

黄冰糖低温浸渍茉莉花制备风味糖浆工艺优化

魏甜甜, 魏 勃, 王 承, 李 凯, 谢彩锋, 杭方学

Optimization of Preparation of Flavoring Syrup by Impregnating Jasmine Flower with Yellow Multicrystal Rock Sugar at Low-temperature

WEI Tiantian, WEI Bo, WANG Cheng, LI Kai, XIE Caifeng, and HANG Fangxue

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2021090008>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

响应面法优化酶解制备核桃多肽工艺

Optimization of enzymatic hydrolysis of walnut peptide by response surface methodology

食品工业科技. 2017(16): 142-149

响应面法优化白玉菇多糖的提取工艺

Optimization of the extraction technology of polysaccharide in white hypsizygus marmoreus by response surface methodology

食品工业科技. 2017(22): 145-149

响应面法优化超声协同复合酶分步提取恰玛古多糖工艺

Optimization of Ultrasonic Synergistic Complex Enzymes for Stepwise Extraction of *Brassica rapa* L. Polysaccharide by Response Surface Methodology

食品工业科技. 2020, 41(4): 166-172,189

线叶旋覆花总黄酮的提取工艺优化及其抗氧化活性分析

Optimization of Extraction Process of Total Flavonoids from *Inula linearifolia* and Its Antioxidant Activity

食品工业科技. 2019, 40(22): 151-156,162

响应面法优化低温真空油炸鱼糜脆片加工工艺

Optimization of Processing Technology for Low Temperature Vacuum Frying Surimi Chips by Response Surface Methodology

食品工业科技. 2018, 39(15): 181-188

超声波辅助酶法澄清树莓果汁的工艺优化

Optimization of Ultrasonic Assisted Enzyme Method Clarification Technique on Raspberry Juice

食品工业科技. 2020, 41(1): 132-137



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

魏甜甜, 魏勃, 王承, 等. 黄冰糖低温浸渍茉莉花制备风味糖浆工艺优化 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(12): 181-187. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021090008

WEI Tiantian, WEI Bo, WANG Cheng, et al. Optimization of Preparation of Flavoring Syrup by Impregnating Jasmine Flower with Yellow Multicrystal Rock Sugar at Low-temperature[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(12): 181-187. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021090008

· 工艺技术 ·

黄冰糖低温浸渍茉莉花制备 风味糖浆工艺优化

魏甜甜, 魏 勃, 王 承, 李 凯, 谢彩锋, 杭方学*

(广西大学轻工与食品工程学院, 广西南宁 530004)

摘 要:为明确黄冰糖对茉莉花风味糖浆得率的影响, 本文以广西横县茉莉花为原料, 利用黄冰糖低温浸渍茉莉花制备茉莉花风味糖浆, 以茉莉花风味糖浆得率为考察指标, 在单因素实验结果的基础上, 通过响应面分析方法确定风味糖浆制备的最佳工艺, 并分析了所得风味糖浆的品质。结果表明, 最佳工艺条件为: 浸渍时间 130.0 h、花糖质量比 1:1.2 g/g、黄冰糖粒度为 0.780 mm 过 21 目, 此条件下茉莉花风味糖浆得率最大为 39.82%。响应面法预测各因素对茉莉花风味糖浆得率的影响顺序为: 浸渍时间>黄冰糖目数>花糖质量比。通过实验得到可溶性固形物含量高, 酸度适中, 水分含量低, 色泽明亮, 含有茉莉花天然的风味、颜色和一些热感营养成分, 风味峰值较高, 糖浆口感纯正的茉莉花风味糖浆, 而且符合国家食品工业用浓缩液(汁、浆)的感官要求。

关键词:茉莉花风味糖浆, 低温浸渍, 黄冰糖, 响应面法, 工艺优化

中图分类号: TS245.9

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2022)12-0181-07

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021090008



本文网刊:

Optimization of Preparation of Flavoring Syrup by Impregnating Jasmine Flower with Yellow Multicrystal Rock Sugar at Low-temperature

WEI Tiantian, WEI Bo, WANG Cheng, LI Kai, XIE Caifeng, HANG Fangxue*

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

Abstract: To clarify the influence of yellow multicrystal rock sugar on the yield of jasmine flavor syrup, the jasmine flowers from Hengxian County, Guangxi Province were taken as raw materials, jasmine flavor syrup by impregnating jasmine flowers with yellow multicrystal rock sugar was prepared at low temperature in this paper. Taking the yield of jasmine flavor syrup as an indicator, on the basis of single-factor experiments, response surface analysis (RSM) was used to determine the optimal preparation process of flavor syrup. And the quality of the obtained jasmine flavor syrup was analyzed. Results showed that, the optimal conditions were: Impregnation time was 130.0 h, the mass ratio of flowers to sugar was 1:1.2 g/g, and the size of yellow multicrystal rock sugar was 0.780 mm through 21 mesh sieve. Under these conditions, the maximum yield of jasmine flavor syrup was 39.82%. RSM predicted that the order of the influence of various factors on the yield of jasmine flavor syrup as follows: Impregnation time>the mesh of yellow multicrystal rock sugar>the mass ratio of flower sugar. Through the experiment, the jasmine flavor syrup with high soluble solid content, moderate acidity, low water content, bright color, containing jasmine's natural flavor, color and some thermal nutrients, high flavor peak and pure syrup taste was obtained, which met the sensory requirements of concentrated liquid (juice and slurry) for national food industry.

收稿日期: 2021-09-02

基金项目: 广西绿色制糖工程技术研究中心(2017GCZX); 蔗糖产业省部共建协同创新中心。

作者简介: 魏甜甜(1997-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 糖料资源功能研究与综合利用, E-mail: wtt6260@163.com。

* 通信作者: 杭方学(1978-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 糖料资源功能研究与综合利用, E-mail: hangfx@163.com。

Key words: jasmine flavor syrup; impregnation at low temperature; yellow multicrystal rock sugar; response surface methodology; process optimization

近年来风味糖浆需求呈上升趋势,高品质天然风味糖浆的相关研究越来越被重视。风味糖浆指不使用食用油和油脂,以糖为基础原料提取蔬菜或动物中的风味成分而制得的风味饮料添加物,因水溶性强而广泛用于各种食品和烹饪。目前风味糖浆传统制作方法主要有高温熬煮^[1-2]、人工外添加^[3-4]、酸水解蔗糖^[5-6]等。这些方法在加工熬煮过程存在着焦糖味较重、色泽较深、口感酸涩、品质不均一、需碱化中和,同时又因为加工过程中存在酸碱使用量大、有机酸、总酚、 V_C 等营养物质流失等不足,影响了风味糖浆的品质。

糖渍法是一种常用于果蔬预处理的加工方法,包括糖液浸渍法^[7-12]和固态糖干法浸渍法^[13]。高渗透压法是食品预处理的领域热点,其多应用于食品储藏,如利用高渗透压获得草莓干、芒果干、腌肉和腌菜等,而加工过程中,渗透所产生的大量浸渍液通常被当做废液遗弃。然而果蔬脱水过程产生的浸渍液中富含多种营养和风味物质^[14-19],如能将其开发成新产品,从而得到高品质、高产液量、高锤度、营养物质损失少、免受酶褐变^[20]的风味糖浆,一方面可以成功解决废液问题,另一方面也能“变废为宝”,进一步增加产业效益。茉莉花风味浓郁,营养成分含量高,但是极易腐烂变质,致使其综合利用水平不高^[21],进而导致精深加工产业滞后。采用低温干法浸渍能够保留水果和蔬菜中更多热敏性成分^[22-23]和风味物质,有助于提高风味糖浆的品质,受到食品、饮料等企业的关注,但目前低温干法浸渍的研究较少,研究水平相对落后,而关于茉莉花综合利用的研究更是寥寥无几。

本文以黄冰糖和茉莉花为原料,采用低温干法浸渍制备茉莉花风味糖浆,其原理为:浸渍过程中利用茉莉花细胞内部液体和外部黄冰糖的渗透压相差较大,促使水分从茉莉花扩散到黄冰糖中,使黄冰糖溶解。浸渍过程主要发生在花瓣表面,随着时间的推移逐渐向茉莉花的内部扩散。本文考察浸渍时间、花糖质量比和黄冰糖目数对茉莉花风味糖浆得率的影响,并进行工艺优化,以期为茉莉花风味糖浆产品开发提供参考。该工艺研究一方面可以满足市场对风味糖浆的需求,同时也能提高茉莉花综合利用水平,推动产业发展。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

茉莉花(Jasmine) 购于广西横县茉莉花交易市场,含水量(82.36 ± 0.75)g/100 g(以鲜质量计),挑选大小均一、无损伤的茉莉花,去除沙土等杂质后备用;黄冰糖 购于广西柳州市柳冰食品厂,粉碎成不

同粒度(3.350、0.830、0.780、0.480、0.380、0.250 mm)后过标准筛(6、20、21、34、40、60目),置阴凉干燥处备用;没食子酸、芦丁标准品 南京泽郎医药科技有限公司;乙醇、硝酸铝、碳酸钠、亚硝酸钠、氢氧化钠 均为市售分析纯。

DZF-6020 真空干燥箱 上海一恒科学仪器有限公司; WYA-2S 数字阿贝折光仪 上海仪电物理光学仪器有限公司; AR224CN 电子天平 奥豪斯仪器(上海)有限公司; 200目过滤网 广州恒佳奶茶餐饮公司; 标准筛(6、20、21、34、40、60目) 绍兴市上虞华丰五金仪器有限公司; LFP-800T 高速多功能粉碎机 山东弗斯特机械制造有限公司; 一次性杯子 新源塑胶有限公司; ST3100 实验室 pH 计 奥豪斯仪器(常州)有限公司; CM-3600d 分光测色计 日本柯尼卡美能达控股株式会社; Sunrise 酶标仪 帝肯奥地利有限责任公司; 752 分光光度计 上海光谱仪器有限公司; NDJ-8S 粘度计 上海方瑞仪器有限公司。

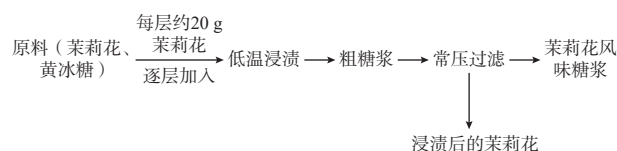
1.2 实验方法

1.2.1 茉莉花风味糖浆的制备 操作要点:取备用的茉莉花(含水量 82.36 ± 0.75 g/100 g),按照一定质量比浸渍于黄冰糖中,分装在透明密封玻璃容器中。每瓶 200 g 茉莉花,茉莉花和黄冰糖逐层交替加入,分布均匀,每层约 20 g 茉莉花,最后一层是黄冰糖,不加搅拌。

低温浸渍:将分装好的茉莉花和过筛后不同目数的黄冰糖按照一定的质量比,在低温条件下(5 ± 2 ℃)静置浸渍一定时间,整个过程不加水、不搅拌。通过浸渍作用可以将茉莉花中的水分、营养成分和风味物质浸出到风味糖浆中。

常压过滤:采用 200 目过滤网对粗糖浆进行低温(5 ± 2 ℃)常压过滤,弃去浸渍后的茉莉花,得到最终的茉莉花风味糖浆。

详细工艺流程如下:



1.2.2 单因素实验

1.2.2.1 浸渍时间对风味糖浆得率的影响 初步参考王俊涛等^[7]的方法,并根据前期实验做出改动。在花糖质量比 1:1.2 g/g,黄冰糖粒度为 0.830 mm 过 20 目,浸渍温度 5℃ 的条件下,考察浸渍时间 24、48、72、96、120、144、168 h 对茉莉花风味糖浆得率的影响。

1.2.2.2 花糖质量比对风味糖浆得率的影响 初步

参考苗钧魁等^[24]的方法,并根据前期实验做出改动。在黄冰糖粒度为 0.830 mm 过 20 目,浸渍时间 96 h,浸渍温度 5 ℃ 的条件下,考察茉莉花与黄冰糖在质量比为 1:1.0、1:1.1、1:1.2、1:1.3、1:1.4 时对茉莉花风味糖浆得率的影响。

1.2.2.3 黄冰糖目数对风味糖浆得率的影响 初步参考崔妍等^[25]的方法,并根据前期实验做出改动。在浸渍时间 96 h,花糖质量比 1:1.2 g/g,浸渍温度 5 ℃ 的条件下,考察黄冰糖目数为 6、20、34、40、60 目时对茉莉花风味糖浆得率的影响。

1.2.3 茉莉花风味糖浆得率的计算 在室温环境下,采用分析天平测定风味糖浆的质量(g),风味糖浆的质量(g)除以物料总质量(g)(茉莉花和黄冰糖质量的总和)即为茉莉花风味糖浆得率,结果以 % 计,即:

茉莉花风味糖浆得率(%) =

$$\frac{\text{风味糖浆的质量}}{\text{茉莉花质量} + \text{黄冰糖质量}} \times 100$$

1.2.4 响应面试验 综合单因素实验结果确定显著因素和最佳条件,选取浸渍时间、黄冰糖粒度和花糖质量比为响应变量,以茉莉花风味糖浆得率为响应值,根据 Box-Benhkn 中心组合试验设计原理进行三因素三水平试验设计,进一步优化浸渍工艺参数,试验因素及水平见表 1。

表 1 响应面试验因素水平设计

Table 1 Factors and levels in the response surface methodology

水平	因素		
	A 浸渍时间(h)	B 黄冰糖目数(目)	C 花糖质量比(g/g)
-1	24	6	1:1.0
0	96	20	1:1.2
1	168	34	1:1.4

1.2.5 水分含量的测定 按照食品安全国家标准 GB 5009.3-2016^[26]《食品中水分的测定》中直接干燥法测定。

1.2.6 可溶性固形物含量的测定 参考李涵等^[27]的方法,并稍作修改。采用阿贝折光仪对风味糖浆的可溶性固形物含量进行测定。将样品滴 2~3 滴于棱镜上进行测量,每次测量结束后使用蒸馏水清洗。

1.2.7 pH 的测定 参考刘金峰^[28]的方法,并稍作修改。采用 pH 计对样品的 pH 进行测定。将茉莉花风味糖浆摇匀后,在室温下进行测定。

1.2.8 色泽的测定 初步参考杨兆甜等^[29]的方法,略加改动。采用分光测色计测定茉莉花风味糖浆的色泽指标。先将分光测色计进行校正,使用黑板校零,白板校标。将风味糖浆摇匀后置于比色皿中,然后进行色泽测定。其中 L^* 为样品的亮度, a^* 表示样品的红绿值, b^* 表示样品的黄蓝值。

1.2.9 粘度的测定 粘度的测定依据杨斌等^[30]的方

法,并稍作修改。本实验使用规格:2 号转子,转速 60 r/min。把大约 110 mL 的样品倒入容器中,在 25 ℃ 的恒温水浴锅中平衡 15 min。

1.2.10 总酚含量测定 参照国标 GB/T 8313-2018^[31]测定总酚的含量,没食子酸标准品溶液浓度在 10~50 μg/mL 范围内线性良好,回归方程为: $y=0.0085x+0.0685$, $R^2=0.9999$ 。取 2.5 g 风味糖浆用超纯水定容至 25 mL,取 1.0 mL 稀释液与 5.0 mL 10% 福林酚溶液混合均匀,反应 5 min 后加入 4 mL 7.5% NaCO_3 ,避光反应 1 h 后,用酶标仪在 765 nm 处测定吸光度。

1.2.11 总黄酮含量的测定 初步参考俞耀文等^[32]的方法,略加改动。以芦丁为标准品测定总黄酮的含量。将 1.0 mL 风味糖浆与 4 mL 60% 乙醇混合均匀,采用 $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3\text{-NaOH}$ 显色法,用酶标仪在 510 nm 处测定吸光度。芦丁标准品溶液浓度在 20~120 μg/mL 范围内线性良好,回归方程为: $y=3.8946x+0.0031$, $R^2=0.9991$ 。

1.2.12 感官分析 本实验由 10 名感官评定员(男:女=1:1)进行感官分析,采用百分制对工艺为:花糖质量比 1:1.2 g/g、浸渍时间为 130.0 h、黄冰糖粒度为 0.780 mm 过 21 目制备的茉莉花风味糖浆评价,从色泽(20 分)、香气(20 分)、口感(30 分)和组织状态(30 分)4 个方面进行感官评价,参照赵荣敏的评分标准^[33],制定评分标准详见表 2。

表 2 风味糖浆感官评价标准

Table 2 Sensory evaluation criteria of flavor syrup

评分项目	评分标准	感官评分(分)
色泽(20 分)	淡黄色,色泽均匀,光泽性好	15~20
	黄色,色泽较均匀,光泽性一般	9~14
	棕黄色,色泽不协调,光泽性较差	1~8
香气(20 分)	茉莉花风味纯正浓郁,无异味	15~20
	茉莉花风味略淡,稍有异味	9~14
	茉莉花风味淡薄,有明显异味	1~8
口感(30 分)	酸甜适中,口感细腻顺滑	24~30
	酸甜比例稍不协调,微甜,饮后喉咙细腻顺滑	18~23
	酸甜比例不协调,过甜,饮后喉咙有阻碍感	1~17
组织状态(30 分)	透明,无分层,无悬浮物	24~30
	较透明,略有沉淀和悬浮物	18~23
	不透明,具有明显分层和悬浮物	1~17

1.3 数据处理

所有实验至少重复三次,结果表示为平均值±标准差($\bar{x} \pm SD$)。采用 Excel 2010、Design Expert 8.0 和 Origin 2019 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 单因素实验

2.1.1 浸渍时间对茉莉花风味糖浆得率的影响 图 1 中随着浸渍时间的增加,茉莉花风味糖浆的得率在

0~96 h 快速增加,之后缓慢增加。在浸渍初期茉莉花内部组织结构仍未改变^[23],此时渗透压大,传质驱动力高,水分向外扩散较快,因此在 0~96 h 茉莉花风味糖浆得率呈现快速增加的趋势;随着时间延长,茉莉花持续失水,细胞内外物质交换已基本达到平衡,浸渍溶液与茉莉花细胞内液体的渗透压逐渐降低,传质驱动力低,导致糖浆得率增速减缓^[34]。96 h 时得率为 38.62%,96~168 h 得率仅增加 1.90%,较为缓慢。所以,综合考虑茉莉花风味糖浆得率,浸渍时间为 96 h 较为适宜。

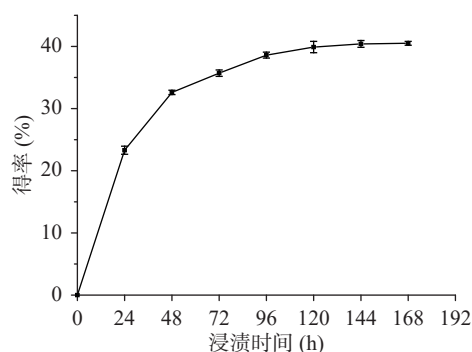


图1 浸渍时间对茉莉花风味糖浆得率的影响

Fig.1 Effect of impregnation time on yield of jasmine flavor syrup

2.1.2 花糖质量比对茉莉花风味糖浆得率的影响

图2中随着花糖质量的增加,茉莉花风味糖浆的得率呈现先升高后缓慢下降的趋势,在 1:1.2 g/g 时得率较高。主要原因是黄冰糖比例的适当增加,水渗出后促进黄冰糖快速溶解,使风味糖浆浓度升高,导致茉莉花和周围糖浆之间的渗透驱动力增加^[8],从而促进茉莉花细胞中水分子快速渗出,故 1:1.2 g/g 时茉莉花风味糖浆得率较高;由图2可知,继续增加黄冰糖质量比,风味糖浆得率降低,原因是过量糖加入使风味糖浆浓度维持在较高水平,体系粘度变大,同时水与溶质占比较小,糖浆中水分活度降低^[20],茉莉花花瓣中水渗出速度变慢,茉莉花细胞层固相吸收会导致高固相亚表层的形成,降低茉莉花与糖浆界面的浓度梯度,对茉莉花细胞水分的去除和固相吸收起到阻

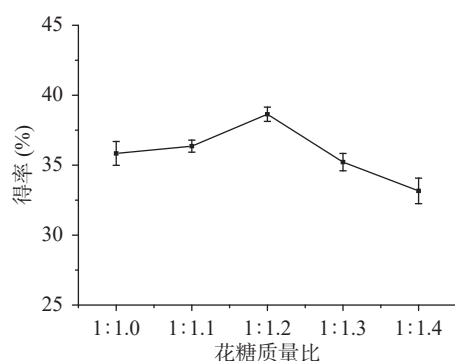


图2 花糖质量比(g/g)对茉莉花风味糖浆得率的影响

Fig.2 Effect of flower sugar ratio (g/g) on yield of jasmine flavor syrup

碍作用^[35],减少水渗透,降低风味糖浆得率。比较分析后,将花糖质量比定为 1:1.2 g/g 作为后续实验的基准。

2.1.3 黄冰糖目数对茉莉花风味糖浆得率的影响

固态浸渍效率与黄冰糖目数并非呈单一相关性;在 6~20 目时茉莉花风味糖浆的得率会随黄冰糖目数的增加呈现快速上升的趋势,20 目之后的得率明显下降,在 20 目时风味糖浆的得率相对较高。图3中随着黄冰糖目数的增大,颗粒粒度减小,茉莉花与黄冰糖的接触面积不断增大,会对浸渍过程产生影响,因此需要进行黄冰糖目数对茉莉花风味糖浆得率影响的实验。随着黄冰糖目数增加,花与糖接触面积增大,致使茉莉花与糖溶液之间渗透驱动力势增加,风味糖浆得率增加;然而随着黄冰糖目数下降较多时,糖粒间隙变窄,促使黄冰糖相互挤压,浸渍液渗出后与茉莉花接触面积减少,风味糖浆粘度和表面张力增大,茉莉花渗出速率受阻,这与尹晓峰^[36]的研究报道相似,因此茉莉花风味糖浆的得率呈现下降趋势。综上所述,当黄冰糖粒度为 0.830 mm 过 20 目时黄冰糖有较好的浸渍效果。

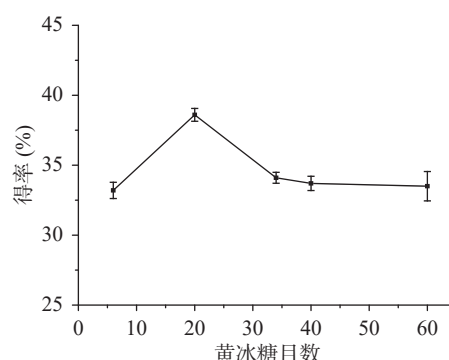


图3 黄冰糖目数对茉莉花风味糖浆得率的影响

Fig.3 Effect of mesh number of yellow multicrystal rock sugar on yield of jasmine flavor syrup

2.2 响应面试验

2.2.1 响应面试验设计与结果 在单因素实验结果的基础上,确定浸渍时间 A、黄冰糖目数 B、花糖质量比 C 为考察因素,以茉莉花风味糖浆得率为响应值,采用 Design expert 8.0 软件设计三因素三水平响应面分析试验,实验方案及结果见表3。

2.2.2 回归方程拟合与方差分析 利用 Design-Expert 软件对表3实验结果进行数据分析,得到浸渍时间 A、黄冰糖目数 B、花糖质量比 C 三个因素与茉莉花风味糖浆得率为目标函数的二次回归模型如下:

$$Y = -96.015 + 0.272A + 0.979B + 177.466C + 3.299E - 0.004AB + 8.681E - 0.003AC - 0.263BC - 1.113E - 0.003A^2 - 0.0167B^2 - 71.417C^2$$

表4是回归模型方差分析和显著性分析,失拟项 $P=0.1503>0.05$,说明实验失拟项不显著,模型能充分反映实际情况;模型 $P<0.0001$,表明回归模型极

表 3 响应面分析方案及实验结果

Table 3 Experimental design and results for response surface analysis				
实验号	A	B	C	Y: 得率(%)
1	0	0	0	39.77
2	-1	-1	0	23.37
3	0	0	0	37.10
4	-1	1	0	23.00
5	0	1	1	31.42
6	0	-1	1	31.64
7	1	-1	0	34.61
8	0	0	0	38.41
9	1	0	1	35.73
10	0	-1	-1	31.21
11	1	1	0	35.57
12	-1	0	1	25.72
13	1	0	-1	33.13
14	-1	0	-1	23.62
15	1	0	0	38.82
16	0	0	0	37.51
17	0	1	-1	33.94
18	0	0	0	37.46

表 4 回归模型的方差分析和显著性分析

Table 4 Variance analysis and significance analysis of for the regression model					
方差来源	总平方和	自由度	均方差	F值	P值(Prob>F)
模型	510.97	9	56.77	33.28	<0.0001
A	234.69	1	234.69	137.56	<0.0001
B	1.20	1	1.20	0.70	0.4258
C	0.85	1	0.85	0.50	0.4999
AB	0.44	1	0.44	0.26	0.6244
AC	0.063	1	0.063	0.037	0.8530
BC	2.18	1	2.18	1.28	0.2915
A ²	145.36	1	145.36	85.20	<0.0001
B ²	46.64	1	46.64	27.34	0.0008
C ²	35.61	1	35.61	20.87	0.0018
残差	13.65	8	1.71		
失拟项	8.52	3	2.84	2.77	0.1503
绝对偏差	5.12	5	1.02		
综合	524.62	17			
R ²	0.9740				
R ² _{Adj}	0.9447				

注: $P<0.01$, 差异极显著; $P<0.05$, 差异显著; $P>0.05$, 差异不显著。

显著; 模型 $R^2=0.9740$, 说明实验选取的 3 个因素及其二次项能解释 R 值变化的 97.40%, 预测结果与实际结果有较好一致性, 模型拟合程度很高; 模型 R^2_{Adj} 为 0.9447, 表明响应值有 94.47% 受实验因素的影响。综上可知, 此模型能很好地描述黄冰糖低温浸渍茉莉花制备茉莉花风味糖浆的各实验因素对风味糖浆产率的影响, 并能利用此模型对制备工艺条件进行分析和预测。

在此模型中, 一次项 A 的 P 值小于 0.01, 对响应值 Y 具有极显著影响, 模型的一次项 B、C 的 P 值均大于 0.05, 影响均不显著; 交互项 AB、AC、BC 的 P 值均大于 0.05, 影响均不显著; 二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 的 P 值均小于 0.01, 都对响应值 Y 具有极显著影

响; 均方值越大, 表明对实验指标的影响越大, 实验 3 个因素对响应值的影响程度为 $A>B>C$, 即浸渍时间>黄冰糖目数>花糖质量比。

2.2.3 最佳工艺条件的确定与验证实验 通过二次回归模型计算相对应的工艺条件为温度为 $5\pm2\text{ }^{\circ}\text{C}$; 花糖质量比 1:1.211 g/g、浸渍时间为 129.996 h、黄冰糖粒度为 0.780 mm 过 21 目, 在此条件下预测风味糖浆得率最大值 39.95%。考虑到实际操作的情况, 将工艺条件设定为花糖质量比 1:1.2 g/g、浸渍时间为 130.0 h、黄冰糖粒度为 0.780 mm 过 21 目, 此时在最优工艺条件下进行 5 次平行验证实验, 测得的茉莉花风味糖浆平均得率为 39.82%, 误差在 3% 以内, 预测值与实际值的拟合性较好, 说明模型准确可靠。王俊涛等^[7] 研究发现固态浸渍芒果的得率为 43.84%, 与本文风味糖浆变化规律相同, 得率受物料质量比、渗透剂种类、原料性质、浸渍时间的影响。浸渍的动力来源于细胞内外浓度差, 从而产生渗透压。茉莉花的可溶性固形物含量为 21.5°Brix, 而芒果仅为 11~13°Brix, 芒果细胞内外渗透压较大, 因此脱水效率更高。

2.3 茉莉花风味糖浆的理化特征

玫瑰风味糖浆是将玫瑰花冷冻干燥粉碎后加水 and 糖高温熬煮而制得的风味糖浆^[4], 代表传统的制作工艺, 与其相比本文的制作工艺比传统的制作工艺更有优势; 蓝柑风味糖浆以液体糖为原料, 外源加入柠檬酸、食用香精、亮蓝调配而成^[37], 与其相比, 茉莉花风味糖浆没有外源添加, 且品质更均匀; 芒果风味糖浆是由芒果与红糖逐层加入常温发酵 90 d 制得^[38], 与本文的制备方法较为一致, 二者都将物料与固体糖直接混合, 本文浸渍时间更短, 但其理化特征(pH、可溶性固形物、颜色等)更能满足市场对风味糖浆的需求。由表 5 可知, 茉莉花风味糖浆可溶性固形物含量较高, 这可能会使其在饮料、奶茶和调味品制备中较受欢迎; 传统的玫瑰风味糖浆 pH3.43、蓝柑风味糖浆 pH 在 3.00 左右、芒果风味糖浆 pH4.50, 酸味太重, 刺激性较强, 久置后色泽变暗; 与之相比茉莉花风味糖浆的酸度适中, 口感较佳, 且水分含量较低, 便于储存运输; 茉莉花风味糖浆 L^* 值较大, 表明产品较亮。在低温浸渍过程中不仅可以保存茉莉花天然的风味、颜色和一些热感营养成分, 风味峰值较高, 糖浆口感纯正, 能够弥补市场对风味糖浆的需求, 而且符合国家食品工业用浓缩液(汁、浆)^[39] 的感官要求。

2.4 茉莉花风味糖浆的感官分析

10 名感官评定员对最优工艺条件下制备的茉莉花风味糖浆进行感官评价, 平均得分为 88.5 分。产品总体呈现淡黄色, 色泽均匀, 光泽性好; 酸甜适中, 口感细腻顺滑; 透明、无分层、无悬浮物; 具有茉莉花特有的香气, 风味纯正柔和, 无异味。

3 结论

本实验将黄冰糖和茉莉花混合浸渍制备茉莉花

表5 茉莉花风味糖浆的理化特征

Table 5 Physicochemical properties of jasmine flavor syrup

参数	茉莉花风味糖浆	玫瑰风味糖浆 ^[4]	芒果风味糖浆 ^[34]
水分含量(%)	35.89±1.12	54.27	7.09±0.03
pH	5.45±0.15	3.43	4.50±0.00
可溶性固形物(°Brix)	64.2±0.40	—	57.96±0.06
粘度(mPa·s)	120.00±3.00	500	264.57±8.18
总酚含量(mg/g)	0.49±0.05	—	—
总黄酮含量(mg/g)	0.24±0.03	1.69	—
颜色数值L*	49.79±0.21	—	17.86±0.06
a*	-1.22±0.09	—	2.85±0.94
b*	31.56±1.05	—	1.97±0.40

风味糖浆,研究了浸渍时间、黄冰糖目数和花糖质量比三个方面对茉莉花风味糖浆得率的影响。通过单因素实验和响应面优化试验,确定黄冰糖低温浸渍茉莉花制备茉莉花风味糖浆的最佳工艺参数为:浸渍时间 130.0 h、花糖质量比 1:1.2 g/g、黄冰糖粒度为 0.780 mm 过 21 目,此条件下茉莉花风味糖浆得率最大为 39.82%,与模型预测值 39.95% 基本接近。根据响应面实验结果,得出浸渍时间对茉莉花风味糖浆的影响极显著,发现对风味糖浆得率的影响程度为浸渍时间>黄冰糖目数>花糖质量比,本文所建立的预测模型可以较好地用于茉莉花风味糖浆得率的预测。将茉莉花开发成新的增值产品即茉莉花风味糖浆,将提高茉莉花的利用率、营养和农业收入,开辟风味糖浆制备的新途径。

参考文献

- [1] 张卫东. 月饼用糖浆的研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2014. [ZHANG W D. Study on syrup used in moon cake[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2014.]
- [2] 胡晓文, 张永明, 王娜. 广式月饼工艺条件的优化 [J]. 中国食物与营养, 2008(7): 45-47. [HU X W, ZHANG Y M, WANG N. Optimization of processing conditions for cantonese mooncake [J]. Food and Nutrition in China, 2008(7): 45-47.]
- [3] 张倍宁, 谢雪莲, 赖健. 酶法制备玫瑰糖浆的工艺研究 [J]. 粮油加工, 2010(12): 159-162. [ZHANG B N, XIE X L, LAI J. Study on enzymatic preparation of rose syrup [J]. Cereals and Oils Processing, 2010(12): 159-162.]
- [4] 陈继华. 中国苦水玫瑰糖浆的研制及生物活性的研究 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017. [CHEN J H. Studies on the Chinese Kushui rose syrup and its biological activity[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2017.]
- [5] 林庆生, 曾祥燕. 蔗糖溶液浓度对强酸阳离子树脂催化水解的影响 [J]. 食品科学, 2004(9): 56-58. [LIN Q S, ZENG X Y. The effect of the concentration on inversion of sucrose solution by cation-exchange-resin [J]. Food Science, 2004(9): 56-58.]
- [6] 潘艺, 林庆生. 强酸性阳离子树脂对高浓度蔗糖溶液的水解催化研究 [J]. 现代食品科技, 2006(3): 65-66. [PAN Y, LIN Q S. Study on hydrolysis of high-concentration sucrose solution catalysed by strong acid cation resin [J]. Modern Food Science and Technology, 2006(3): 65-66.]

- [7] 王俊涛, 滕建文, 韦保耀, 等. 不同渗透方式对芒果脱水效率和品质的影响 [J]. 食品科学, 2021, 42(1): 149-156. [WANG J T, TENG J W, WEI B Y, et al. Effects of different osmosis methods on the dehydration efficiency and quality of mango [J]. Food Science, 2021, 42(1): 149-156.]
- [8] ASSIS F R, MORAIS R M S C, MORAIS A M M B. Mass transfer in osmotic dehydration of food products: Comparison between mathematical models [J]. Food Engineering Reviews, 2016, 8(2): 116-133.
- [9] 李为强, 宋亚. 渗透脱水传质过程的国内外研究进展 [J]. 辽宁化工, 2016, 45(4): 507-511, 515. [LI W Q, SONG Y. Domestic and foreign research progress in mass transfer process during osmotic dehydration [J]. Liaoning Chemical Industry, 2016, 45(4): 507-511, 515.]
- [10] 张莉会, 廖李, 汪超, 等. 超声和渗透预处理对干燥草莓片品质及抗氧化活性影响 [J]. 现代食品科技, 2018, 34(12): 196-203. [ZHANG L H, LIAO L, WANG C, et al. Effects of ultrasonic and osmotic pretreatment on quality and antioxidant activity of dried strawberry slices [J]. Modern Food Science and Technology, 2018, 34(12): 196-203.]
- [11] 张友峰, 邓洁红, 张华. 草莓脯加工工艺优化研究 [J]. 包装与食品机械, 2013, 31(5): 15-18. [ZHANG Y F, DENG J H, ZHANG H. Optimization on processing technology of preserved strawberries [J]. Packaging and Food Machinery, 2013, 31(5): 15-18.]
- [12] 冯春梅, 李建强, 温立香, 等. 原味芒果干无硫加工品质提升的工艺优化 [J]. 南方农业学报, 2015, 46(7): 1292-1296. [FENG C M, LI J Q, WEN L X, et al. Optimization of non-sulfur process for promoting quality of natural-taste dehydrated mango [J]. Journal of Southern Agriculture, 2015, 46(7): 1292-1296.]
- [13] ZHANG K S, SHE J. Studies on the quality control of low-sugar preserved kiwifruit [J]. Advanced Materials Research, 2011, 268-270: 16-19.
- [14] 芦宇, 焦天慧, 李萌萌, 等. 响应面法优化糖渍山药姜片工艺及其质构特性 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(18): 189-194. [LU Y, JIAO T H, LI M M, et al. Optimization of suger-infused ginger slices technology by response surface methodology and its texture properties [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(18): 189-194.]
- [15] 林启训, 傅坤仁. 切片番木瓜糖溶液渗透脱水的影响因素分析 [J]. 福建农业大学学报, 2000(1): 110-114. [LIN Q X, FU K R. Analysis of the factors relative to osmosis dehydration of papaya slice in sugar solution [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University, 2000(1): 110-114.]
- [16] 张慊, 王成芝, 李春丽. 茄子渗透脱水及渗后干燥的研究 [J]. 农业工程学报, 1992(4): 97-101. [ZHANG M, WANG C Z, LI C L. Study on osmotic dehydration and post-osmotic drying of eggplant [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 1992(4): 97-101.]
- [17] 李媛, 刘通讯, 叶盛英, 等. 超声波预处理对胡萝卜渗透脱水技术初探 [J]. 食品工业科技, 2003(7): 26-28. [LI Y, LIU T X, YE S Y, et al. Preliminary study on osmotic dehydration of carrot by ultrasonic pretreatment [J]. Science and Technology of Food In-

- dustry, 2003(7): 26-28.]
- [18] 杨大恒, 赵宜范, 张丽红, 等. 物理场辅助渗透脱水技术及其在果蔬干燥中的应用 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(13): 435-440. [YANG D H, ZHAO Y F, ZHANG L H, et al. Physical field-assisted osmotic dehydration technology and its application in fruit and vegetable drying[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(13): 435-440.]
- [19] 黄发新, 王圣武, 肖芳洪. 芒果果脯的研制 [J]. 食品工业科技, 2000(3): 43-44. [HUANG X F, WANG S W, XIAO F H. Preparation of preserved mango fruit[J]. Science and Technology of Food Industry, 2000(3): 43-44.]
- [20] ATARES L, SOUSA GALLAGHER M J, OLIVEIRA F A R. Process conditions effect on the quality of banana osmotically dehydrated[J]. Journal of Food Engineering, 2011, 103(4): 401-408.]
- [21] 刘芳. 横县茉莉花茶茶产业发展现状及对策研究 [J]. 广西农学报, 2019, 34(5): 37-39. [LIU F. Study on current situation and development countermeasures of jasmine tea industry in Heng county[J]. Journal of Guangxi Agriculture, 2019, 34(5): 37-39.]
- [22] SHAHIDI B, SHARIFI A, ROOZBEH NASIRAE L, et al. Phenolic content and antioxidant activity of flaxseed (*Descurainia sophia*) seeds extracts: ranking extraction systems based on fuzzy logic method[J]. Sustainable Chemistry and Pharmacy, 2020, 16: 100245.]
- [23] SHI X Q, MAUPOEY P F. Mass transfer in vacuum osmotic dehydration of fruits: A mathematical model approach[J]. LWT-Food Science and Technology, 1994, 27(1): 67-72.]
- [24] 苗钧魁, 魏书磊, 刘小芳, 等. 响应面法优化南极磷虾油微胶囊喷雾干燥制备工艺的研究 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(12): 139-144. [MIAO J K, WEI S L, LIU X F, et al. Optimization of spray drying process of antarctic krill oil microcapsule by response surface methodology[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(12): 139-144.]
- [25] 崔妍, 杨丹璐, 陈姗姗, 等. 基于主成分分析法的泡菜风味马铃薯饼干研制 [J]. 食品研究与开发, 2021, 42(18): 116-122. [CUI Y, YANG D L, CHEN S S, et al. Optimal preparation of kimchi-flavored potato biscuits based on principal component analysis[J]. Food Research and Development, 2021, 42(18): 116-122.]
- [26] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.3-2016 食品中水分的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [National Health and Family Planning Commission of the P.R.C. GB 5009.3-2016 Determination of moisture in foods[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]
- [27] 李涵, 杨雪莲, 贾凯杰, 等. 褪黑素处理对百香果采后贮藏品质的影响 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(20): 294-300. [LI H, YANG X L, JIA K J, et al. Effect of melatonin treatment on storage quality of passion fruit after harvest[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(20): 294-300.]
- [28] 刘金峰. pH 计的原理、使用方法和维护. 口腔护理用品工业 [J], 2019, 29(2): 35-36. [LIU J F. pH meter principle, use and maintenance[J]. Oral Care Industry, 2019, 29(2): 35-36.]
- [29] 杨兆甜, 李方巍, 王震昊, 等. 食品颜色评价及在食品工业中的应用 [J]. 食品工业科技, 2021: 1-10. [YANG Z T, LI F W, WANG Z H, et al. Food color evaluation and application in food industry[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021: 1-10.]
- [30] 杨斌, 程杰, 李国芳. 浅谈旋转粘度计的使用 [J]. 现代制造技术与装备, 2014(2): 52-58. [YANG B, CHENG J, LI G F. Discussion on the use of rotary viscometer[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2014(2): 52-58.]
- [31] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 8313-2018 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018. [State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of China. GB/T 8313-2018 Determination of total polyphenols and catechins content in tea[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.]
- [32] 俞耀文, 戴国庆, 华浩立, 等. 乙醇-硫酸铵双水相体系提取桃花总黄酮及其抗氧化性能 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(4): 187-195. [YU Yaowen, DAI Guoqing, HUA Haoli, et al. Ethanol-ammonium sulfate aqueous two-phase extraction of total flavonoids from peach blossom and its antioxidant activity[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(4): 187-195.]
- [33] 赵荣敏. 响应面优化沙棘蓝莓复合饮料发酵工艺及品质分析 [J]. 美食研究, 2021, 38(3): 90-95. [ZHAO R M. Optimization of fermentation and quality analysis of composite beverage with seabuckthorn and blueberry by response surface methodology[J]. Journal of Researches on Dietetic Science and Culture, 2021, 38(3): 90-95.]
- [34] ALAKALI J S, ARIAHU C C, NKPA N N. Kinetics of osmotic dehydration of mango[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2006, 30(5): 597-607.]
- [35] SINGH B, HATHAN B S, SINGH B, et al. Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of beetroot cubes in sucrose solution[J]. International Journal of Computer Applications, 2016.]
- [36] 尹晓峰. 辣椒渗透联合干燥特性研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2017. [YIN X F. Characterization of osmotic dehydration based combination drying of chili pepper[D]. Chongqing: Southwest University, 2017.]
- [37] 姚宇晨, 毋思敏, 苏晓霞, 等. 蓝柑风味糖浆货架期预测模型的建立与评价 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(2): 255-262. [YAO Y C, WU S M, SU X X, et al. Establishment and evaluation of the shelf life prediction model of blue mandarin flavor syrup[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(2): 255-262.]
- [38] RAMALINGAM S, DHATCHANAMOORTHY I, ARUMUGAM A, et al. Functional, nutritional, antinutritional, and microbial assessment of novel fermented sugar syrup fortified with premature fruits of totapuri mango and star gooseberry[J]. LWT-Food Science and Technology, 2021: 136.]
- [39] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 17325-2015 食品工业用浓缩液(汁、浆)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015. [National Health and Family Planning Commission of the P. R. C. GB 17325-2015 Concentrated liquid (juice, slurry) for food industry[S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.]