

紫薯添加量对四川凉蛋糕品质的影响研究

侯智勇¹, 杨静², 罗文³, 卢雪松^{3*}, 黄燕¹

(1. 四川旅游学院 食品学院, 四川 成都 610100; 2. 四川旅游学院 经济管理学院, 四川 成都 610100;

3. 四川旅游学院 烹饪学院, 四川 成都 610100)

摘要: 采用线性模型综合评价法分析紫薯添加量对四川凉蛋糕品质的影响。以面粉与紫薯粉的混合比例作为考察因素, 选取感官质量与部分理化指标为综合评价指标, 进行指标显著性差异、相关性分析, 综合评价紫薯凉蛋糕的品质变化。结果表明: 随着紫薯添加量的增加, 凉蛋糕比容显著降低, L 值、 b 值显著下降, a 值显著上升; 紫薯凉蛋糕硬度、胶黏性与紫薯添加量呈极显著正相关, 咀嚼性、弹性无显著相关性; 当混合粉比例(面粉:紫薯粉)为7:3时, 紫薯凉蛋糕感官评分值最高, 品质综合评价效果最佳, 试验结果可为紫薯凉蛋糕的开发与应用提供一定的研究基础。

关键词: 紫薯粉; 凉蛋糕; 添加量; 品质影响

中图分类号: TS 972.13

文献标识码: A

文章编号: 2095-8730(2018)03-0027-05

紫薯(*Ipomoea batatas* Poir) 又名紫甘薯、黑薯, 因富含花青素而呈紫色, 长期食用具有抗衰老、抗突变、降血压等保健功效。^[1] 四川凉蛋糕是蒸制蛋糕, 风味独特, 其色泽乳黄、口感绵软、细腻柔和、口味香甜, 适合家庭制作, 应用范围较广。^[2] 在传统面食点心的制作中添加紫薯, 可赋予食品鲜艳的色泽, 又可提高食品营养价值。

目前, 紫薯的应用主要集中在理化性质的研究和加工简单的烘焙食品, 针对紫薯添加量对四川凉蛋糕品质影响的研究鲜有报道。本文研究紫薯添加量对四川凉蛋糕品质的影响, 以期紫薯在凉蛋糕中的开发与应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

白砂糖、面粉、鸡蛋: 成都市龙泉驿区平安菜市场; 紫薯粉: 厦门圣王生物科技有限公司。

1.2 仪器

DC-P3 全自动色差计: 北京兴光测色仪器有限公司; TMS-PRO 食物物性分析仪: 美国 FTC 公司; JY20002 电子天平: 上海舜宇恒平科学仪器

有限公司; 101 型电热干燥箱: 苏州通韵节能环保烘箱制造有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 基础配方

紫薯凉蛋糕的基础配方为: 全蛋液 150 g、白砂糖 100 g、低筋面粉与紫薯粉混合粉 80 g、色拉油 10 g、蛋糕油 7 g、香兰素 1 g。^[2]

1.3.2 工艺流程

紫薯凉蛋糕的工艺流程如下:

预制混合粉→制备蛋液→调制面糊→注入蛋糕杯→蒸制→冷却→成品。^[2]

将低筋面粉、紫薯粉分别过筛(60目), 按照相应比例拌和成混合粉。全蛋液中加入白砂糖、蛋糕油、香兰素, 用搅拌器搅拌均匀。加入混合粉, 用刮刀切拌均匀, 拌入色拉油。^[3] 把已调制好的面糊均匀注入蛋糕纸杯中, 旺火沸水蒸制约 15 min, 出笼后冷却即成。

1.3.3 单因素试验

选取低筋面粉与紫薯粉的混合比例(面粉:紫薯粉)作为考察因素, 以比容、色差、质构、感官质量为评价指标进行单因素试验, 根据线性模型

收稿日期: 2018-04-23 * 通信作者

基金项目: 四川省社会科学重点研究基地——川菜发展研究中心立项课题(CC16Z09); 四川省社会科学重点研究基地——四川旅游发展研究中心立项课题(LYC17-03); 四川省教育厅立项课题(18SA0187)

作者简介: 侯智勇(1983-), 男, 四川阆中人, 四川旅游学院食品学院副教授, 从事食品科学与工程研究;

卢雪松(1982-), 男, 黑龙江桦川人, 四川旅游学院烹饪学院副研究员, 从事传统食品加工与贮藏研究。

进行品质综合评分,分析因素变化对紫薯凉蛋糕品质的影响。

1.4 理化性状测定

1.4.1 紫薯凉蛋糕比容测定

采用菜籽法测定紫薯凉蛋糕体积,计算公式如下: $C = V/N$ 。

式中: C 为紫薯凉蛋糕比容(mL/g); V 为紫薯凉蛋糕体积(mL); N 为紫薯凉蛋糕质量(g)。^[4]

1.4.2 紫薯凉蛋糕色泽的测定

采用色差计测量。选取紫薯凉蛋糕表皮中心附近5个不同部位于样品槽中,测定 L 、 a 、 b 值,每个部位取5次进行测定。

1.4.3 紫薯凉蛋糕质构特性的测定

使用质构仪测定,采用 R36 探头,在 TPA 模式下进行实验。测试速度为 1.0 mm/s,形变量为 50%,分别测定紫薯凉蛋糕的硬度、弹性、内聚性和胶黏性。^[5]

1.4.4 感官评定

挑选5名长期从事食品研究的专家,按照评定标准对样品进行感官质量评价,评价指标及标准见表1所示。^[2]

表1 紫薯凉蛋糕的感官评分标准

指标	标准	分值
色泽与外观 (25分)	表面有光泽,色泽均匀,无斑点,呈自然紫红色;外形平整,无破碎、无沾边、无泵顶等现象	21~25
	表面光泽暗淡,色泽较自然,不太光滑,无斑点;外形较完整,未沾边,但有轻微破碎或泵顶情况	11~20
	表面无光泽,不光滑,斑点多,颜色不自然;外形严重破碎有泵顶,有沾边现象	≤10
香味与滋味 (20分)	蛋香味和薯香味纯正、无异味,香甜适口,无不适感觉	17~20
	有轻微的蛋香味和薯香味,无腥味等异味,较香甜可口	7~16
	无蛋香味和薯香味,异味明显	≤6
口感 (25分)	口感细腻,柔和润滑,不黏牙	21~25
	稍有粗糙感,部分有黏牙情况	11~20
	有硬块,口感粗糙,存在黏牙现象	≤10
质地 (30分)	蜂窝状结构均匀细密,无大气孔,柔软有弹性,按下能迅速恢复原状	25~30
	切面呈蜂窝状结构,有少许气孔,稍有弹性,按下后缓慢恢复原状	13~24
	切面未出现蜂窝状结构,无弹性,板硬,按下不恢复原状	≤12

1.4.5 紫薯凉蛋糕品质综合评分

评价项目分别为比容(U_1)、亮度(U_2)、 a 值(U_3)、 b 值(U_4)、硬度(U_5)、胶黏性(U_6)、感官弹性(U_7)、咀嚼性(U_8)、感官总分(U_9)。根据前期研究基础与查阅文献结果,确定指标范围 $U_1 = 1.7 \sim 2.3$ mL/g、 $U_2 = 20 \sim 46$ 、 $U_3 = 0.5 \sim 6.4$ 、 $U_4 = -4.2 \sim 2.6$ 、 $U_5 = 24 \sim 33$ N、 $U_6 = 11.9 \sim 20$ N、 $U_7 = 70\% \sim 83\%$ 、 $U_8 = 240 \sim 380$ mJ、 $U_9 = 75 \sim 87$ 。根据线性模型计算以下隶属度:

$$p(U_1) = \begin{cases} 1 & (U_1 \geq 2.3) \\ \frac{U_1 - 1.7}{0.6} & (1.7 < U_1 < 2.3) \\ 0 & (U_1 \leq 1.7) \end{cases}$$

$$p(U_2) = \begin{cases} 1 & (U_2 \geq 46) \\ \frac{U_2 - 20}{26} & (20 < U_2 < 46) \\ 0 & (U_2 \leq 20) \end{cases}$$

$$p(U_3) = \begin{cases} 1 & (U_3 \geq 6.4) \\ \frac{U_3 - 0.5}{5.9} & (0.5 < U_3 < 6.4) \\ 0 & (U_3 \leq 0.5) \end{cases}$$

$$p(U_4) = \begin{cases} 1 & (U_4 \geq 2.6) \\ \frac{U_4 + 4.2}{6.8} & (-4.2 < U_4 < 2.6) \\ 0 & (U_4 \leq -4.2) \end{cases}$$

$$p(U_5) = \begin{cases} 1 & (U_5 \geq 33) \\ \frac{U_5 - 24}{9} & (24 < U_5 < 33) \\ 0 & (U_5 \leq 24) \end{cases}$$

$$p(U_6) = \begin{cases} 1 & (U_6 \geq 20) \\ \frac{U_6 - 11.9}{8.1} & (11.9 < U_6 < 20) \\ 0 & (U_6 \leq 11.9) \end{cases}$$

$$p(U_7) = \begin{cases} 1 & (U_7 \geq 83) \\ \frac{U_7 - 70}{13} & (70 < U_7 < 83) \\ 0 & (U_7 \leq 70) \end{cases}$$

$$p(U_8) = \begin{cases} 1 & (U_8 \geq 380) \\ \frac{U_8 - 240}{140} & (240 < U_8 < 380) \\ 0 & (U_8 \leq 240) \end{cases}$$

$$p(U_9) = \begin{cases} 1 & (U_9 \geq 87) \\ \frac{U_9 - 75}{12} & (75 < U_9 < 87) \\ 0 & (U_9 \leq 75) \end{cases}$$

品质综合评分为:

$$Y = P(U_1) \times a_1 + P(U_2) \times a_2 + P(U_3) \times a_3 - P(U_4) \times a_4 - P(U_5) \times a_5 - P(U_6) \times a_6 + P(U_7) \times a_7 + P(U_8) \times a_8 + P(U_9) \times a_9。$$

式中: Y 表示品质综合评分值; a_i 表示各指标在评价体系中所占的比重。根据紫薯凉蛋糕品质影响因素贡献程度 结合文献综述结果 组织测评专家最终确定该项综合评分 a_i 值分别为: $a_1 = 0.1$ 、 $a_2 = 0.05$ 、 $a_3 = 0.05$ 、 $a_4 = 0.05$ 、 $a_5 = 0.05$ 、 $a_6 = 0.05$ 、 $a_7 = 0.1$ 、 $a_8 = 0.05$ 、 $a_9 = 0.5$ 。^[6]

1.4.6 数据处理

数据处理与分析采用 IBM SPSS Statistics 22 软件系统。

2 结果与分析

2.1 紫薯粉添加量对凉蛋糕感官品质的影响

由图 1 可见 相较空白组 紫薯凉蛋糕质感评分下降 11.10% ~ 25.90% ,平均分为 22.8; 口感评分降幅为 8.70% ~ 17.39% ,平均分为 20.0; 香味与滋味变幅为 5.56% ~ 11.11% ,平均分为 17.5; 色泽与外观变幅为 4.35% ~ 30.43% ,平均分为 20.6; 感官总分降幅为 5.49% ~ 14.29% ,平均分为 81.0。质感与口感指标在感官评价中得分最高的混合粉比例是 9:1 ,分别为 24.0、21.0; 香味与滋味、色泽与外观在混合粉比例为 7:3 时表现最佳 ,分别为 19.0、24.0。由此可见 不同混合粉比例制作的紫薯凉蛋糕感官品质指标均存在较大差异 感官总体评分随紫薯粉添加量的增加 呈现先增加后降低的趋势 在混合粉比例为 7:3 时总体评分最高。虽然添加了紫薯粉的凉蛋糕评分均低于空白组 但混合比例为 7:3 时 香味与滋味、色泽与外观评分较空白组都有所提升。

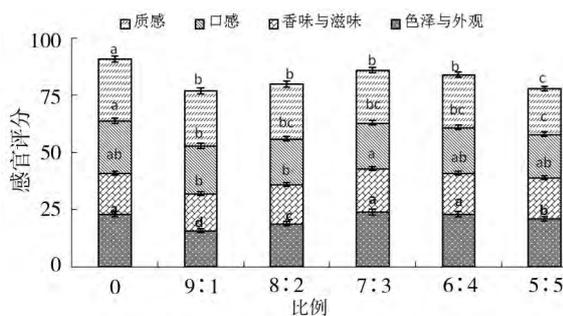


图 1 紫薯粉添加量对凉蛋糕的感官品质影响*
* 不同字母组间差异显著

2.2 紫薯粉添加量对凉蛋糕比容的影响

由图 2 可知 凉蛋糕比容随着紫薯粉添加量的增加而显著降低。5 个不同混合粉比例的紫薯凉蛋糕比容值降幅为 26.49% ~ 40.40% ,平均比容值为 2 g/mL。其中混合粉比例为 9:1 条件下 ,凉蛋糕比容为 2.22 g/mL ,显著高于其他混合组 5.0% ~ 18.9%。这表明 随着紫薯粉量的增加 ,面筋网络膨胀度降低 ,保留空气能力有所降低 ,蛋糕比容变小。^[7]

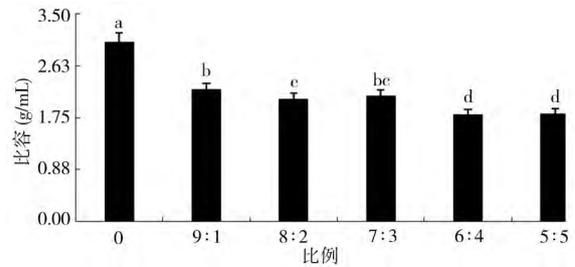


图 2 紫薯粉添加量对凉蛋糕比容的影响*
* 不同字母组间差异显著

2.3 紫薯粉添加量对凉蛋糕色泽的影响

由表 2 可知 随着紫薯粉添加量的增加 a 值显著上升 L 值、 b 值呈显著下降趋势。 a 值的增幅为 45% ~ 1495% ,平均值为 3.93; L 值降幅为 32.52% ~ 69.12% ,平均值为 34.85; b 值的降幅为 90.84% ~ 115.24% ,平均值为 -2.01。紫薯粉的添加使凉蛋糕 L 值、 b 值降低 a 值增加的原因可能是由于添加紫薯后 鸡蛋为弱碱性食物 使花青素颜色发生变化。^[8]

表 2 紫薯粉添加量对凉蛋糕色泽的影响*

混合粉比例 (面粉:紫薯粉)	L	a	b
0	66.75 ± 0.04a	0.4 ± 0.22e	27.29 ± 0.05a
9:1	45.04 ± 0.25b	0.58 ± 0.01e	2.5 ± 0.08b
8:2	39.38 ± 0.53c	3.27 ± 0.03d	-0.61 ± 0.04c
7:3	35.86 ± 0.02d	4.44 ± 0.06c	-3.85 ± 0.01d
6:4	33.35 ± 0.06e	4.96 ± 0.3b	-3.92 ± 0.05d
5:5	20.61 ± 0.17f	6.38 ± 0.14a	-4.16 ± 0.01e

* 同列不同字母数值间差异显著。

2.4 紫薯粉添加量对凉蛋糕质构特性的影响

不同比例的紫薯粉对凉蛋糕质构特性的影响如图 3 所示 硬度随着紫薯粉添加量的增加呈现先上升的趋势 在混粉比例为 6:4 时达到最高

(36.09 N)。这可能是因为紫薯粉吸水量大,无法形成面筋网络结构,填充在面筋网络中,增加面糊硬度。^[9]胶黏性随着紫薯粉添加量的增加呈现上升趋势,在混合粉比例为5:5时达最高(19.45 N)。弹性随着紫薯粉添加量的增加呈现先上升后下降的趋势,在混粉比例为8:2时达最高(84.09%)。这可能由于少量紫薯粉填充在面筋网络中增强了凉蛋糕的弹性,因大量添加紫薯粉阻止面筋网络的形成,导致蛋糕面筋网络结构不完整,持气能力和膨松度下降,弹性下降。^[10]随着紫薯粉添加量的增加咀嚼性呈先升后降的趋势,在混合粉比例为6:4时达最高。

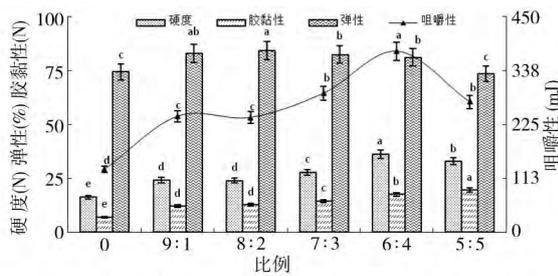


图3 紫薯粉添加量对凉蛋糕质构特性的影响*
* 不同字母组间差异显著

2.5 紫薯粉添加量与凉蛋糕品质的相关性分析
由表3可知,紫薯粉添加量与紫薯凉蛋糕品

表3 紫薯粉添加量与凉蛋糕品质的相关性分析

指标	硬度(N)	胶黏性(N)	咀嚼性(mJ)	感官弹性(%)	L	a	b	比容(mL/g)	紫薯粉量
硬度(N)	1								
胶黏性(N)	0.955**	1							
咀嚼性(mJ)	0.937**	0.821*	1						
感官弹性(%)	0.08	-0.04	0.38	1					
L	-0.910*	-0.968**	-0.826*	-0.16	1				
a	0.851*	0.916*	0.71	-0.13	-0.910*	1			
b	-0.825*	-0.852*	-0.845*	-0.46	0.939**	-0.74	1		
比容(mL/g)	-0.911*	-0.930**	-0.877*	-0.32	0.975**	-0.81	0.967**	1	
紫薯粉量	0.925**	0.978**	0.77	-0.14	-0.942**	0.975**	-0.79	-0.867*	1

**表示在0.01水平(双侧)上极显著相关; *表示在0.05水平(双侧)上显著相关。

3 小结

本试验选取面粉与紫薯粉的混合比例作为考察因素,以比容、色差、质构、感官评定为评价指标,进行指标显著性差异、相关性分析,采用线性

质之间具有良好的相关性。紫薯粉添加量与硬度、胶黏性、a值呈极显著正相关(P<0.01),相关性系数均大于0.9;与L值呈极显著负相关(P<0.01),相关性系数大于0.9;与比容呈显著负相关(P<0.05);与咀嚼性呈正相关;与弹性、b值呈负相关。比容与硬度、胶黏性呈极显著负相关(P<0.01);与L值、b值呈极显著正相关(P<0.01);与咀嚼性呈显著负相关(P<0.05);与弹性、a值呈负相关。b值与硬度、胶黏性、咀嚼性呈显著负相关(P<0.05);与L值呈极显著正相关(P<0.01),相关系数大于0.9;与a值呈负相关。a值与硬度、胶黏性呈显著正相关(P<0.05);与L值呈显著负相关(P<0.05)。L值与硬度、咀嚼性呈显著负相关(P<0.05);与胶黏性呈极显著负相关(P<0.01);与咀嚼性呈极显著正相关(P<0.01);与胶黏性呈显著正相关(P<0.05)。胶黏性与硬度呈极显著正相关(P<0.01)。

2.6 紫薯凉蛋糕综合评分

本试验因子有比容、亮度、a值、b值、硬度、胶黏性、弹性、咀嚼性、感官评定总分,由下页图4可知,面粉与紫薯粉混合比例为7:3时,综合评分值最高(0.6385),高出其他组27.60%~77.51%;混合粉比例为5:5时,综合评分值最低(0.1436)。

模型综合评分,分析紫薯添加量对四川凉蛋糕品质的影响。试验结果表明:混合粉比例(面粉:紫薯粉)为7:3时,紫薯凉蛋糕感官评价效果最佳;随着紫薯添加量的增加,紫薯凉蛋糕比容显著降低,μ值显著上升,L值、b值呈显著下降趋势;紫

薯凉蛋糕硬度、胶黏性与紫薯添加量呈极显著正相关,咀嚼性、弹性与紫薯添加量无显著相关性。通过综合评分,当混合粉比例为7:3时,紫薯凉蛋糕品质最佳。试验结果可为紫薯凉蛋糕的开发与应用提供一定的研究基础,其他工艺配方因素及加工工艺条件对紫薯凉蛋糕的品质影响有待进一步研究。

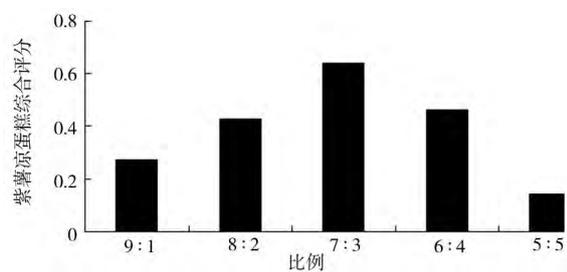


图4 紫薯凉蛋糕综合评分

参考文献:

- [1] 曹亚裙,谢淑丽,方堃,等.电蒸箱烹饪条件对蒸紫薯品质影响[J].食品工业,2017(1):61-64.
- [2] 侯智勇,杨静,冯明会,等.添加粗粮对四川凉蛋糕品质影响的研究[J].食品科技,2018(2):196-201.
- [3] 钟志惠,贾洪锋,徐向波,等.绿壳鸡蛋和普通鸡蛋功能性能及烘焙制品质构对比研究[J].食品科技,2015(9):26-29.
- [4] 黄益前,廖诚成,丁捷,等.响应面法优化松墨天牛幼虫青稞蛋糕原料配比研究[J].美食研究,2017,34(1):56-61.
- [5] 卢雪松,丁捷,易宇文,等.烹饪方式对糊辣风味牦牛酸酵肉食用品质的影响[J].美食研究,2017,34(2):53-56.
- [6] 胡欣洁,赵雪梅,丁捷,等.基于模糊综合评价法优化挤压型速冻青稞鱼面关键工艺[J].食品与机械,2017(4):164-170.
- [7] MEELGAARD M, CIBILLE G V, CARR B T. Descriptive analysis techniques - Sensory evaluation techniques (3rd) [M]. Boca Raton: CRC Press, 2006: 182-184.
- [8] 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.
- [9] 刘洋,李波,芦菲,等.豆腐渣粉对面包团质构特性的影响[J].河南科技学院学报(自然科学版),2012,41(3):54-58.
- [10] 王涛,慕鸿雁,倪凯,等.紫薯菊花蛋糕的研制[J].粮食与饲料工业,2017(7):40-42.

Impact of purple sweet potato addition on the quality of Sichuan cool cake

HOU Zhiyong¹, YANG Jing², LUO Wen³, LU Xuesong^{3*}, HUANG Yan¹

(1. Food College of Sichuan Tourism University, Chengdu, Sichuan 610100, China; 2. College of Economics and Management, Sichuan Tourism University, Chengdu, Sichuan 610100, China; 3. Cooking College of Sichuan Tourism University, Chengdu, Sichuan 610100, China)

Abstract: Purple sweet potato was applied and the influence assessed on the quality of Sichuan cool cake by using linear comprehensive evaluation model. The ratio of wheat flour to purple sweet potato powder was taken as the factor, the sensory quality and some physiochemical parameters were selected as the comprehensive evaluation index. The significant difference and correlation analysis were carried out to evaluate the quality changes of Sichuan cool cake. The results showed that with the increase of purple sweet potato addition, the specific volume, the *L* and *b* values of Sichuan cool cake decreased significantly, while the *a* value increased significantly. There was a significant positive correlation between hardness, viscosity and the amount of purple sweet potato added, but no significant correlation was observed between chewiness and elasticity. The ratio of wheat flour to purple sweet potato affected sensory score and quality of Sichuan cool cake, the best was seven to three.

Key words: purple sweet potato; Sichuan cool cake; amount of addition; influence of quality

(责任编辑:赵勇)