, 530004)

摘要 以百香果果皮为原料, 采用色差计、质构仪、电子舌及电子鼻等仪器, 考察不同百香果汁添加量对百香果果脯的品质特性、风味物质及感官评价的影响。结果表明, 随着百香果汁添加量的增加, 百香果果脯色泽的亮度 L^* 值呈逐渐减少趋势, 红绿度 a^* 值则逐渐增加, 色差结果与成品的色泽形态图一致; 50% (质量分数) 百香果汁添加量制得的果脯硬度、胶黏性及咀嚼性较大, 弹性较小, 20%~30% 百香果汁添加量制得的果脯质构特性较优; 果脯滋味的聚类分析表明, 20%、30%、40% 百香果汁添加量制得的果脯归为一类, 滋味的平均值表现为酸甜可口, 苦、涩、咸、鲜味适中; 电子鼻传感器对果脯的响应值: 传感器 W1S > 传感器 W1W > 传感器 W2W, 且传感器的响应值随着百香果汁添加量的增加而增加; 感官评价表明, 百香果汁添加量为 30% 制得的果脯评分最高, 口感最佳。综合果脯的整体品质及企业生产成本考虑, 认为百香果汁添加量为 30% 制得的果脯品质较优。

关键词 百香果汁; 百香果果脯; 品质特性; 风味物质

百香果学名西番莲果, 别名鸡蛋果、巴西果, 为西番莲科西番莲属多年生藤本植物西番莲 (*Passiflora edulis*) 的成熟果实, 因其果汁可散发出香蕉、菠萝、柠檬、草莓、蜜桃、石榴等多种水果香味而被称作“百香果”^[1-2]。由于百香果不耐贮藏, 除了鲜食以外, 大多加工成果汁、果醋及果酱产品^[3]。百香果皮作为加工后的副产物, 常作废物被丢掉, 造成资源浪费。百香果果皮占整果质量的 40%~50%, 其中干物质含量 15%~20%, 果胶含量占 9%~15%^[4], 非常适合制作果脯, 而且制得的果脯韧性好, 有嚼劲, 添加百香果汁制得的果脯, 不仅能保留百香果原有风味, 还能增加百香果的实用价值及提高百香果产业的经济效益。

目前利用百香果皮制作果脯主要集中在工艺研究方面, 黄桂涛等^[5]以百香果果皮为原料, 百香果果汁为渗透液, 开发百香果果脯, 并以果脯的感官评价及营养品质为指标进行工艺优化。杜丽娟等^[6]以西番莲紫果果皮为原料, 通过考察感官评价、维生素 C 及多酚含量, 确定西番莲果脯的最优工艺参数。喻忠刚等^[7]详细介绍了采用糖煮、糖渍的方法制备百香果果脯的加工工艺。本文以百香果果皮为原料, 采用色差计、质构仪、电子舌及电子鼻等仪器, 考察不同百香果汁添加量对百香果果脯的品质特性、风味物质及感官评价的影

响, 旨在为百香果果脯的加工技术提供理论参考。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

百香果, 满天星 + 台农杂交品种, 广西桂平汇鑫百香果合作社; 柠檬酸、脱氢乙酸钠、D-异抗坏血酸钠等, 食品级。

1.2 仪器与设备

色彩色差计 CR-400, 日本 KONICA MINOLTA, INC 公司; TMS-TOUCH 型食品物性分析仪, 美国 Food Technology Corporation 公司; L550 台式低速大容量离心机, 湘仪离心机仪器有限公司; 电子舌 (SA-402B 味觉分析系统), 日本 INSENT 公司; PEN3 型电子鼻, 德国 AIRSENSE 公司, 电子鼻各个传感器的名称及性能描述见表 1。

1.3 实验方法

1.3.1 样品制备

样品制备流程:

新鲜百香果 → 催熟八成熟 → 挑选 → 清洗 → 分切 → 去囊衣 → 热烫去外皮 → 脱水 → 浸糖 (糖液初始糖度为 37~40°Brix, 糖液中添加不同量的百香果汁) → 糖度降至 35°Brix 左右干燥 → 检验 → 包装 → 成品

第一作者: 硕士, 助理研究员 (牛德宝助理教授为通讯作者, E-mail: happyndb@gxu.edu.cn)

基金项目: 亚热带广西特色水果全产业链技术创新平台 (桂科 ZY20111007); 广西农业科学院基本科研业务专项项目 (桂农科 2021YT144)

收稿日期: 2021-02-04, 改回日期: 2021-03-02

表1 电子鼻传感器性能描述

Table 1 Performance description of electronic nose sensors

阵列信号	传感器名称	性能描述
1	W1C	芳香成分苯类
2	W5S	灵敏度大,对氮氧化合物很灵敏
3	W3C	氨类,对芳香成分灵敏
4	W6S	主要对氢化物有选择性
5	W5C	短链烷烃芳香成分
6	W1S	对甲基类灵敏
7	W1W	对无机硫化物灵敏
8	W2S	对醇类、醛酮类灵敏
9	W2W	芳香成分,对有机硫化物灵敏
10	W3S	对长链烷烃灵敏

1.3.2 百香果果脯色泽的检测

随机挑选百香果果脯,使用色差计分别测定果脯不同位置的 L^* 、 a^* 、 b^* 值,每组样品平行测定 5 次。果脯产品的色泽是衡量其品质好坏的最直观依据,可影响产品的市场接受程度。 L^* 值表示样品的亮度, $L^*=0$ 为黑色, $L^*=100$ 为白色; a^* 值表示样品的红绿度, $-a^*$ = 绿色, $+a^*$ = 红色; b^* 值表示样品的黄蓝度, $-b^*$ = 蓝色, $+b^*$ = 黄色。

1.3.3 百香果果脯质构特性的检测

百香果果脯的质构特性采用 TPA-250 N 程序进行测试,测试探头型号为直径 10 mm 圆柱压头,压缩比为 50%,检测速度 50 mm/min,起始力为 0.37 N,每组样品平行测定 5 次。

1.3.4 百香果果脯滋味的检测

1.3.4.1 样品前处理

首先将不同百香果汁添加量制备的百香果果脯进行切碎处理,将切碎的果脯稀释 7 倍,之后在 4 000 r/min 下离心 20 min,并再次过滤,取上清液相,待检测。

1.3.4.2 电子舌检测条件

实验前,6 个传感器与 3 个参比电极需分别活化 36 h,鲜味、咸味、酸味、苦味及涩味检测采用 2 步清洗法,样品测试时间为 30 s;甜味检测采用甜味测试法,样品测试时间为 30 s,每个样品重复测定 5 次,保留后 3 次的检测数据进行分析。

1.3.5 百香果果脯气味的检测

1.3.5.1 样品前处理

将百香果果脯切成规则大小一致的微小颗粒,称取 7 g 于 20 mL 富集瓶中,密封置于室温环境中富集时间为 0.5 h,进行检测。

1.3.5.2 电子鼻检测条件

检测条件:进样间隔时间 1 s,清洗时间 60.0 s,零点配平时间 1.0 s,预进样时间 5.0 s,测试时间 60 s,进样流速 400 mL/min。

1.3.6 百香果果脯感官评定标准

接受过感官评定学习的 10 名食品科技人员组成感官评定小组,参照 NY/T 436—2018《绿色食品 蜜饯》建立表 2 的评定标准,评定小组对不同百香果汁添加量制得的百香果果脯进行感官评价并打分,结果取平均值。

表2 百香果果脯的感官评定标准

Table 2 Sensory evaluation standard for passion fruit preserved fruit

指标	权重/分	I级(15~20分)	II级(7~14分)	III级(1~6分)
色泽及光泽	20	果脯红色、有光泽	果脯偏黄色或白色,稍有光泽	果脯褐色明显,无光泽
软硬度	20	软硬适中	偏软或偏硬	太软或太硬
粘牙	20	不粘牙	有点粘牙	很粘牙
酸甜度及风味	20	酸甜适中,百香果味浓郁	偏酸或偏甜,百香果味偏淡	太酸或太甜,无百香果味
杂质	20	无肉眼可见杂质	有细微杂质	有明显杂质

1.4 数据处理

数据使用 Origin Pro 2016 绘图及 SPSS 22.0 进行单因素方差分析(Duncan Test, $P < 0.05$)。电子鼻数据分析利用其自带的 Winmuster 软件进行主成分分析(principal component analysis, PCA)分析和载荷分析(loading analysis, LOA)。

2 结果与分析

2.1 品质特性分析

2.1.1 百香果汁添加量对百香果果脯色泽的影响

不同百香果汁添加量对百香果果脯色泽的影响如表 3 所示:果脯亮度 L^* 值分布在 29.93 ~ 37.84,随着百香果汁添加量的增加, L^* 值呈逐渐减少趋势,其中添加百香果汁 30% 与 40% (质量分数) 制得的果脯之间无显著性差异 ($P > 0.05$),其他组间均差异显著 ($P < 0.05$);不同百香果汁添加量制得的果脯成品的黄蓝度 b^* 值相差不大;但果脯成品红绿度 a^* 值随着百香果汁添加量的增加呈逐渐增加趋势,且不同组间均呈显著性差异 ($P < 0.05$)。图 1 为添加不同量百香果汁制得的百香果果脯色泽形态图。由图 1 可知,成品色泽随着百香果汁添加量的增加逐渐变红,这与表 3 中 a^* 值变化趋势一致,分析原因是由于成熟的紫种

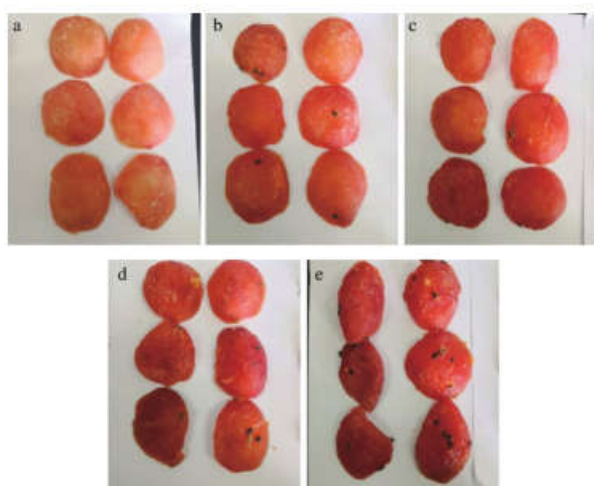
百香果果皮中富含花色苷^[8],其花色苷含量比蓝莓、桑葚和葡萄等水果高^[9-11],百香果汁中富含多酚、类胡萝卜素、维生素C等活性成分^[12],被誉为水果中的维生素C之王^[13-15]。维生素C常用来保护产品口味、延缓褪色及褐变^[16],因此,随着百香果汁添加量的增加,果脯中的维生素C含量越高,产品色泽越红。

表3 不同百香果汁添加量对百香果果脯色泽的影响

Table 3 Effect of different amount of passion fruit juice on the color of preserved passion fruit

百香果汁添加量/%	L^*	a^*	b^*
0	37.84 ± 0.42a	10.58 ± 0.10e	10.57 ± 0.40b
20	35.03 ± 0.21b	13.46 ± 0.46d	11.24 ± 0.49ab
30	34.09 ± 0.61c	14.73 ± 0.35c	11.43 ± 0.37a
40	33.93 ± 0.18c	16.68 ± 0.39b	11.83 ± 0.29a
50	29.93 ± 0.47d	17.39 ± 0.27a	10.47 ± 0.51b

注:表中每一列带有不同字母的数据之间差异显著($P < 0.05$),带有相同字母的数据之间差异不显著($P > 0.05$) (下同)



a - 空白; b - 20% 百香果汁; c - 30% 百香果汁
d - 40% 百香果汁; e - 50% 百香果汁

图1 添加不同量百香果汁制得的百香果果脯色泽形态图
Fig. 1 Color morphology of preserved passion fruit prepared by adding different amounts of passion fruit juice

2.1.2 百香果汁添加量对百香果果脯质构的影响

由表4可知,随着百香果汁添加量的增加,果脯的硬度、胶黏性、咀嚼性变化趋势一致,添加50%百香果汁制得的果脯这3项指标均最大,分别为28.37 N、16.46 N、27.25 mJ,其次为不添加果汁制得的果脯,而添加20%、30%、40%果汁制得的果脯硬度、胶黏性、咀嚼性均较小,且它们之间不存在显著性差异($P > 0.05$),添加不同量百香果汁制得的果脯之间内聚性显著不差异($P > 0.05$);20%、30%果汁添

加量制得的果脯弹性均较大,且两者之间不存在显著差异($P > 0.05$),但它们均显著($P < 0.05$)大于0%、40%、50%果汁添加量制得的果脯。这可能是由于不同实验组的糖液糖度、酸添加量、糖煮时间等因素均一致,但50%百香果汁实验组为了糖液糖度一致,所加白砂糖较多,但各实验组酸添加量一致,使得果脯中蔗糖转化不充分,还原糖含量不足会导致果脯“返砂”^[17-18],所以50%百香果汁添加量制得的果脯硬度、胶黏性及咀嚼性较大,弹性较小。综合考虑,20%~30%百香果汁添加量制得的果脯质构特性较优。

表4 不同百香果汁添加量制得的百香果果脯质构分析

Table 4 Texture analysis of preserved passion fruit prepared with different amounts of passion fruit juice

百香果汁添加量/%	硬度/N	内聚性	弹性/mm	胶黏性/N	咀嚼性/mJ
0	17.95 ± 0.95b	0.49 ± 0.09a	2.10 ± 0.18b	10.80 ± 1.22b	19.27 ± 1.50b
20	8.74 ± 1.01c	0.60 ± 0.02a	2.38 ± 0.13ab	5.69 ± 0.69c	13.57 ± 0.91c
30	8.71 ± 0.56c	0.58 ± 0.08a	2.51 ± 0.16a	5.38 ± 0.81c	14.24 ± 1.09c
40	10.46 ± 1.49c	0.57 ± 0.04a	2.13 ± 0.09b	5.92 ± 0.78c	13.07 ± 1.18c
50	28.37 ± 2.80a	0.57 ± 0.06a	1.68 ± 0.23c	16.46 ± 1.16a	27.25 ± 1.69a

2.2 风味物质分析

2.2.1 基于电子舌分析不同百香果汁添加量对百香果果脯滋味的影响

电子舌模拟人体味觉系统对食品进行评价的原理通过“味觉信息的转换过程”将测试样品的电势转化为味觉,该法是近年来用于分析滋味的新型检测手段^[19-21]。

以基准液作对比,酸味的无味点为-13,咸味的无味点为-6,其他滋味的无味点为0。利用电子舌对不同百香果汁添加量制得的百香果果脯进行滋味品质分析见表5,随着百香果汁添加量的增加,果脯的酸味和咸味均呈显著增加趋势($P < 0.05$),相反,果脯的甜味和鲜味则均呈显著下降趋势($P < 0.05$)。在苦味和涩味方面,40%百香果汁添加量制得的果脯均显著高于其他果脯($P < 0.05$),同时,不添加百香果汁和20%果汁添加量制得的果脯无咸味,50%果汁制得果脯无鲜味。由图2聚类分析结果可知,5种不同百香果汁添加量制得的百香果果脯可以聚为三类,其中0%和50%果汁添加量制得的果脯各为一类,20%、30%、40%果汁添加量制得的果脯为一类,这类果脯不同滋味的平均值表现为酸甜可口,苦、涩、咸、鲜味适中。

表5 电子舌对百香果果脯的响应分析

Table 5 Response analysis of electronic tongue to preserved passion fruit

百香果汁添加量/%	酸味	甜味	苦味	涩味	咸味	鲜味
0	$-8.45 \pm 0.03e$	$7.14 \pm 0.03a$	$2.35 \pm 0.08e$	$-1.16 \pm 0.04e$	$-7.02 \pm 0.06e$	$4.38 \pm 0.03a$
20	$0.33 \pm 0.02d$	$5.15 \pm 0.02b$	$2.64 \pm 0.06d$	$1.21 \pm 0.02c$	$-6.04 \pm 0.04d$	$0.29 \pm 0.03b$
30	$0.79 \pm 0.02c$	$4.40 \pm 0.02c$	$2.84 \pm 0.06c$	$1.08 \pm 0.06d$	$-3.96 \pm 0.04c$	$0.48 \pm 0.02c$
40	$1.48 \pm 0.01b$	$4.30 \pm 0.01d$	$3.31 \pm 0.05a$	$2.33 \pm 0.03a$	$-3.59 \pm 0.08b$	$0.04 \pm 0.01d$
50	$2.49 \pm 0.02a$	$3.00 \pm 0.02e$	$3.07 \pm 0.06b$	$1.91 \pm 0.04b$	$-2.05 \pm 0.03a$	$-0.52 \pm 0.02e$

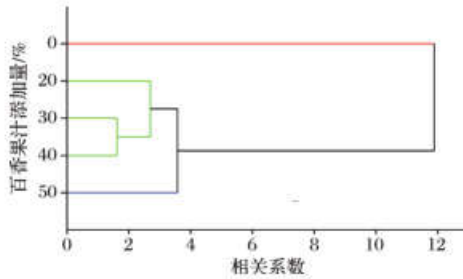


图2 百香果果脯的聚类分析

Fig. 2 Cluster analysis of preserved passion fruit

2.2.2 基于电子鼻分析不同百香果汁添加量对百香果果脯挥发性风味物质的影响

图3为不同百香果汁添加量制得的百香果果脯的响应雷达图,10条坐标轴分别代表PEN3型电子鼻的10种不同类型的金属传感器。由图3可知,5种不同处理果脯的电子鼻轮廓信息基本相似,但10个传感器对果脯的响应强度各不相同,其中传感器W1S(对甲基类灵敏)响应值显著大于其他传感器的响应值,其次是W1W(对无机硫化物灵敏)的响应值较大,然后是W2W(芳香成分,对有机硫化物灵敏),且W1S、W1W和W2W的响应值随着百香果汁添加量的增加而增加,说明随着百香果汁添加量的增加,百香果脯的甲基类、无机硫化物、芳香成分、有机硫化物等挥发性成分增高。陈蔚辉等^[22]分析紫红百香果、紫香一号百香果、黄金百香果等3种不同品种百香果的挥发性成分主要是无机硫化物、萜烯类、芳香成分、有机硫化物,由此可见,本研究结果与他人研究结果一致。

不同百香果汁添加量制得的百香果果脯电子鼻PCA分析图如图4所示。图4的横坐标代表第一主成分(PC1)的贡献率为99.20%,纵坐标代表第二主成分(PC2)的贡献率为0.79%,前两主成分的贡献率累计为99.99%,据资料显示,第一主成分(PC1)和第二主成分(PC2)之和大于85%,则可以反映数据的整理特征^[23]。在PCA分析图中,添加0%和20%果汁制得果脯在PC2距离较近,添加30%和40%果

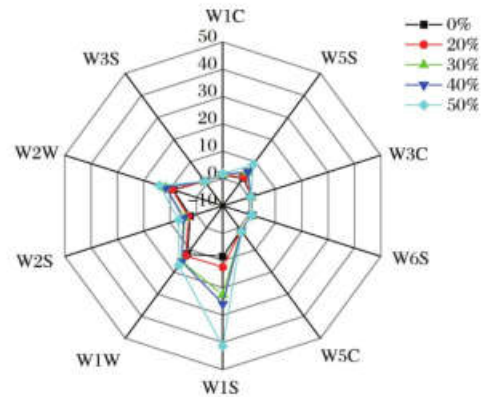


图3 电子鼻传感器的响应雷达图

Fig. 3 Response radar chart of electronic nose sensor

汁制得果脯在PC1距离较近,尽管这4种果脯在PC2上距离较远,但由于PC2所占比例较小,这4种果脯之间的差异也并不显著^[24-25],但它们均与添加50%果汁制得果脯距离较远,说明该样品与其他4种样品之间差异较大。

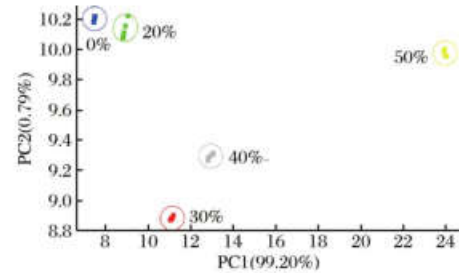


图4 电子鼻的PCA分析

Fig. 4 PCA analysis of electronic nose

Loading分析法主要是对传感器进行研究,表征10种传感器的分析能力。图5为不同百香果汁添加量制得的百香果果脯的电子鼻Loading分析图。由图5可知,传感器W1S对第一主成分的贡献率最大,传感器W1W对第二主成分的贡献率最大,其次是W2W,说明第一主成分主要反映的是对甲基类,第二主成分主要反映的是无机硫化物,其次是芳香成分、有机硫化物,由此可见,Loading分析结果与电子鼻传感器的响应雷达图分析结果一致。

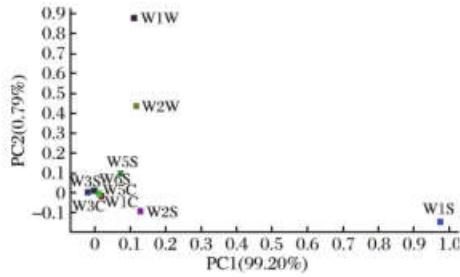


图5 电子鼻的 Loading 分析

Fig. 5 Loading analysis of electronic nose

2.3 感官评价分析

不同百香果汁制得的百香果果脯感官评价如表

表6 不同百香果汁添加量制得的果脯感官评价得分

Table 6 Sensory evaluation scores of preserved passion fruit prepared with different amounts of passion fruit juice

百香果汁添加量/%	色泽及光泽/分	软硬度/分	粘牙/分	酸甜度及风味/分	杂质/分	总分/分
0	15.33 ± 2.89a	10.33 ± 2.08b	15.00 ± 4.36a	7.33 ± 2.31b	18.67 ± 0.58a	66.66
20	17.33 ± 1.15a	15.33 ± 4.62a	17.67 ± 2.52a	14.33 ± 4.51a	18.67 ± 0.58a	83.33
30	18.00 ± 1.00a	17.00 ± 1.73a	18.33 ± 1.15a	16.67 ± 2.08a	19.00 ± 1.00a	89.00
40	11.00 ± 1.73b	16.00 ± 1.00a	15.67 ± 2.52a	15.00 ± 2.65a	18.33 ± 0.58a	76.00
50	7.67 ± 2.08b	16.33 ± 1.15a	14.67 ± 1.15a	16.67 ± 2.31a	18.33 ± 0.58a	76.67

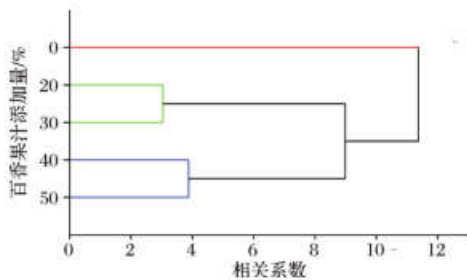


图6 百香果果脯的聚类分析

Fig. 6 Cluster analysis of preserved passion fruit

3 结论

本实验分别从品质特性、风味物质以及感官评价3个方面综合评价分析了不同百香果汁添加量对百香果脯的影响,研究结果显示:(1)品质特性方面,从色泽来看,随着百香果汁添加量的增加,百香果果脯的亮度 L^* 值呈逐渐降低趋势,红绿度 a^* 值则呈增加趋势,而黄蓝度 b^* 值相差不大,同时果脯的色差结果与其色泽形态图一致;从质构来看,50%百香果汁添加量制得的果脯硬度、胶黏性及咀嚼性较大,弹性较小;20%~30%百香果汁添加量制得的果脯质构特性较优。(2)风味物质方面,从滋味来看,随着百香果汁添加量的增加,果脯的酸味和咸味均呈显著增加($P < 0.05$)趋势,甜味和鲜味则呈显著下降($P < 0.05$)

6所示,5组不同实验组的果脯感官评价总分分别为66.66分、83.33分、89.00分、76.00分、73.67分,即30%实验组果脯>20%实验组果脯>40%实验组果脯>50%实验组果脯>0%实验组果脯。在色泽和光泽、软硬度、粘牙、酸甜度及风味、杂质方面,30%百香果汁制得的果脯评分均最高,口感最佳。根据感官评价得分将果脯进行聚类分析,由图6可以看出果脯分为三类,其中0%百香果汁制得的果脯归为一类,添加20%和30%百香果汁制得的果脯归为一类,添加40%和50%百香果汁制得的果脯归为一类。

趋势,40%百香果汁制得的果脯在苦味和涩味方面均显著高于($P < 0.05$)其他果脯,聚类分析表明20%、30%、40%果汁添加量制得的果脯归为一类,这类果脯不同滋味的平均值表现为酸甜可口,苦、涩、咸、鲜味适中。从挥发性风味物质来看,根据电子鼻传感器的响应雷达图和PCA分析及Loading分析发现,传感器W1S(对甲基类灵敏)对百香果果脯的响应最为强烈,其次是W1W(对无机硫化物灵敏),然后是W2W(芳香成分,对有机硫化物灵敏),且W1S、W1W和W2W的响应值随着百香果汁添加量的增加而增加。(3)感官评价方面,从色泽和光泽、软硬度、粘牙程度、酸甜度及风味、杂质来看,30%百香果汁制得的果脯评分均最高,口感最佳,聚类分析表明添加20%和30%百香果汁制得的果脯归为一类,添加40%和50%百香果汁制得的果脯归为一类。

综上所述,不同百香果汁添加量制得的百香果果脯在品质特性、风味物质以及感官评价3个方面均存在一定的差异性,但综合果脯的整体品质及企业生产成本考虑,认为30%百香果汁添加量制得果脯品质较优。

参考文献

[1] REIS L C R, FACCO E M P, SALVADOR M, et al. Antioxidant

- potential and physicochemical characterization of yellow, purple and orange passion fruit [J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2018, 55 (7) :2 679 -2 691.
- [2] 袁源, 刘洋洋, 林丽静, 等. HS-SPME-GC-MS 结合保留指数法分析百香果粉的风味成分 [J]. *食品研究与开发*, 2017, 38 (16) :132 -135.
YUAN Y, LIU Y Y, LIN L J, et al. Analysis of the flavor composition of powder of *Passiflora edulis* Sims by HS-SPME-GC-MS and retention index [J]. *Food Research and Development*, 2017, 38 (16) :132 -135.
- [3] 罗文珊, 吴佩佩, 谭强, 等. 百香果深加工技术研究进展 [J]. *农产品加工*, 2018 (7) :69 -74.
LUO W S, WU P P, TAN Q, et al. Research progress on deep processing technology of passion fruit [J]. *Farm Products Processing*, 2018 (7) :69 -74.
- [4] 刘纯友, 殷朝敏, 黄永春, 等. 百香果皮多糖的分离纯化、结构特性及生物活性研究进展 [J]. *食品工业科技*, 2018, 39 (8) :335 -340;351.
LIU C Y, YIN C M, HUANG Y C, et al. Progress in extraction, separation and purification, structural characteristics and bioactivities of polysaccharides of *Passiflora edulis* peel [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2018, 39 (8) :335 -340;351.
- [5] 黄桂涛, 肖嘉琪, 余元善, 等. 百香果果脯工艺研究及品质测定 [J]. *食品研究与开发*, 2019, 40 (20) :53 -58.
HUANG G T, XIAO J Q, YU Y S, et al. Study on processing and quality determination of preserved passion fruit [J]. *Food Research and Development*, 2019, 40 (20) :53 -58.
- [6] 杜丽娟, 陶宛华. 西番莲果脯的制作工艺研究 [J]. *农产品加工*, 2020 (2) :42 -45.
DU L J, TAO T H. Study on the processing technology of preserved passion fruit [J]. *Farm Products Processing*, 2020 (2) :42 -45.
- [7] 喻忠刚, 李朝能, 韦明辉, 等. 百香果果脯加工工艺 [J]. *江西农业*, 2017 (3) :52.
YU Z G, LI C N, WEI M H, et al. Processing technology of passion fruit preserved fruit [J]. *Jiangxi Agriculture*, 2017 (3) :52.
- [8] SILVA L M R D, DE FIGUEIREDO E A T, RICARDO N M P S, et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil [J]. *Food Chemistry*, 2014, 143:398 -404.
- [9] 胡敏, 欧阳军, 胡蓉, 等. 紫果百香果外果皮中花青素的提取工艺及稳定性研究 [J]. *江西农业大学学报*, 2018, 40 (4) :825 -834.
HU M, OUYANG J, HU R, et al. A study on extraction process and stability of anthocyanin in peel of *Passiflora edulis* skin [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2018, 40 (4) :825 -834.
- [10] 程明明, 黄苇. 西番莲果皮中膳食纤维的降脂保肝及润肠通便功能 [J]. *食品科学*, 2017, 38 (11) :202 -207.
CHENG M M, HUANG W. Hypolipidemic, hepatoprotective and laxative effects of dietary fiber from *Passiflora edulis* fruit peel [J]. *Food Science*, 2017, 38 (11) :202 -207.
- [11] 文良娟, 毛慧君, 张元春, 等. 西番莲果皮成分分析及其抗氧化活性的研究 [J]. *食品科学*, 2008, 29 (11) :54 -58.
WEN L J, MAO H J, ZHANG Y C, et al. Study on compositions and antioxidant activity of *Passiflora edulis* rind [J]. *Food Science*, 2008, 29 (11) :54 -58.
- [12] DOS REIS L C R, FACCO E M P, FLÓRES S H, et al. Stability of functional compounds and antioxidant activity of fresh and pasteurized orange passion fruit (*Passiflora caerulea*) during cold storage [J]. *Food Research International*, 2018, 106:481 -486.
- [13] 陈泽琼, 廖斌, 庄宗浩. 西番莲果汁、果皮、籽实, 种子油的营养成分及其综合利用 [J]. *广州食品工业科技*, 1992, 8 (1) :25 -28.
CHEN Z Q, LIAO B, ZHUANG Z H. Nutrient composition and comprehensive utilization of passion fruit juice, peel, seed, and seed oil [J]. *Modern Food Science and Technology*, 1992, 8 (1) :25 -28.
- [14] 何洁, 莫仁甫, 劳水兵, 等. 紫果西番莲和其它 5 种水果中氨基酸组分分析 [J]. *食品工业科技*, 2018, 39 (6) :298 -300;316.
HE J, MO R F, LAO S B, et al. Analysis of amino acid composition in purple passionfruit and other 5 fruits [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2018, 39 (6) :298 -300;316.
- [15] 侯曼玲. 食品分析 [M]. 北京:化学工业出版社, 2004.
HOU M L. *Food Analysis* [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.
- [16] 王亮, 姚森, 童彦, 等. 百香果芒果复合果汁饮料储藏过程中色泽变化及其动力学研究 [J]. *饮料工业*, 2020, 23 (1) :11 -17.
WANG L, YAO S, TONG Y, et al. Color changes and its kinetics of passion fruit & mango mix fruit juice drink during storage [J]. *Beverage Industry*, 2020, 23 (1) :11 -17.
- [17] 盛金凤, 李丽, 孙健, 等. 不同渗糖方式对芒果果脯品质及组织细胞的影响 [J]. *现代食品科技*, 2014, 30 (6) :202 -206.
SHENG J F, LI L, SUN J, et al. Effects of different sugar osmosis on the quality and tissue cells of preserved mango [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2014, 30 (6) :202 -206.
- [18] 贾生平. 果脯加工容易出现的质量问题及解决方法 [J]. *中国农村科技*, 2005 (6) :16 -17.
JIA S P. Quality problems easily appeared in preserved fruit processing and solutions [J]. *China Rural Science & Technology*, 2005 (6) :16 -17.
- [19] 牛海霞. 电子舌在现代食品科学技术中的应用 [J]. *食品科技*, 2007, 32 (8) :26 -30.
NIU H X. The application of electronic tongue in modern food science and technology [J]. *Food Science and Technology*, 2007, 32 (8) :26 -30.
- [20] 宋泽, 徐晓东, 许锐, 等. 不同部位牛肉炖煮风味特征分析 [J]. *食品科学*, 2019, 40 (4) :206 -214.
SONG Z, XU X D, XU R, et al. Analysis of flavor characteristics of stewed beef from different carcass parts [J]. *Food Science*, 2019, 40 (4) :206 -214.
- [21] WEI Z B, WANG J, LIAO W Y. Technique potential for classification of honey by electronic tongue [J]. *Journal of Food Engineering*, 2009, 94 (3 -4) :260 -266.
- [22] 陈蔚辉, 李昶炎, 彭珩, 等. 不同品种百香果品质评价及质构分析 [J]. *韩山师范学院学报*, 2020, 41 (3) :53 -60.
CHEN W H, LI C Y, PENG H, et al. Quality evaluation and texture analysis of *Passiflora edulis* of different varieties [J]. *Journal of Hanshan Normal University*, 2020, 41 (3) :53 -60.
- [23] 李官丽, 聂辉, 苏可珍, 等. 基于感官评价和电子鼻分析不同蒸煮时间荸荠挥发性风味物质 [J]. *食品工业科技*, 2020, 41 (15) :1 -7;14.

- LI G L, NIE H, SU K Z, et al. Analysis of volatile flavor substances of Chinese water chestnut in different steaming and boiling time based on sensory evaluation and E-nose [J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41 (15) :1 - 7;14.
- [24] DU D D, WANG J, WANG B, et al. Ripeness prediction of post-harvest kiwifruit using a MOS E-nose combined with chemometrics [J]. Sensors, 2019, 19 (2) :419.
- [25] 黄鹤, 耿丽晶, 陈博, 等. 基于电子鼻对不同发酵阶段蟹酱加热前后特征风味的分析 [J]. 食品工业科技, 2018, 39 (9) : 239 - 242;251.
- HUANG H, GENG L J, CHEN B, et al. Analysis of flavor characteristics of crab paste before and after heated in different fermentation stages based on electronic nose [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39 (9) :239 - 242;251.

Effects of different additions of passion fruit juice on the quality and flavor substances of preserved passion fruit

REN Erfang^{1,2}, LI Jianqiang^{1,2}, LI Xinrong^{1,2}, LUO Chaodan^{1,2},
FENG Chunmei^{1,2}, NIU Debao^{3*}

1 (Guangxi Subtropical Crops Research Institute, Nanning 530001, China)

2 (Guangxi Subtropical Fruits Processing Research Center of Engineering Technology, Nanning 530001, China)

3 (College of Light Industry and Food Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

ABSTRACT Passion fruit peel was used as raw material, and different amounts of passion fruit juice were added to prepare preserved passion fruit. The quality characteristics, flavor substances and sensory evaluation of preserved passion fruit were investigated by color difference meter, texture meter, electronic tongue and electronic nose respectively. The results showed that with the increase of the amount of passion fruit juice, the L^* value of the brightness of the preserved passion fruit decreased gradually, while the a^* value of the red-green degree increased gradually, and the color difference was consistent with the color pattern of the finished product. Preserved passion fruit prepared with 50% passion fruit juice had higher hardness, stickiness and chewiness, and less elasticity. However, preserved passion fruit prepared with 20% - 30% passion fruit juice had better texture characteristics. The cluster analysis of preserved fruit taste showed that the preserved fruit with 20%, 30% and 40% passion fruit juice was classified into one category, and the average taste was sweet and sour, bitter, astringent, salty and umami moderate. The response value of the electronic nose sensor to the preserved fruit was: Sensor W1S > sensor W1W > sensor W2W, and the response value of the sensor increased with the increase of passion fruit juice. The sensory evaluation showed that the preserved fruit made from 30% passion fruit juice had the highest score and the best taste. Based on the consideration of the whole quality of preserved fruit and the production cost, the quality of preserved fruit obtained by 30% passion fruit juice was better.

Key words passion fruit juice; preserved passion fruit; quality characteristics; flavor substances