

紫山药海绵蛋糕配方与工艺研究

孙 佳

(辽宁农业职业技术学院, 辽宁营口 115009)

摘 要: 以紫山药粉为主要原料, 开发研制紫山药海绵蛋糕。通过单因素试验、正交试验和质构特性分析得到最优配方: 以混合粉质量 100 g 为基准(低筋面粉 85 g + 紫山药粉 15 g), 鸡蛋 160 g、白砂糖 120 g、植物油 15 g、蛋糕油 4 g、柠檬酸 0.3 g, 以此配方生产的紫山药海绵蛋糕营养丰富, 内部呈紫红色, 具有适宜的紫山药风味。

关键词: 紫山药; 海绵蛋糕; 感官评分; 比体积; 质构特性

Study on recipe and technology of purple yam sponge cake

SUN Jia

(Liaoning Agricultural Technical College, Yingkou 115009, Liaoning, China)

Abstract: Purple yam sponge cake was developed with purple yam powder as main raw material. The optimum formula was obtained by single factor test, orthogonal test and texture analysis: based on 100 g of mixed powder (low gluten flour 85 g + purple yam powder 15 g), egg 160 g, white granulated sugar 120 g, vegetable oil 15 g, cake emulsifier 4 g and citric acid 0.3 g. The purple yam sponge cake produced by this formula was rich in nutrition, with amaranth inside and suitable purple yam flavor.

Key words: purple yam; sponge cake; sensory score; specific volume; texture property

中图分类号: TS213.23 文献标志码: A 文章编号: 1008-9578(2022)04-0135-04

紫山药, 因肉质呈亮紫色, 表皮呈紫褐色, 又称为“紫人参”, 紫山药的种植具有明显的地域性, 在福建、贵州、云南、江苏、浙江等地均有大面积种植^[1]。紫山药营养丰富并含有多种具有保健作用的功能成分, 如富含花青素、薯蓣皂、多糖、尿囊素、胆碱多酚氧化酶、麦角甾醇、胆甾醇等, 具有降血糖、调节血压、抗衰老、抗肿瘤突变和增强免疫力等功效^[2]。紫山药既是蔬菜, 也是药材, 资源丰富, 但不易贮藏, 所以研究和开发紫山药食品, 具有重要意义和极大的经济效益。本试验以紫山药粉作为原料, 与传统的海绵蛋糕制作工艺相结合, 制作紫山药海绵蛋糕, 通过单因素试验和正交试验, 并以感官评分、比体积和质构特性作为依据, 确定紫山药海绵蛋糕的最佳配方, 为紫山药在烘焙食品中的应用奠定了一定的研究基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

低筋面粉、白砂糖、蛋糕油、紫山药、植物油、鸡蛋、柠檬酸, 市售。

1.2 仪器设备

SL-N 系列电子天平, 上海民桥精密科学仪器有限公司; DGX-4243BC-1 型电热恒温鼓风干燥箱, 上海福玛实验设备有限公司; 高速万能粉碎机, 天津市泰斯特仪器有限公司; SM-5L 型新麦打蛋器、SM-603S 电烤炉, 无锡新麦机械有限公司; TMS-PRO 食品物性分析仪, 美国 FTC 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

原料预处理 → 面糊调制 → 注模 → 烘烤 → 冷却 → 包装 → 成品

1.3.2 操作要点

1.3.2.1 原料预处理

将紫山药洗净去皮, 沥干水分后切成 1~2 mm 的薄片, 于 100 ℃ 蒸煮 10~15 min 后, 置于电热恒温鼓风干燥箱中, 以 60 ℃ 烘 24 h, 将烘干的紫山药放入磨粉机粉碎后过 150 μm 的筛, 得到紫山药粉成品, 密封保存备用。

1.3.2.2 面糊调制

将鸡蛋和白砂糖放入打蛋器中低速混匀, 高

收稿日期: 2020-07-12

基金项目: 辽宁农业职业技术学院 2020 年院级科研项目 (Lnz202022)

作者简介: 孙佳(1988—), 女, 讲师, 硕士, 研究方向为食品加工和食品机械研究。

速搅拌至蛋液体积膨胀2~3倍,蛋液由黄色变发白状时加入蛋糕油,高速搅拌使体积快速膨发,当提起搅拌桨蛋液呈公鸡尾状时,加入已过筛的紫山药粉、低筋面粉和柠檬酸,低速搅拌至没有干粉,边低速搅拌边加入植物油,搅拌至没有油星即可。

1.3.2.3 注模

将蛋糕糊装入裱花带后挤入梅花糕模具中,蛋糕糊的装入量为模具容量的70%~80%为宜。

1.3.2.4 烘烤

在面火200℃、底火190℃下烘烤15 min,烘烤至表面为金黄色即可。

1.3.2.5 冷却、包装、成品

蛋糕冷却、脱模、包装后即得紫山药海绵蛋糕成品。

1.4 检测指标

1.4.1 比体积测定

采用小颗粒填充剂,即小米置换法测定蛋糕体

积,称重法测定蛋糕重量,体积与重量之比即为比体积,每一样品测定3次,结果取平均值^[3]。蛋糕比体积按式(1)计算。

$$\text{比体积} = \frac{V}{m} \quad (1)$$

式中:蛋糕比体积,mL/g;V为蛋糕体积,mL;m为蛋糕质量,g。

1.4.2 质构特性分析

TMS-PRO食品物性分析仪参数设定:TPA模式,P/37探头,测前速率1 mm/s,测试速率1 mm/s,测后速率1 mm/s,压缩比为60%,每次测试重复3次,结果取平均值,对蛋糕的硬度、咀嚼性、弹性、胶黏性和内聚性等质构特性进行测定^[4]。

1.4.3 感官评定

感官评定小组由具有一定专业感官评价经验的5名男评审员和5名女评审员组成,分别从形态、色泽、气味、口感和组织状态5个方面进行感官评定,结果取平均值^[5],具体评分标准如表1所示。

表1 紫山药海绵蛋糕的感官评分标准

等级	形态	色泽	气味	口感	组织状态
15~20	外形完整,无塌陷,无缺损,大小一致。	表皮油润有光泽,内部呈较明亮的紫红色。	具有适宜的紫山药风味,烘烤后的蛋糕的香味,无蛋腥味。	口感细腻,松软适口,无粗糙感,不粘牙。	细腻,有弹性,切面气孔大小均匀。
9~14	外形较完整,稍有塌陷和缺损,大小较一致。	表面光泽度稍差,内部色泽稍浅或稍深。	紫山药风味稍淡,蛋糕的香味稍差,稍有蛋腥味。	口感较细腻,松软度稍差,有粗糙感,轻微粘牙。	弹性稍差,切面有少量较大孔洞。
0~8	外形不完整,塌陷和缺损严重,大小不一致。	表面无光泽,内部色泽过深或过浅。	基本无紫山药风味,蛋糕的香味差,蛋腥味重。	口感不细腻,不松软,蛋糕粗糙,发粘。	弹性差,切面气孔大且不均匀。

1.5 试验设计

1.5.1 单因素试验设计

以混合粉质量100 g为基准(低筋面粉85 g+紫山药粉15 g),鸡蛋添加量160 g、白砂糖添加量120 g、植物油添加量15 g、蛋糕油添加量4 g、柠檬酸添加量0.3 g的基础上,以感官评分和比体积为指标,进行单因素试验,分别考察确定紫山药粉添加量、白砂糖添加量、植物油添加量和柠檬酸添加量对海绵蛋糕品质的影响。

1.5.2 正交试验设计

表2 紫山药海绵蛋糕的正交试验因素水平表

水平	因素			
	A 紫山药粉	B 白砂糖	C 植物油	D 柠檬酸
1	15	110	10	0.2
2	20	120	15	0.3
3	25	130	20	0.4

根据单因素试验结果,设计 $L_9(3^4)$ 的正交试验,确定紫山药粉、白砂糖、植物油和柠檬酸对紫山药海绵蛋糕品质的影响,并分析得到最优产品配方。因素水平见表2。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 紫山药粉添加量对紫山药海绵蛋糕品质的影响

由图1可知:随着紫山药粉添加量的增加,蛋糕的感官评分呈先上升后下降的趋势,这是因为紫山药粉的添加赋予了蛋糕紫山药香气,产品呈现悦人的紫红色,但过量紫山药粉的加入会使蛋糕颜色过深,组织粗糙。随着紫山药粉添加量的增加,蛋糕的比体积呈下降趋势,这是因为紫山药粉中不含有面筋蛋白,无法形成面筋的网络结构,气体包裹量减少,持气力降低^[6]。综上所述,确定紫山药粉添加量为15、20和25 g 3个水平。

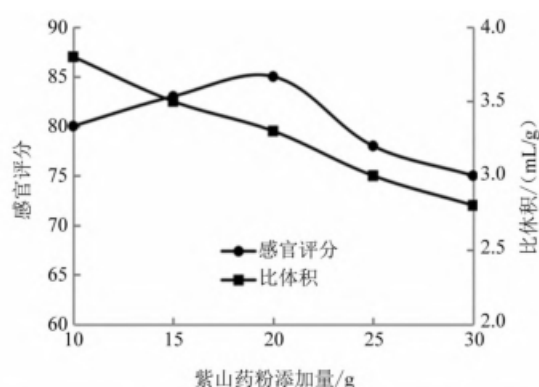


图1 紫山药粉添加量对紫山药海绵蛋糕品质的影响

2.1.2 白砂糖添加量对紫山药海绵蛋糕品质的影响

由图2可知:随着白砂糖添加量的增加,感官评分和比体积呈先上升后下降的趋势,当白砂糖添加量在120 g时,感官评分和比体积最高,这是因为糖的用量对打蛋效果、蛋糕体积和产品的口感有着直接的影响,当糖加入的少时,蛋糕甜味太淡,形成的蛋白泡沫不牢固易消失,搅拌时间长,蛋糕体积小,口感坚韧。当糖的添加量过大时,蛋糕过甜,蛋液黏稠度过大,形成的气泡很重,不能吸入充足的空气,蛋糕组织不均匀、不紧密^[7]。综上所述,确定白砂糖添加量为110、120和130 g 3个水平。

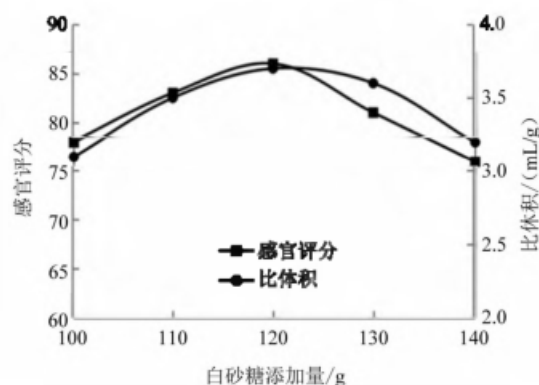


图2 白砂糖添加量对紫山药海绵蛋糕品质的影响

2.1.3 植物油添加量对紫山药海绵蛋糕品质的影响

由图3可知:随着植物油添加量的增加,感官评分呈先上升后下降的趋势,这是因为适量油脂的加入能降低蛋糕过大的韧性,使蛋糕口感更佳松软细腻,达到优质蛋糕的品质,但过量添加油脂会使蛋糕太油腻,且不利于人体健康。随着植物油的加入,比体积呈下降趋势,这是因为油脂对蛋白有消泡作用,海绵蛋糕的特性是以蛋为主要膨胀原料,

搅拌过程中添加油脂会严重影响蛋液起泡,使蛋糕的比体积降低^[8]。综上所述,确定植物油的添加量为10、15和20 g 3个水平。

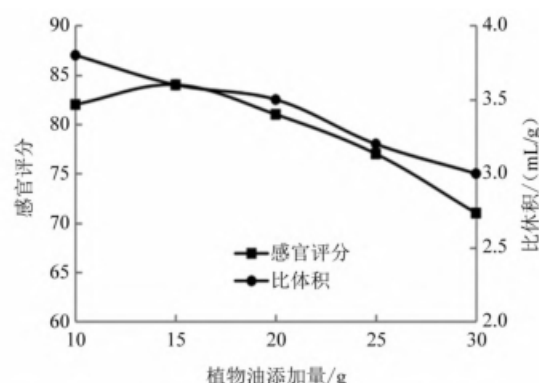


图3 植物油添加量对紫山药海绵蛋糕品质的影响

2.1.4 柠檬酸添加量对紫山药海绵蛋糕品质的影响

由图4可知:随着柠檬酸添加量的增加,紫山药的感官评分和比体积呈先上升后下降的趋势,这是因为一方面紫山药中花青素的颜色随着溶液pH的变化而变化,当溶液的pH < 7时呈红色,溶液的pH = 7~8时呈紫色,当溶液pH > 11时,鸡蛋为碱性物质,会使紫山药的花青素呈现蓝黑色,蓝黑色的蛋糕不易引起人们的食欲,而柠檬酸的加入会调节面糊的pH,使蛋糕呈现悦人的紫红色,但柠檬酸不易加入过多,会使蛋糕酸味变重^[9]。另一方面,柠檬酸中和了蛋白的碱性,促进蛋白打发形成稳定的泡沫,但柠檬酸过量加入,会导致糖蛋白不稳定,影响产品的体积。综上所述,确定柠檬酸的添加量为0.2、0.3和0.4 g 3个水平。

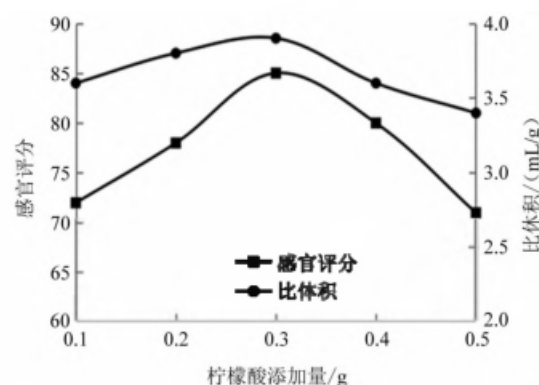


图4 柠檬酸添加量对紫山药海绵蛋糕品质的影响

2.2 正交试验

按正交试验设计分别进行感官评分和比体积测定,结果见表3。

表3 紫山药海绵蛋糕配方正交试验设计及结果

试验号	A	B	C	D	感官	比体积/ 评分 (mL/g)
1	1	1	1	1	78.4	3.72
2	1	2	2	2	86.2	3.84
3	1	3	3	3	76.7	3.35
4	2	1	2	3	77.6	3.66
5	2	2	3	1	82.5	3.38
6	2	3	1	2	83.3	3.47
7	3	1	3	2	79.5	3.03
8	3	2	1	3	75.3	3.28
9	3	3	2	1	79.2	3.15
感官	k_1	80.43	78.50	79.00	80.03	
	k_2	81.13	81.33	81.00	83.00	
	k_3	78.00	79.73	79.57	76.53	
	R	3.13	2.83	2.00	6.47	
比体积	k'_1	3.64	3.47	3.49	3.42	
	k'_2	3.50	3.50	3.55	3.45	
	k'_3	3.15	3.32	3.34	3.43	
	R'	0.48	0.18	0.21	0.03	

由表3可知:各因素对紫山药海绵蛋糕感官评分影响的主次顺序为柠檬酸添加量>紫山药粉添加量>白砂糖添加量>植物油添加量,最优组合为 $A_2B_2C_2D_2$,即紫山药粉添加量20 g、白砂糖添加量120 g、植物油添加量15 g、柠檬酸添加量0.3 g时,紫山药海绵蛋糕的感官品质最佳。影响蛋糕比体积的主次因素是紫山药粉添加量>植物油添加量>白砂糖添加量>柠檬酸添加量,最优组合为 $A_1B_2C_2D_2$,即紫山药粉添加量15 g、白砂糖添加量120 g、植物油添加量15 g、柠檬酸添加量0.3 g时,紫山药海绵蛋糕的比体积最佳。

2.3 质构特性分析

利用质构仪分别测定正交试验感官评分最优组合 $A_2B_2C_2D_2$ 和比体积最优组合 $A_1B_2C_2D_2$ 的硬度、咀嚼性、弹性、胶黏性和内聚性,并通过与消费者满意度高的海绵蛋糕质构特性的比较,确定出最佳的配方组合。由表4可知: $A_1B_2C_2D_2$ 的质构特性更接近于市售样品,所以确定紫山药海绵蛋糕的最佳配方为紫山药粉添加量15 g、白砂糖添加量120 g、植物油添加量15 g和柠檬酸添加量0.3 g,此时紫山药海绵蛋糕的综合品质更优。

表4 质构特性测定结果

质构 分析指标	试验样品		
	市售海绵蛋糕/对照	$A_2B_2C_2D_3$	$A_1B_2C_2D_2$
硬度/N	4.27	5.09	4.57
咀嚼性/mJ	16.26	21.10	18.20
弹性/mm	10.3	8.96	9.59
胶黏性/N	2.97	3.36	3.12
内聚性	0.63	0.65	0.64

3 结论

通过单因素试验、正交试验和质构特性分析得出紫山药海绵蛋糕的最优配方为以混合粉质量100 g为基准(低筋面粉85 g+紫山药粉15 g)、鸡蛋160 g、白砂糖120 g、植物油15 g、蛋糕油4 g、柠檬酸0.3 g,在200℃/190℃下烘烤15 min得到的紫山药海绵蛋糕的综合品质最佳,以此配方生产的紫山药海绵蛋糕内部呈紫红色,具有紫山药风味,切面呈均匀细密蜂窝状,口感细腻有弹性,为紫山药在焙烤行业的应用提供了技术支持。

〔参考文献〕

- [1] 张丽梅. 紫山药多糖抗衰老活性及其机制研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2018.
- [2] 阮思莲. 紫山药花青素提取抗性淀粉制备及饮料研发[D]. 福州: 福建农林大学, 2015.
- [3] 赵谢, 甘巧, 汤思忆, 等. 黑芝麻蛋糕配方优化及质构特性研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(1): 105 - 110.
- [4] 段丽丽, 徐向波, 汤思忆, 等. 响应面法优化黑芝麻戚风蛋糕的制作工艺[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(4): 49 - 53.
- [5] 吴存兵, 李红涛, 李西腾, 等. 无糖淮山药蛋糕的研制[J]. 食品工业科技, 2014, 35(19): 242 - 246.
- [6] 陈芳芳. 紫薯粉对面团烘焙特性的影响及其机理[D]. 上海: 华东理工大学, 2014.
- [7] 钟志惠. 西点生产技术大全[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [8] 马莹. 马铃薯全粉蛋糕工艺研究及品质分析[D]. 银川: 宁夏大学, 2018.
- [9] 范会平, 王娜, 邵建峰, 等. 紫薯低糖清蛋糕的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2014(2): 23 - 27.