

槐花树莓果冻的加工工艺研究

师 聪, 李 哲, 师环环, 张建萍

(徐州工程学院, 江苏徐州 221018)

摘 要: 以树莓和槐花为主要原料, 白砂糖和柠檬酸为辅料, 用黄原胶、卡拉胶和魔芋胶(质量比3:2:1)配成复合凝胶剂, 开发一款花香型树莓保健果冻。在单因素试验的基础上, 以复合凝胶剂、复合果汁、柠檬酸、白砂糖的添加量为自变量, 利用响应面法优化加工工艺, 得到最佳配方: 以500 g果冻为基准, 复合凝胶剂添加量1.24%、复合果汁添加量40.10%、柠檬酸添加量0.16%、白砂糖添加量17.30%。在该配方下制得的果冻弹性6.71 mm, 感官评分90, 酸甜适中, 富有弹性, 有树莓和槐花的典型风味。

关键词: 树莓; 槐花; 果冻; 配方

Study on processing technology of pagodatree flower raspberry jelly

SHI Cong, LI Zhe, SHI Huan-huan, ZHANG Jian-ping

(Xuzhou University of Technology, Xuzhou 221018, Jiangsu, China)

Abstract: Using raspberry and pagodatree flower as the main raw materials, white granulated sugar and citric acid as excipients, a floral type raspberry health jelly was developed with compound gel included xanthan gum, carrageenan and konjac glucomannan (mass ratio 3:2:1). On the basis of single factor experiment, compound juice, citric acid and white granulated sugar as independent variables, response surface methodology was used to optimize the processing technology. The results showed that the best formula was as follow: based on 500 g jelly, 1.24 % compound gel, 40.10 % compound juice, 0.16 % citric acid and 17.30 % white granulated sugar. The jelly made of this formula was 6.71 mm in elasticity, 90 in sensory score, moderate in acid and sweet, and rich in elasticity, with typical flavor of raspberry and pagodatree flower.

Key words: raspberry; pagodatree flower; jelly; formula

中图分类号: TS201.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-9578(2021)08-0088-05

树莓又称马林果、覆盆子, 是蔷薇科悬钩子属植物, 根蘖发达, 耐寒耐旱, 广泛分布于我国北方地区。树莓具有良好的食用和药用价值, 果实柔嫩多汁, 味美香甜、营养丰富, 除含有膳食纤维、矿物质、糖类等, 还富含鞣花酸、维生素 C、黄酮等活性成分^[1]。现代医学研究发现, 树莓具有抗肿瘤、抗衰老、抗氧化、预防心血管疾病等生理活性^[2], 被美国人称为“生命之果”^[3]。

槐花又名槐蕊, 是豆科植物槐的干燥花及花蕾, 具有良好的药食同源性。在树莓果冻中配以槐花, 既提供了花香, 又改善了果冻的色泽。同时槐花中含有大量的营养物质, 如维生素、有机酸、矿物质元素等, 以及挥发油、黄酮类化合物、氨基酸鞣质、槲皮甙等香味物质, 具有抗真菌、降血压、降血糖和

增强免疫力等功效^[4]。因此, 槐花具有良好的食用价值与保健功能。

随着生活水平的逐步提高, 人们的健康营养观念不断增强, 单纯以果冻胶为原料的传统果冻势必面临淘汰, 而具有营养保健功能的多元化果冻产品将走入市场^[5]。槐花树莓果冻以纯果汁和天然槐花为原料, 既保留了树莓的香甜, 还兼具了槐花的香气, 大大提高了果冻的食用和营养价值, 符合消费者对食品保健功能的需求, 具有广阔的市场空间和发展前景。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

树莓、槐花, 市售; 黄原胶、卡拉胶、魔芋胶、白砂糖和柠檬酸, 食品级。

收稿日期: 2019-06-19

基金项目: 徐州工程学院青年项目(XKY2018249)

作者简介: 师聪(1990—), 男, 实验师, 硕士, 研究方向为功能性食品开发。

通信作者: 张建萍(1964—), 女, 高级实验师, 博士, 研究方向为食品加工。

1.2 仪器与设备

FA1604 电子分析天平,上海双旭电子有限公司;C21-SN2105 电磁炉,广东美的生活电器制造有限公司;BLHH-6N 恒温水浴锅,上海丙林电子科技有限公司;TMS-PRO 食品物性分析仪,美国 FTC 公司。

1.3 工艺流程

复合果汁、柠檬酸

↓

黄原胶、卡拉胶、魔芋胶混合→溶胶→加糖→煮胶→调配→罐装→灭菌→冷却→成品

1.4 操作要点

1.4.1 树莓汁和槐花汁的制备

选择色泽鲜艳,风味纯正,成熟度好的树莓果实,清洗沥干,去核除梗,加入2倍质量的水榨汁,用纱布过滤,取汁备用。选择新鲜的槐花,用清水洗涤后剥瓣,加入6倍质量的水榨汁,用纱布过滤,取汁备用。

1.4.2 凝胶剂的制备

用黄原胶、卡拉胶和魔芋胶按质量比3:2:1混合,加入白砂糖充分混匀,倒入45℃左右水中,边浸泡边搅拌,使其混合均匀并充分溶胀。加热至沸腾,保持7 min左右,待胶体完全溶解后过滤,得到光滑黏稠的凝胶剂。

1.4.3 混合调配

当糖凝胶液冷却至70℃左右,将适量的树莓汁和槐花汁倒入糖凝胶液中,加热90℃进行浓缩,冷却至60℃,加柠檬酸调配,边加边搅拌。

1.4.4 罐装、杀菌

将果冻原液倒入果冻杯中,及时封口,在温度85℃下杀菌15 min,杀菌后迅速冷却至室温。

1.5 果冻感官评价标准

选取有品评经验者15人(无特殊口味偏好),采用百分制评分检验法,对加工的果冻从色泽、风味、口感、组织状态4方面进行评价,评价标准如表1。

1.6 单因素试验设计

以500 g果冻为基准,在复合凝胶剂添加量0.8%、复合果汁添加量20%、柠檬酸添加量0.05%、白砂糖添加量5%的基础上进行单因素试验,以果冻的感官评分为指标,分别考察复合凝胶剂添加量、复合果汁添加量、柠檬酸添加量、白砂糖添加量对槐花树莓果冻品质的影响。

表1 果冻感官评分标准

评定指标	评分标准	得分
色泽	桃红色,均匀一致	16~20
	浅红色,有少许浑浊,基本均匀	11~15
	色泽暗淡,浑浊,不均匀	0~10
风味	酸甜适中,有树莓风味和槐花香气	21~30
	酸甜比较适口,树莓风味和槐花香气较淡	11~20
	酸甜不适宜,无树莓风味和槐花香气	0~10
口感	爽滑细腻,有弹性,耐咀嚼	16~20
	较爽滑细腻,弹性一般,有咀嚼性	11~15
	黏稠,弹性差,咀嚼性差	0~10
组织状态	表面光滑,质地均匀,无裂纹气泡	21~30
	表面不光滑,质地较均匀,有少量气泡或裂纹	11~20
	表面粗糙,质地不均匀,有大量气泡或裂纹	0~10

1.7 Box-Behnken 响应面试验

在单因素试验的基础上,选取复合凝胶剂、复合果汁、柠檬酸和白砂糖添加量4个因素,进行四因素三水平的 Box-Behnken 响应面试验,以弹性(Y_1)和感官评分(Y_2)为响应值,优化槐花树莓果冻最佳工艺,响应面设计见表2。

表2 响应面试验因素水平表

水平	因素				/%
	A 复合凝胶剂添加量	B 复合果汁添加量	C 柠檬酸添加量	D 白砂糖添加量	
-1	1.0	30	0.10	10	
0	1.2	40	0.15	15	
1	1.4	50	0.20	20	

1.8 饼干质构评价

采用食品物性分析仪对果冻进行 TPA 质地测定。选用25 mm的圆柱形探头(PT-2),对果冻弹性进行测定。质构仪器参数设置:感应器250 N、距离载物台高度20 mm、测试前速度60 mm/min、压缩程度50%、起始力0.5 N。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 复合凝胶剂添加量对果冻品质的影响

如图1所示:当复合凝胶剂添加量为1.2%时,果冻质地均匀、软硬适中、弹性最大,感官评分最高。当复合凝胶剂添加量小于1.2%时,胶体分子变小,与水分子发生交联不完全,形成的复合凝胶剂胶体质构不紧密,凝胶性质差。当复合凝胶剂增多时,胶体分子增多,在氢键作用下分子交联增强,胶体结构更加紧密,凝胶性质增强,弹性增大,

口感得到提升。若复合凝胶剂添加过量,凝固过快且具有颗粒感,导致果冻质地不均匀。因此,选择复合凝胶剂添加量为1.2%。

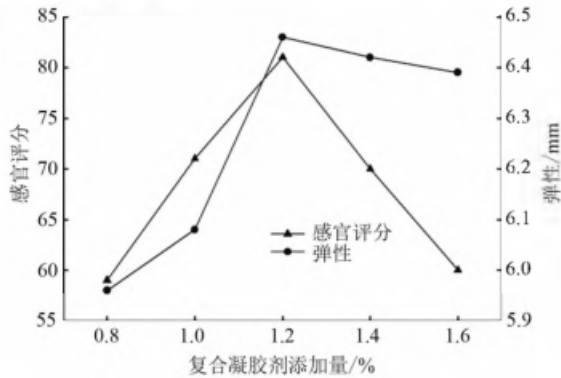


图1 复合凝胶剂添加量对果冻品质的影响

2.1.2 复合果汁添加量对果冻品质的影响

添加复合果汁能使产品具有独特的口感和滋味,添加量不当会使口感变差或者达不到预期滋味,添加量过多又会影响果冻的组织状态。如图2所示:随着复合果汁添加量的增多,果冻感官评分和弹性先上升后下降,果冻的色泽随复合果汁添加量的增多越来越鲜艳,槐花香气越来越浓郁,当复合果汁添加量为40%时,果冻弹性和感官评分达到最大值。继续增加复合果汁添加量,树莓中的多酚类物质含量升高,苦涩味增强,影响果冻的感官品质。因此,选择复合果汁添加量为40%。

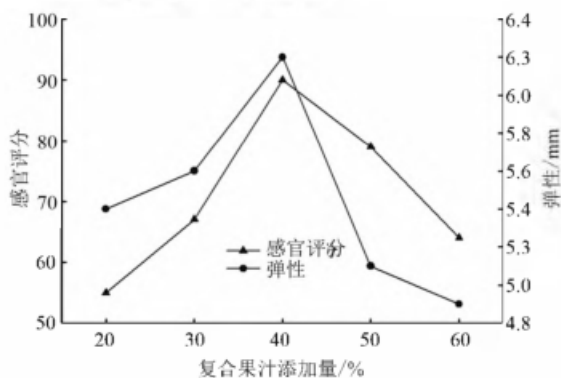


图2 复合果汁添加量对果冻品质的影响

2.1.3 柠檬酸添加量对果冻品质的影响

如图3所示:随着柠檬酸添加量的增加,果冻弹性和感官评分先上升后下降,当柠檬酸添加量为0.15%时,果冻弹性和感官评分达到最大值。当添加量在0.15%以上时,弹性和感官评分降低,这是由柠檬酸的加入使复合凝胶剂的酸碱度发生变化,卡拉胶发生酸解作用,因此弹性降低,同时由于复合果汁中含有有机酸,与柠檬酸产生协同作用,酸

涩味变重,对果冻的口感影响很大。因此,选择柠檬酸添加量为0.15%。

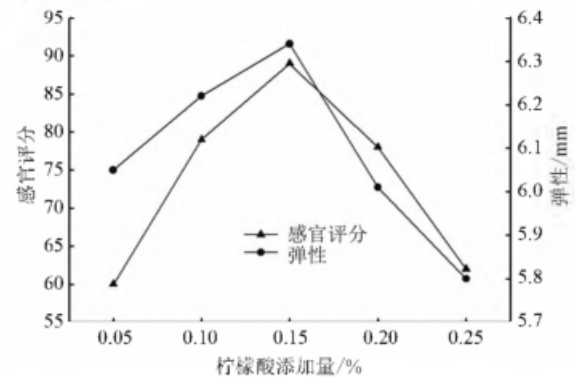


图3 柠檬酸添加量对果冻品质的影响

2.1.4 白砂糖添加量对果冻品质的影响

添加一定量的白砂糖会优化果冻口感,如图4所示:当白砂糖添加量为15%时,果冻的弹性和感官评分达到最大值,增加白砂糖的添加量能使果冻甜味增强,带来愉悦感,同时蔗糖分子水化作用增强,自由水减少,凝胶网络结合紧密,弹性增大。但当白砂糖添加量大于15%时,果冻口感过于甜腻,感官评分下降,同时蔗糖含量过高,阻碍了复合凝胶剂分子间的交联,受无凝胶作用的糖分子影响,弹性下降,当白砂糖添加量小于15%时,口味偏淡。因此,选择白砂糖添加量为15%。

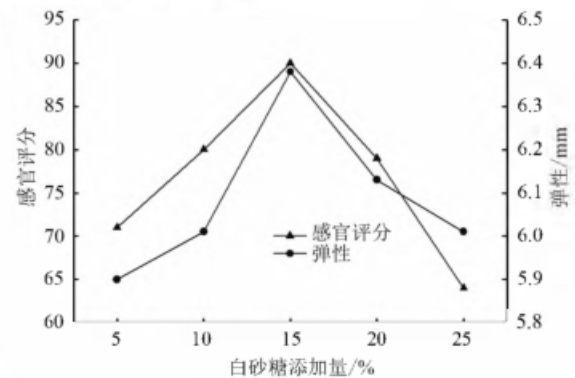


图4 白砂糖添加量对果冻品质的影响

2.2 Box-Behnken 设计试验结果与分析

响应面优化试验设计和结果见表3。

采用 Design-Expert 对所得试验结果进行回归分析,二次回归拟合得回归方程:

$$Y_1 = 89 + 2.33A - 1.17B + 1.33C + 1.67D - 1.25AB + 2.25AC - AD + 2.75BD - 0.75CD - 5.92A^2 - 4.17B^2 - 3.42C^2 - 1.67D^2;$$

$$Y_2 = 6.55 + 0.15A + 0.074B - 0.076C + 0.13D + 0.055AB - 0.17AC + 0.17AD - 0.32BC - 0.065BD +$$

$$0.33CD - 0.41A^2 - 0.15B^2 - 0.41C^2 - 0.2D^2。$$

表3 响应面试验结果

试验号	A	B	C	D	弹性 Y_1	感官评分 Y_2
1	-1	-1	0	0	5.74	74
2	1	-1	0	0	6.03	84
3	-1	1	0	0	5.84	76
4	1	1	0	0	6.35	81
5	0	0	-1	-1	6.21	80
6	0	0	1	-1	5.33	84
7	0	0	-1	1	5.88	85
8	0	0	1	1	6.31	86
9	-1	0	0	-1	5.99	78
10	1	0	0	-1	5.76	83
11	-1	0	0	1	5.79	83
12	1	0	0	1	6.24	84
13	0	-1	-1	0	5.7	82
14	0	1	-1	0	6.37	80
15	0	-1	1	0	6.25	84
16	0	1	1	0	5.65	82
17	-1	0	-1	0	5.45	78
18	1	0	-1	0	6.16	77
19	-1	0	1	0	5.65	77
20	1	0	1	0	5.67	85
21	0	-1	0	-1	5.86	86
22	0	1	0	-1	6.19	76
23	0	-1	0	1	6.32	84
24	0	1	0	1	6.39	85
25	0	0	0	0	6.48	90
26	0	0	0	0	6.53	89
27	0	0	0	0	6.56	89
28	0	0	0	0	6.6	88
29	0	0	0	0	6.58	89

由模型 P 值可知, Y_1 和 Y_2 模型具有高度显著性 ($P < 0.0001$), 失拟项都大于 0.05, 无显著影响, 信噪比大于 4, R^2 均达到 0.9 以上, 由此可见 Y_1 和 Y_2 模型有很高的可信度和拟合度, 可用于分析与预测槐花树莓果冻研制的试验结果, 并确定最佳配方。各因素对果冻弹性影响顺序为复合凝胶剂 > 白砂糖 > 柠檬酸 > 复合果汁; 对感官评分的影响顺序为复合凝胶剂 > 白砂糖 > 柠檬酸 > 复合果汁。 Y_1 回归模型(表4), 一次项复合凝胶剂和白砂糖对果冻弹性的影响达到极显著水平 ($P < 0.01$), 柠檬酸和复合果汁达到显著水平 ($P < 0.05$), 复合凝胶剂与柠檬酸、复合凝胶剂与白砂糖、复合果汁与柠檬酸、柠檬酸与白砂糖的交相互作用对弹性的影响达到极显著水平, 平方项均达到极显著水平; Y_2 回归模型(表5), 一次项复合凝胶剂、柠檬酸和白砂糖对感官评分的影响达到极显著水平, 复合果汁达到

显著水平 ($P < 0.05$), 复合凝胶剂与柠檬酸、复合果汁与白砂糖的交相互作用对感官评分的影响达到极显著水平, 平方项均达到极显著水平。

表4 弹性回归模型方差分析结果

方差来源	SS	df	MS	F 值	P 值	显著性
模型	3.55	14	0.25	31.73	<0.0001	**
A	0.26	1	0.26	31.94	<0.0001	**
B	0.07	1	0.07	8.26	0.0122	*
C	0.07	1	0.07	8.64	0.0108	*
D	0.21	1	0.21	26.37	0.0002	**
AB	0.01	1	0.01	1.51	0.2387	
AC	0.12	1	0.12	14.90	0.0017	**
AD	0.12	1	0.12	14.47	0.0019	**
BC	0.40	1	0.40	50.47	<0.0001	**
BD	0.02	1	0.02	2.12	0.1679	
CD	0.43	1	0.43	53.70	<0.0001	**
A^2	1.06	1	1.06	113.17	<0.0001	**
B^2	0.15	1	0.15	18.88	0.0007	**
C^2	1.09	1	1.09	136.48	<0.0001	**
D^2	0.27	1	0.27	34.12	<0.0001	**
残差	0.11	14	7.9E-003			
失拟项	0.10	10	0.01	4.68	0.0750	
误差项	8.8E-003	4	2.2E-003			
总和	3.66	28				
		$R^2 = 0.9694$		信噪比 17.902		

注: * 表示显著, $P < 0.05$; ** 表示极显著, $P < 0.01$, 下同。

表5 感官评分回归模型方差分析结果

方差来源	SS	df	MS	F 值	P 值	显著性
模型	511.79	14	36.56	18.28	<0.0001	**
A	65.33	1	65.33	32.67	<0.0001	**
B	16.33	1	16.33	8.17	0.0127	*
C	21.33	1	21.33	10.67	0.0056	**
D	33.33	1	33.33	16.67	0.0011	**
AB	6.25	1	6.25	3.13	0.0989	
AC	20.25	1	20.25	10.12	0.0067	**
AD	4.00	1	4.00	2	0.1792	
BC	0	1	0	0	1	
BD	30.25	1	30.25	15.12	0.0016	**
CD	2.25	1	2.25	1.12	0.3068	
A^2	227.07	1	227.07	113.54	<0.0001	**
B^2	112.61	1	112.61	56.31	<0.0001	**
C^2	75.72	1	75.72	37.86	<0.0001	**
D^2	18.02	1	18.02	9.01	0.0095	**
残差	28	14	2			
失拟项	26	10	2.6	5.20	0.0631	
误差项	2	4	0.5			
总和	539.79	28				
		$R^2 = 0.9581$		信噪比 12.372		

2.3 果冻最佳配方确定

通过响应面法优化后的最佳配方:以500 g果冻基准,复合凝胶剂添加量1.24%、复合果汁添加量40.10%、柠檬酸添加量0.16%、白砂糖添加量17.30%,此时模型预测果冻的弹性为6.6,感官评分为90。为检测结果的可靠性,采用最佳配方条件做验证实验,经3组平行实验,测得产品的弹性为6.71 mm,感官评分为90,与理论值较接近,说明回归模型拟合程度较好,可以利用该配方制作槐花树莓果冻。

3 结论

本研究通过单因素试验探究了不同复合凝胶剂、复合果汁、柠檬酸和白砂糖添加量对槐花树莓果冻的品质影响,在单因素试验的基础上,进行了Box-Behnken设计,以果冻弹性和感官评分为响应值,得到槐花树莓果冻最优加工工艺条件:以500 g果冻为基准,复合凝胶剂添加量1.24%、复合果汁

添加量40.10%、柠檬酸添加量0.16%、白砂糖添加量17.30%,在此条件下,制得的果冻弹性为6.71 mm,感官评分为90,果冻澄清透明,酸甜适中,富有弹性,有树莓和槐花典型风味。

[参考文献]

- [1] 延海莹, 乔乐克, 张京良, 等. 树莓营养及活性研究进展[J]. 食品工业, 2018, 39(7): 281-284.
- [2] 刘宽博, 王明力, 万良钰, 等. 树莓中主要活性成分及产品研究进展[J]. 中国南方果树, 2016, 45(6): 178-183.
- [3] 王象欣, 徐雅琴. 树莓中多糖提取工艺的研究[J]. 食品科技, 2007, 32(5): 107-109.
- [4] 钱文文, 辛宝, 史传道. 槐花的营养保健功能及食品开发前景[J]. 农产品加工, 2016(18): 59-61.
- [5] 蔡世静, 陈晓妹, 张文英. 玫瑰樱桃果冻的加工工艺研究[J]. 保鲜与加工, 2014, 14(4): 45-48.

(上接第87页)

2.3.2 理化指标

根据国标的检测方法测定出饮料中可溶性固形物的含量为9~10 g/100 mL,饮料中总糖度的含量为8 g/mL,饮料中的总酸度的含量为0.06 g/mL,均符合国家标准。

2.3.3 微生物指标

根据国标的检测方法测定出饮料中菌落总数为85 CFU/mL < 100 CFU/mL,大肠菌群数为3 MPN/100 mL < 5 MPN/100 mL,致病菌无检出,均符合国家标准。

3 结论

通过单因素和正交试验,确定了影响藜麦大豆多肽复合饮料的4个因素的最佳添加量:藜麦粉35%、大豆多肽1.5%、白砂糖8%、黄原胶0.20%,且4个因素影响大小依次为藜麦粉>白砂糖>黄原胶>大豆多肽。根据最佳配方制备出的藜麦大豆多肽复合饮料口感爽滑,香味纯正,均一稳定。对最佳配方制备的对藜麦大豆多肽复合饮料进行的理化指标与微生物指标的测定结果均符合国家标准。

[参考文献]

- [1] 黄玉坤, 奚晓鸿, 田红媚, 等. 响应面试验优化藜麦南瓜复合饮料加工工艺及其稳定性研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(19): 112-118.
- [2] 刘月瑶, 路飞, 高雨晴, 等. 藜麦的营养价值、功能特性及其制品研究进展[J]. 包装工程, 2020, 41(5): 56-65.
- [3] 孟晶岩, 栗红瑜, 张倩芳, 等. 藜麦果肉饮料生产工艺研究[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(10): 32-36.
- [4] 王启明, 张继刚, 郭仕平, 等. 藜麦营养功能与开发利用进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(17): 340-346, 354.
- [5] 李兴, 赵江林, 唐晓慧, 等. 藜麦红枣复合饮料的研制[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(18): 82-87.
- [6] 徐怀德, 师学文, 曹剑英. 大豆多肽饮料加工技术研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004(7): 101-103.
- [7] 高静, 高云, 敖丽颖, 等. 大豆大米组合肽功能型饮料的研制[J]. 辽宁科技大学学报, 2019, 42(6): 448-453.
- [8] 脱颖, 董平, 姜忠丽, 等. 糙米酵素乳饮料的功能成分及其抗氧化活性研究[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(3): 57-59.
- [9] 朱彤. 活菌型乳酸菌饮料稳定性影响因素浅析[J]. 食品工业, 2020, 41(12): 16-19.