

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.02.014

熊荣园, 蔡韵凝, 魏玲, 等. 响应面法分析柑橘百香果复合果汁的工艺品质[J]. 粮油食品科技, 2022, 30(2): 106-112.

XIONG R Y, CAI Y N, WEI L, et al. The technology and quality research of citrus passion fruit compound juice by response surface methodology[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2022, 30(2): 106-112.

响应面法分析柑橘百香果复合果汁的工艺品质

熊荣园¹, 蔡韵凝¹, 魏玲¹, 邓文娟², 尚英¹, 罗通彪¹

(1. 南充职业技术学院, 四川 南充 637000;

2. 南充蜀盛餐饮管理有限公司, 四川 南充 637000)

摘要: 为探索柑橘和百香果制作复合果汁的最佳工艺及品质, 采用柑橘和百香果的果肉, 经压榨取汁, 按比例混合后, 加入果胶酶作为澄清剂进行澄清。在单因素实验基础上, 选取澄清剂浓度、澄清温度及澄清时间 3 个因素进行响应面法中的 Box-Behnken 法设计分析澄清的最佳工艺条件, 进一步通过感官评定选出最优工艺条件。结果表明: 柑橘和百香果原复合果汁的混合比例为 2 : 1, 添加 0.19% 的澄清剂, 澄清温度为 49 °C, 澄清时间为 1.5 h。柑橘百香果复合果汁色泽橙黄、果香浓郁, 风味口感协调性好, 品质优良。

关键词: 柑橘; 百香果; 复合果汁; 响应面; 品质

中图分类号: TS255.44 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2022)02-0106-07

The Technology and Quality Research of Citrus Passion Fruit Compound Juice by Response Surface Methodology

XIONG Rong-yuan¹, CAI Yun-ning¹, WEI Ling¹, DENG Wen-juan², SHANG Ying¹, LUO Tong-biao¹

(1. Nanchong Vocational and Technical College, Nanchong, Sichuan 637000, China;

2. Nanchong Shusheng Catering Management Co., Ltd., Nanchong, Sichuan 637000, China)

Abstract: To explore the best process quality of citrus and passion fruit to make compound juice, the pulp of citrus and passion fruit were used. After squeezing the juice and coarsely filtering, the raw juice of citrus and passion fruit was mixed in proportion, and pectinase was added as a clarifying agent for clarification. On the basis of single factor, three factors of clarification agent concentration, clarification temperature and clarification time were selected to design and analyze the optimal process conditions of the Box-Behnken method in the response surface method. The optimal combination of processes selected through sensory evaluation was as follows: the mixing ratio of citrus and passion fruit raw juice was 2 : 1; 0.19% of clarifying agent was added; the clarification temperature was 49 °C; and the clarification time was 1.5 h. The compound juice of citrus and passion fruit is orange-yellow in color, rich fruit aroma, well-coordinated flavor and taste, and of good quality.

收稿日期: 2021-11-18

基金项目: 南充职业技术学院院级课题 (ZRB202103); 南充市应用技术研究与开发专项项目 (21YFZJ0122)

Supported by: School-level project of Nanchong Vocational and Technical College (No. ZRB202103); Nanchong Applied Technology Research and Development Special Project (No. 21YFZJ0122)

作者简介: 熊荣园, 女, 1989 年出生, 硕士, 讲师, 研究方向为食品营养及食品微生物。E-mail: weinrongyuan@163.com.

Key words: citrus; passion fruit; compound juice; response surface; quality

随着我国当前人口健康理念的转变, 饮用果蔬汁除了补充水分, 更重要的是补充人体所需的维生素、矿物质等营养物质, 保护心血管、维持骨骼健康、提升大脑认知等来促进身体健康。2016年以来我国果蔬汁产量连续四年下滑, 截至2020年我国果蔬汁产量为1 520万 t^[1], 开发营养健康、绿色天然的复合果蔬汁将成为饮料行业发展的新趋势。

柑橘、百香果均是营养价值较高的水果, 柑橘富含水分、糖类、蛋白质、有机酸、矿物质、维生素、膳食纤维以及生物类黄酮等多种生物活性成分, 具有美容养颜、润肠通便、预防心脑血管以及防癌抗癌等作用^[2-7]。百香果的果实内不仅有黄色果汁还有黑色种子, 营养丰富, 含有蛋白质、脂肪、糖类果胶和多种维生素及氨基酸等, 其中可溶性固形物 15%~16%, 总酸量可达 3.8%~4.0%, 享有“饮料味精”和“果汁之王”的美誉^[8-11]。柑橘和百香果的果汁不仅营养都非常丰富, 同时也都颇受到消费者的欢迎, 将柑橘和百香果制成复合果汁, 相比单一果汁的营养及风味等都更甚一筹, 开发柑橘复合果汁以及提高柑橘果汁的品质可以满足消费者对于食品多样化的需求^[12]。

南充柑橘种植面积广, 产量丰富, 以鲜售为主, 商品化处理程度低, 其附加值没有得到进一步提高。本项目是采用柑橘和百香果的果肉, 经

柑橘→挑选清洗→去皮、囊衣、籽→榨汁→粗滤→脱苦→护色
 百香果→挑选→清洗→去皮→榨汁→粗滤→护色

压榨取汁、粗滤、脱苦、澄清, 在单因素实验的基础上, 利用响应面分析法探究澄清的最佳工艺条件, 通过感官评定选出最优的工艺组合, 对最佳工艺生产的柑橘百香果复合果汁进行品质测定。本项目开发的柑橘百香果复合果汁不仅为开发柑橘复合果汁系列奠定技术基础, 提高柑橘的商品价值, 增加果农的收入, 促进南充的经济发展, 而且得到广大消费者的喜爱, 提升社会效益。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料

柑橘、百香果: 市购;

果胶酶: 山东隆科特酶制剂有限公司; D-异抗坏血酸钠: 诸城华源生物科技有限公司; β-环状糊精: 孟州市华兴生物化工有限责任公司; 以上均为食品级。

1.2 仪器与amp;设备

HZK-FA210 型电子天平: 福州华志科学仪器有限公司; DS-1 型高速组织捣碎机: 上海标本模型厂; PHS-3E 型 pH 计: 上海仪电科学仪器股份有限公司; SW-CJ-2FD 型超净工作台: 苏州安泰空气技术有限公司; SHP-180 型生化培养箱: 金坛市杰瑞尔电器有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 工艺流程

混合→澄清→灭酶→杀菌→冷却→
 灌装→成品→感官评定→品质分析

1.3.1.1 榨汁 选择无腐烂、无霉变且成熟度高的柑橘、百香果, 在清水中洗净后去皮、去囊衣、去籽, 按一定添加量进行破碎打浆, 用纱布进行过滤得到柑橘及百香果原汁。

1.3.1.2 脱苦 每 100 mL 柑橘原汁中加入 0.5 g β-环糊精, 在 45 °C 下脱苦 90 min^[13-14]。

1.3.1.3 护色 在柑橘原汁和百香果原汁中分别添加质量分数为 0.03% 的异抗坏血酸钠。

1.3.1.4 混合 将柑橘汁和百香果的原汁按设定的比例混合。

1.3.1.5 澄清的单因素实验 以柑橘原汁与百香

果原汁的最适比例混合为原果汁, 以果胶酶为澄清剂。设定澄清剂浓度分别为 0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、0.25%, 澄清温度设定为 40、45、50、55、60 °C, 澄清时间为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h, 以感官评定为依据, 判断澄清效果, 确定澄清的最佳工艺条件。

1.3.1.6 响应面优化澄清复合果汁的工艺条件 在单因素的实验基础上, 选择澄清剂浓度、澄清温度和澄清时间, 设计 3 因素 3 水平的中心组合实验, 以感官评分为响应值, 利用 Design Expert 11 软件中的 Box-Behnken 法设计响应面实验并分

析, 确定最佳柑橘百香果复合果汁的澄清工艺条件^[15-16], 因素水平见表1。

表1 响应面实验设计表
Table 1 The response surface test design table

水平	因素		
	澄清剂浓度/%	澄清温度/°C	澄清时间/h
-1	0.15	45	1.0
0	0.20	50	1.5
1	0.25	55	2.0

1.3.1.7 灭酶 将澄清后的复合果汁在沸水浴中加热 1 min 进行灭酶, 再快速冷却至室温。

1.3.1.8 杀菌 在 93~95 °C 温度下进行高温巴氏杀菌, 再灌装密封。

1.3.2 感官评定

选取 10 位有品评经验的人员组成感官评定小组, 从色泽、香味、风味、组织状态 4 个方面对柑橘百香果复合果汁的质量进行感官评定, 感官评分的评定标准见表 2。

表2 感官检验评定标准
Table 2 The sensory evaluation standards

评定指标 评分标准	色泽 (20 分)	香味 (25 分)	风味 (30 分)	组织状态 (25 分)
优	色泽均匀, 橙黄色, 光泽度好	柑橘百香果香气浓郁, 整体协调性好	酸甜适宜, 口感香醇, 无苦味	质地均匀透明, 流动性好
良	色泽较均匀, 橙黄色, 光泽度一般	柑橘百香果的香气一般, 整体协调性一般	酸甜较适宜, 口感较香醇, 略有苦味	质地较均匀, 流动性较好
中	色泽淡黄, 略有光泽	无明显果香香气, 整体气味协调性差	酸甜不适宜, 有苦味	质地均匀性略差, 流动性一般
差	色泽暗沉, 无光泽	无果香、有异味	酸甜味严重不协调, 苦味明显	质地浑浊, 分层现象

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2016 进行数据处理及分析, 采用 Design Expert 11 软件中的 Box-Behnken 法进行响应面设计分析。

2 结果与分析

2.1 原果汁的混合比例

经过预实验, 柑橘原果汁与百香果果汁按 0.5 : 1、1 : 1、1.5 : 1、2 : 1、2.5 : 1、3 : 1 的比例分别混合, 通过感官评分得出最佳组合为 2 : 1, 得分为 84.61 分, 在此混合比例下, 柑橘百香果复合果汁的口感、香气风味等协调性最佳。

1.3.3 品质分析

1.3.3.1 理化指标的测定 根据感官评定选择的最佳工艺条件制作的柑橘百香果复合果汁成品, 对其理化指标包括可溶性固形物、pH 值等进行测定, 综合分析复合果汁的品质。可溶性固形物的测定参考 GB/T 12143—2008《饮料通用分析方法》, pH 值的测定参考 GB/T 10468—1989《水果和蔬菜产品 pH 值的测定方法》。

1.3.3.2 微生物指标的测定 菌落总数的测定参照 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》, 大肠菌群的测定参照 GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》, 沙门氏菌的测定参照 GB 4789.4—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》, 致病菌金黄色葡萄球菌的测定参照 GB 4789.10—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》。

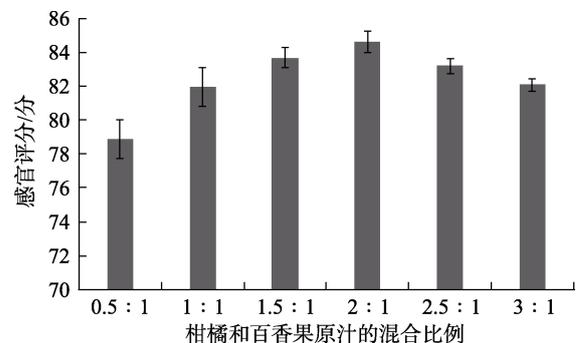


图1 柑橘和百香果原果汁的混合比例
Fig.1 The mixing ratio of citrus and passion fruit juice

2.2 澄清的单因素实验

2.2.1 澄清剂浓度的单因素实验

柑橘和百香果原果汁的混合比例为 2 : 1, 添

加 0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、0.25%澄清剂，澄清温度为 55 ℃，澄清时间为 1.5 h，其感官评定结果如下图 2。

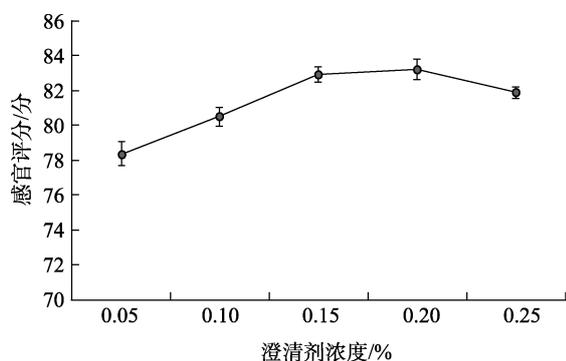


图 2 不同澄清剂浓度的感官评分

Fig.2 The sensory scores of different clarifying agent concentrations

由图 2 所示，不同的澄清剂浓度，对于复合果汁的品质有比较明显的差异。柑橘百香果复合果汁的感官评分是随澄清剂果胶酶浓度的增加而先升高后降低，澄清剂浓度为 0.20%，感官评分最高，为 83.21 分。果胶酶浓度增加，将复合果汁中的果胶等物质进行水解，浓度越高复合果汁的澄清效果越好，果汁中的果肉颗粒减少，复合果汁的口感变得细腻，但到达一定浓度之后影响复合果汁的色泽，果胶酶过度水解，复合果汁的色泽较淡，呈现淡黄色的澄清果汁，品质反而降低。

2.2.2 澄清温度的单因素实验

柑橘和百香果原果汁的混合比例为 2 : 1，添加 0.2%的澄清剂，澄清温度为 40、45、50、55、60 ℃，澄清时间为 1.5 h，不同澄清温度对柑橘百香果复合果汁的感官评定结果如下图 3。

由图 3 可知，通过感官评分可以看出，不同

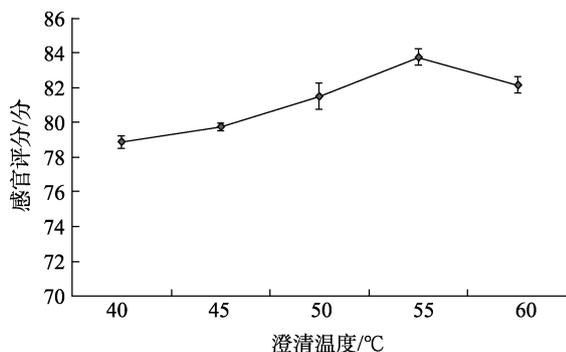


图 3 不同澄清温度的感官评分

Fig.3 The sensory score of different clarification temperatures

的澄清温度对复合果汁的品质影响是先升高后降低，最佳的澄清温度为 55 ℃，其复合果汁的色泽、风味及组织状态等最好，感官评分最高为 83.77 分，品质最佳。澄清温度逐渐升高，澄清速度加快，果胶的消耗多，复合果汁中的颗粒少，质地均匀，稳定性好，复合果汁品质最佳。当澄清温度超过 55 ℃，果胶酶活性减弱，澄清效果下降，同时温度高香气物质损失较多，因此，复合果汁品质反而下降。

2.2.3 澄清时间的单因素实验

柑橘和百香果原果汁的混合比例为 2 : 1，添加 0.2%的澄清剂，澄清温度为 55 ℃，澄清时间为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h，不同澄清时间感官评定结果如下图 4。

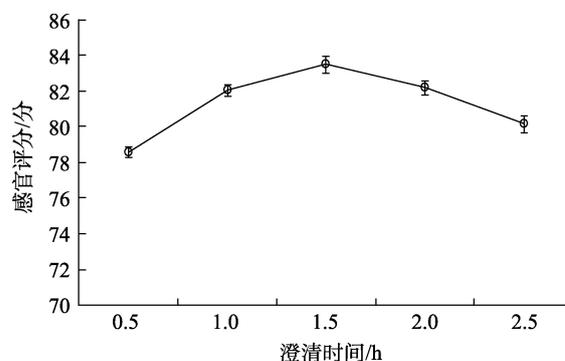


图 4 不同澄清时间的感官评分

Fig.4 The sensory score of different clarification time

由图 4 可知，不同澄清时间对复合果汁的品质影响较大，随着澄清时间的延长，复合果汁的感官评分先升高后降低，澄清 1.5 h，复合果汁感官评分最高为 83.50 分，复合果汁的综合品质最好。澄清时间短，果胶酶水解果胶物质不完全，复合果汁不稳定，含有絮状物及微小果粒，果汁偏浑浊，随着澄清时间的延长至 1.5 h，复合果汁的色泽风味稳定性最好。澄清时间从 1.5 h 再延长至 2.5 h，果胶酶水解程度增强，复合果汁色泽变浅，透明度增强，香气物质损失较多，风味变差，品质呈现降低的趋势。

2.3 响应面优化澄清复合果汁的工艺条件

根据单因素实验结果，选取澄清剂浓度 A、澄清温度 B 和澄清时间 C，设计 3 因素 3 水平的中心组合优化实验，以感官评分为响应值，17 个处理的工艺组合的感官评定分值如下表 3 所示。

表 3 响应面设计及结果分析

Table 3 The response surface design and result analysis

实验编号	澄清剂浓度 A/%	澄清温度 B/°C	澄清时间 C/h	感官 评分/分
1	0.25	50	2.0	78.28
2	0.15	50	2.0	79.32
3	0.25	45	1.5	82.02
4	0.20	45	1.0	78.34
5	0.25	50	1.0	78.83
6	0.20	50	1.5	83.83
7	0.20	50	1.5	83.85
8	0.20	55	1.0	79.68
9	0.15	50	1.0	79.56
10	0.20	50	1.5	84.58
11	0.20	55	2.0	78.54
12	0.20	50	1.5	83.91
13	0.25	55	1.5	80.25
14	0.15	45	1.5	82.88
15	0.20	45	2.0	81.26
16	0.15	55	1.5	81.33
17	0.20	50	1.5	84.56

由表 3 可知, 采用 Design Expert 11 软件中的 Box-Behnken 法分析多元线性关系, 得到的二次回归方程模型为 $84.15-0.4637A-0.5875B+0.1237C-0.055AB-0.0775AC-1.02BC-1.49A^2-1.03B^2-3.66C^2$ 。同时, 为了说明二次回归方程模型的有

效性及各因素对响应值感官评分的影响程度, 对回归方程模型进行了方差分析, 结果见表 4。

由表 4 可知, 二次回归方程模型极显著 ($P<0.01$), 失拟项不显著 ($P=0.1670>0.05$) 以及 $R^2=0.9780$ 和校正绝对系数 $R^2=0.9496$, 说明实验设计可靠, 所拟合的二次回归方程合适, 应用此模型可以预测感官评分及优化澄清工艺。

由回归二次模型方差分析可知, 三个因素对于柑橘百香果复合果汁的品质影响顺序为澄清温度 > 澄清剂浓度 > 澄清时间, 澄清剂浓度和澄清温度对感官评分影响显著, 澄清时间对感官评分影响不显著, 交互项 BC 和二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 对感官评分影响极显著, 澄清温度和澄清时间对复合果汁的品质是有交互作用的, 见图 5。

由图 5 可知, 通过等高线的形状可以判断交互作用的强弱, 椭圆表示两因素之间交互作用显著, 圆形表示两因素之间交互作用不显著。由图 5-c 可知, 当澄清温度不变, 澄清时间越长, 感官评分先增加后减少, 当澄清时间不变, 澄清温度越高, 感官评分先增加后减少, 等高线成椭圆形, BC 两因素交互作用极显著, 与二次模型方差分析一致。

表 4 二次模型方差分析表

Table 4 The analysis of variance of the quadratic model

来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	84.42	9	9.38	34.51	<0.0001	**
澄清剂浓度 A	1.72	1	1.72	6.33	0.0400	*
澄清温度 B	2.76	1	2.76	10.16	0.0153	*
澄清时间 C	0.12	1	0.12	0.45	0.5235	
AB	0.01	1	0.01	0.04	0.8389	
AC	0.02	1	0.02	0.09	0.7749	
BC	4.12	1	4.12	15.16	0.0059	**
A ²	9.37	1	9.37	34.47	0.0006	**
B ²	4.50	1	4.50	16.57	0.0047	**
C ²	56.30	1	56.30	207.15	<0.0001	**
残差	1.90	7	0.27			
失拟项	1.30	3	0.43	2.87	0.1670	
纯误差	84.42	9	9.38	34.51	0.0001	
总和	1.72	1	1.72	6.33	0.0400	
R ²	0.9780					
Adjusted R ²	0.9496					

注: **表示 $P<0.01$, 差异极显著; *表示 $P<0.05$, 差异显著。

Note: ** indicates $P<0.01$, extremely significant difference; * indicates $P<0.05$, significant difference.

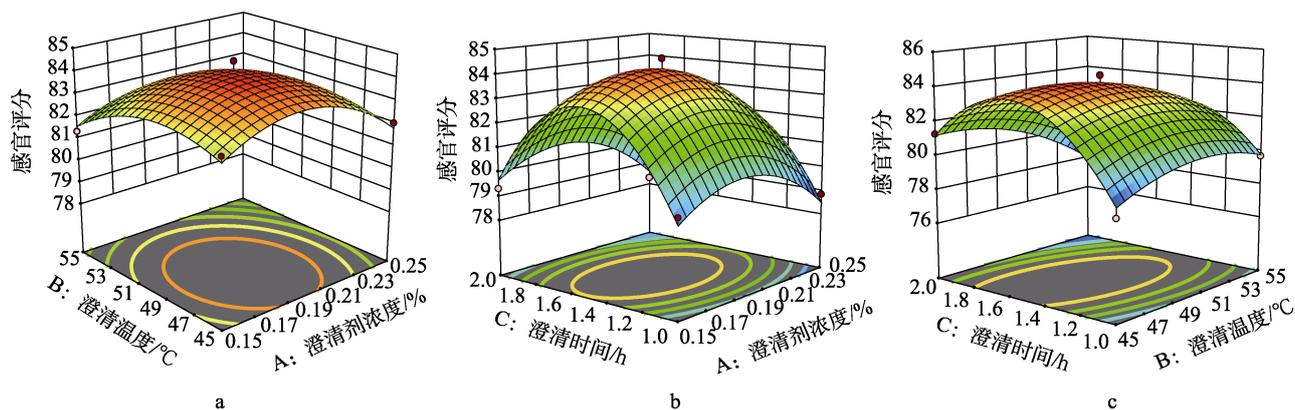


图5 澄清剂浓度、澄清温度和澄清时间的交互作用对感官评分的影响

Fig.5 The effect of the interaction of clarifier concentration, clarification temperature and clarification time on sensory score

2.4 验证实验

在实验的因素水平范围内, 经过响应面分析得出最佳的工艺条件为: 柑橘和百香果原果汁的混合比例为 2 : 1, 添加 0.192 4% 的澄清剂, 澄清温度为 48.45 °C, 澄清时间为 1.53 h, 得到的感官评分理论值为 84.28 分。为了便于操作, 将最佳工艺条件调整为柑橘和百香果原果汁的混合比例为 2 : 1, 添加 0.19% 的澄清剂, 澄清温度为 49 °C, 澄清时间为 1.5 h。为检验响应面法所得结果可靠性, 采用调整得到最优工艺条件, 经过三组验证实验后, 实际感官评分值为 84.45 分, 与理论预测值 84.28 分接近。说明经响应面优化得到的柑橘百香果复合果汁的工艺条件具有一定的可行性。

2.5 柑橘百香果复合果汁的品质测定

2.5.1 理化指标的测定结果

以最佳工艺条件制作的柑橘百香果复合果汁 3 瓶, 测定柑橘百香果复合果汁的可溶性固形物为 12.6%, 符合国家标准, pH 值为 4.64。

2.5.2 微生物指标的测定结果

测定复合果汁的微生物指标, 菌落总数为 50 CFU/mL, 大肠菌群 1 CFU/mL, 致病菌沙门氏菌和金黄色葡萄球菌未检出, 因此, 微生物指标均符合国家标准。

3 结论

由上述实验和结果分析可知, 通过酶解澄清工艺, 能有效抑制褐变、保证复合果汁的色泽和稳定性, 从而获得较好品质的柑橘百香果复合果汁。通过单因素实验和响应面分析法, 制作柑橘百香果复合果汁的最佳工艺如下: 柑橘和百香果

原果汁的混合比例为 2 : 1, 添加 0.19% 的澄清剂, 澄清温度为 49 °C, 澄清时间为 1.5 h。复合果汁是一个复杂体系, 其组成成分与整个体系的稳定性、口感、风味等有很大关系, 在柑橘汁与百香果汁的混合比例实验中发现柑橘汁和百香果汁的比例不同, 复合果汁口感风味区别较大, 主要是由于所选用的柑橘和百香果中的糖酸比及风味物质含量具有差异。澄清剂的浓度、澄清温度和时间对复合果汁的品质影响均较大, 但本文只用了单一澄清剂果胶酶进行澄清, 澄清效果相比用果胶酶、纤维素酶等复合澄清剂未进行比较, 因此, 柑橘百香果复合果汁的工艺还需进一步进行研究。

参考文献:

- [1] 华经情报网. 中国果蔬汁产量、进出口及发展趋势, 复合果蔬汁前景广阔[DB/OL]. (2021-07-05)[2021-12-08]. <https://www.163.com/dy/article/GE5KR2S105387IEF.html>.
Huajing Information Network. The production, import and export and development trend of fruit and vegetable juice in China, and the prospect of compound fruit and vegetable juice is broad[DB/OL]. (2021-07-05)[2021-12-08]. <https://www.163.com/dy/article/GE5KR2S105387IEF.html>.
- [2] KIM Y D, KO W J, KOH K S, et al. Composition of flavonoids and antioxidative activity from juice of jeju native citrus fruits during maturation[J]. Korean Journal of Nutrition, 2009, 42(3).
- [3] 张元梅, 周志钦. 柑橘生物活性物质及其心血管疾病防治作用研究进展[J]. 中药材, 2011, (11): 1799-1804.
ZHANG Y M, ZHOU Z Q. Research progress of citrus bioactive substances and their effects on cardiovascular disease prevention and treatment[J]. Chinese Medicinal Materials, 2011, (11): 1799-1804.
- [4] 周志钦著. 柑橘果品营养学[M]. 北京: 科学出版社. 2012.
ZHOU Z Q. Citrus fruit nutrition[M]. Beijing: Science Press. 2012.
- [5] 丁晓波, 张华, 刘世尧, 等. 柑橘果品营养学研究现状[J]. 园

- 艺学报, 2012, (9): 1687-1702.
- DING X B, ZHANG H, LIU S Y, et al. Current status of the study in citrus nutriology[J]. Chinese Journal of Horticulture, 2012, (9): 1687-1702.
- [6] MIR I A, TIKU A B. Chemopreventive and therapeutic potential of “naringenin,” a flavanone present in citrus fruits[J]. Nutrition & Cancer, 2015, 67(1): 27-42.
- [7] 余含露, 姚周麟, 彭玲玲, 等. 柑橘果酒酿制工艺研究进展[J]. 浙江柑橘, 2016, 33(4): 9-11.
- YU H L, YAO Z L, PENG L L, et al. Research progress in citrus wine brewing technology[J]. Zhejiang Citrus, 2016, 33(4): 9-11.
- [8] CONTRERAS-ESQUIVEL J C, AGUILAR C N, MONTANEZ J C, et al. Pectin from passion fruit fiber and its modification by pectinmethylesterase[J]. Journal of Food Science and Nutrition, 2010, 15(1): 57-66.
- [9] 李国, 庞观胜. 热带特色水果鸡蛋果特征特性及栽培技术[J]. 现代农业科技, 2013, (13): 12-112.
- LI G, PANG G S. The characteristics and cultivation techniques of tropical characteristic fruits, eggs and fruits[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2013, (13): 112-112.
- [10] 鸡蛋果栽培技术[J]. 世界热带农业信息, 2017, (1): 50-53.
- Egg fruit cultivation technology[J]. World Tropical Agriculture Information, 2017, (1): 50-53
- [11] 梁倩, 李咏富, 龙明秀, 等. 百香果化学成分及药理活性研究进展[J]. 食品工业科技, 2018, 39(20): 343-347.
- LIANG Q, LI Y F, LONG M X, et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of passiflora edulis sims[J]. Food Industry Science and Technology, 2018, 39(20): 343-347.
- [12] 胡秦佳宝, 卢泽凯, 杜林. 红心火龙果柑橘复合 NFC 果汁饮料调配工艺研究[J]. 轻工科技, 2017, (11): 4-6+10.
- HU-QIN J B, LU Z K, DU L. Research on the blending process of red pitaya citrus compound NFC juice beverage[J]. Light Industry Science and Technology, 2017, (11): 4-6+10.
- [13] 徐国胜, 潘利华, 杨阳, 等. β -环糊精对柑橘类果汁脱苦效果的研究[J]. 安徽农业科学杂志, 2006, 34(20): 5366-5367.
- XU G S, PAN L H, YANG Y, et al. Effect of β -cyclodextrin on the debit-ring of citrus juice[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(20): 5366-5367.
- [14] 陈雪梅, 张映斌, 曹诗诗. 红肉蜜柚果粒果汁复合饮料的生产工艺研究[J]. 福建师大福清分校学报, 2014, (5): 53-59.
- CHEN X M, ZHANG Y B, CAO S S. Study on debittering of red flesh pomelo peel by enzyme and process of preserved pomelo peel[J]. Journal of Fuqing Branch of Fujian Normal University, 2014, (5): 53-59.
- [15] 向宇, 鲁群, 谭军, 等. 响应面分析优化枸杞浑浊汁饮料稳定工艺研究[J]. 核农学报, 2017, 31(11): 2154-2163.
- XING Y, LU Q, TAN J, et al. Optimization of the stabilization technology of chinese wolfberry cloudy juice by response surface methodology[J]. Journal of Nuclear Agriculture, 2017, 31(11): 2154-2163.
- [16] 何嘉敏, 于新, 刘学云. 响应面优化益生菌发酵复合果蔬汁的加工工艺[J]. 现代食品科技, 2019, 35(5): 206-213.
- HE J M, YU X, LIU X Y. Optimization of probiotic fermentation process for vegetable-fruit juice[J]. Modern Food Science and Technology, 2019, 35(5): 206-213. 完
- 备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://llyspkj.ijournal.cn>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。