

青稞藿香低糖蛋糕的研制与配方优化

徐向波¹, 刘婧¹, 尤香玲¹, 胡茂琴²

(1. 四川旅游学院, 四川成都 610100;

2. 成都大学, 四川成都 610106)

摘要: 为了研制一款低糖、高纤、风味独特的海绵蛋糕, 将藿香粉、木糖醇、青稞粉加入到传统海绵蛋糕中。运用单因素试验和正交试验, 以感官评分、比容、质构为评价指标, 确定最优配方为以低筋粉和青稞粉的混合粉质量为基准(100%), 鸡蛋液 230%、木糖醇 70%、蛋糕油 10%、低筋粉 65%、青稞粉 35%、藿香粉 4%、泡打粉 2%、色拉油 18%、水 20%。此配方得到的蛋糕口感松软, 微甜, 具有藿香独特的风味。

关键词: 青稞; 藿香; 低糖蛋糕; 正交试验

Preparation and optimization of low-sugar cake with highland barley and *Agastache rugosa*

XU Xiang-bo¹, LIU Jing¹, YOU Xiang-ling¹, HU Mao-qin²

(1. Sichuan Tourism College, Chengdu 610100, Sichuan, China;

2. Chengdu University, Chengdu 610106, Sichuan, China)

Abstract: *Agastache rugosa* powder, xylitol, and highland barley powder were added to make a low-sugar, high-fiber sponge cake with unique flavor. With sensory score, specific volume, and texture properties as the evaluation indicators, the formula was optimized by single factor test and orthogonal test. The optimal formula were as follows: With the mass of low-gluten flour and barley flour as benchmark (100 %), egg liquid 230 %, xylitol 70 %, cake oil 10 %, low-gluten flour 65 %, barley powder 35 %, *Agastache rugosa* powder 4 %, baking powder 2 %, salad oil 18 %, and water 20 %. The cake obtained by this recipe was soft, slightly sweet, and had a unique flavor of *Agastache rugosa*.

Key words: highland barley; *Agastache rugosa*; low-sugar cake; orthogonal experiment

中图分类号: TS213.23 文献标志码: A 文章编号: 1008-9578 (2020) 07-0041-04

青稞具有高纤维素、高蛋白、低脂、低糖的特点, 必需氨基酸含量高于小麦、玉米等粮食作物, 主要种植在我国的藏区。青稞作为一种营养价值丰富的食物, 非常适合运用到烘焙食品中, 既可以增加饱腹感, 也有利于抑制餐后血糖的上升^[1-4]。藿香, 主产于我国东北、西南地区, 是一种药食同源的植物, 含有丰富的维生素和矿物质^[5-6]。在烹饪食用过程中, 一般使用藿香的嫩茎叶, 用于菜肴的调味, 丰富菜肴的口味, 增加菜肴的特色和营养价值, 却极少运用到糕点中, 通过本研究, 可以为藿香在糕点中的运用提供一定的研究基础。木糖醇是一种天然甜味剂, 只能被缓慢吸收或被部分利用, 可用于代糖食品或者低脂食品中, 同时还具有改善肝功能和抗酮体的功效^[7]。

本研究将青稞粉和经干燥处理后的藿香粉添加到蛋糕中, 并以木糖醇代替砂糖, 探究青稞藿香低糖蛋糕的最佳配方。

1 材料与方法

1.1 试验材料

低筋面粉、木糖醇、蛋糕油、色拉油、泡打粉、干藿香叶、鸡蛋、青稞, 市售。

1.2 仪器与设备

DFY-1000 型高速万能粉碎机, 温岭市林大机械有限公司; Scout SE 型电子天平 (0.01g), 奥豪斯仪器有限公司; 目筛, 成都企航有限公司; HMJ-A35A1 型搅拌机, 广东小熊电器有限公司; CKTF-42GS 型烤箱, 佛山市伟仕达电器实业有限公司; TMS-PRO 型高精度专业食品物性分析仪, 美国 FTC 公司质构仪。

1.3 试验方法

1.3.1 藿香粉制备

将干燥的藿香嫩叶中的杂质除去, 然后放进粉碎机中粉碎, 再用孔径 425 μm 的筛网过筛, 最后放入干燥的储存瓶中密封储存。

收稿日期: 2019-10-30

基金项目: 川藏旅游产业竞争力提升协同创新中心项目 (19CZZX18); 四川旅游学院大学生科研项目 (2019XKZ20); 四川旅游学院科研创新团队项目 (19SCTUTY06)

作者简介: 徐向波 (1985—), 男, 讲师, 硕士, 研究方向为烘焙食品加工。

通信作者: 尤香玲 (1992—), 女, 实验师, 本科, 研究方向为烘焙食品加工。

1.3.2 基本配方

以青稞粉和低筋面粉的混合粉质量为基准(100%),鸡蛋200%、木糖醇80%、蛋糕油10%、藿香粉4%、泡打粉2%、色拉油18%、水20%、低筋粉65%、青稞粉35%。

1.3.3 蛋糕制作工艺流程

粉料(青稞粉、低筋粉、藿香粉、泡打粉)
↓
鸡蛋、木糖醇、蛋糕油→搅拌发泡→搅拌均匀
→注模→烘烤→成品
↑
色拉油、水

1.3.4 操作要点

将鸡蛋液、木糖醇和蛋糕油倒入搅拌机中低速搅拌1 min,加入青稞粉、面粉、藿香粉和泡打粉低速搅拌1 min后,高速搅拌12 min,搅拌至泡沫状,最后加入色拉油和水低速搅拌1.5 min。将搅拌好的面浆倒入裱花袋中,在每个蛋糕杯中挤入15 g面浆,装盘,将烤盘放入提前预热好的烤箱中,以上火200℃、下火170℃,烘烤17 min。将烤制好的蛋糕冷却至室温后,进行测定。

1.3.5 单因素试验

在单因素试验中,选择青稞粉添加量、鸡蛋添加量、藿香粉添加量、木糖醇添加量为影响因素,进行烘焙试验,根据感官评价、比容测定分析4种原料添加量对蛋糕品质的影响,确定每种原料的最佳添加量范围。

1.3.6 正交设计

在单因素试验的基础上,选取青稞粉(A)、木糖醇(B)、藿香粉(C)、鸡蛋液(D)为正交试验的4个影响因素,以感官评分、质构分析为评价指标,设计4因素3水平正交试验,确定最佳工艺配方^[8],L₉(3⁴)正交设计见表1。

表1 正交设计因素水平

水平	因素				/%
	A 青稞粉	B 木糖醇	C 藿香粉	D 鸡蛋液	
1	25	60	4	190	
2	30	70	5	210	
3	35	80	6	230	

1.4 检测指标

1.4.1 感官评定

感官评定人员为食品专业类人员,每次由10位专业人员组成一个品评小组,对成品进行感官评定。在排除相应干扰因素的前提下,根据感官评价标准进行感官评分,总分100分,再取其平均值。感官评分标准见表2。

表2 青稞藿香低糖蛋糕感官评价标准

项目	评分标准	分值
外观	外形完整无起泡,凹底很少	21~25
形态	外形较完整,稍有起泡,凹底较少	11~20
	外形不太完整,起泡现象严重,凹底较重	0~10
外观	表面呈棕黄色,富有光泽,无焦糊。内部	21~25
色泽	颜色为浅绿色,均匀一致	11~20
	表面呈浅棕色,稍有焦糊或黑斑。内部绿色过浅或过深,基本均匀	0~10
	棕黄色,有明显焦糊或黑斑。内部颜色过深或过浅,颜色和光泽不均匀	0~10
组织	起发均匀,柔软有弹性,切面组织均匀,	21~25
结构	呈细密蜂窝状,无结块	11~20
	起发稍差,不细腻,发硬,偶尔能发现为数不多大空洞	0~10
	不起发,有明显结块	0~10
口感	口感松软香甜,不黏牙;甜度适宜;藿香	21~25
滋味	应有的风味浓郁,无焦味或异味	11~20
	松软程度稍差;稍甜或淡甜;藿香应有的风味较强或较弱,无焦味或异味	0~10
	味道不纯正,有哈喇味、焦糊味或甜味过重,无藿香应有的风味,	0~10

1.4.2 蛋糕比容测定

称量海绵蛋糕的质量,采用菜籽置换法测量海绵蛋糕的体积,按照式(1)计算海绵蛋糕的比容。

$$P = \frac{V}{m} \quad (1)$$

式中: P 为蛋糕比容, mL/g; V 为蛋糕体积, mL; m 为蛋糕质量, g。

1.4.3 TPA 测试

将正交试验得到的蛋糕用 TMS-Pro 质构仪进行测定,采用 P37 探头,测试速度 60 mm/min,压缩程度 40%,2 次压缩之间停顿时间为 2s,每个样品重复测定 3 次,取其平均值。取硬度、胶黏性、咀嚼性 3 个指标,结合感官评分对青稞藿香低糖蛋糕进行质构分析。

1.4.4 微生物指标测定

参考 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》。参考 GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数平板计数法》。参考 GB 4789.15—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数平板计数法》。

1.5 数据处理

采用 Excel 2019、SPSS 21.0 数据处理软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 青稞粉添加量对蛋糕品质的影响

由图 1 可知:随着青稞粉的添加,蛋糕的比容

呈现逐渐减小的趋势,主要是因为青稞粉中含有较高的 β -葡聚糖,面筋蛋白含量很低,会破坏面筋蛋白分子间的相互作用力,阻碍面筋网络的形成^[8]。当青稞粉添加量为30%时,蛋糕外形饱满,色泽均匀,口感松软适口,蛋糕的感官评分最高,比容适中。当青稞的添加量小于30%时,蛋糕的比容较大,但是青稞粉添加量少,营养强化不突出。当青稞粉的添加量大于30%时,蛋糕的比容较小,蓬松度差,适口性差。故综合考虑,进行正交试验时青稞粉的添加量取25%~35%为宜。

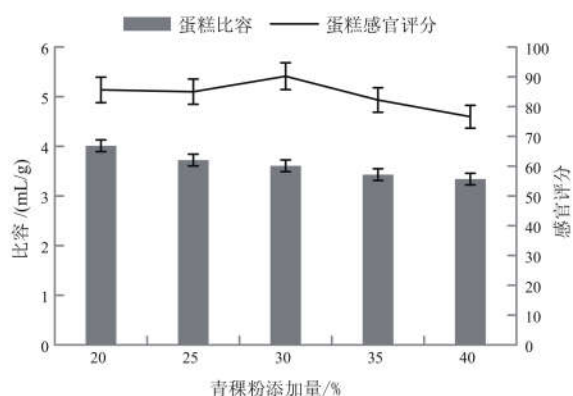


图1 青稞粉添加量对蛋糕感官评分和比容的影响

2.2 木糖醇的添加量对蛋糕品质的影响

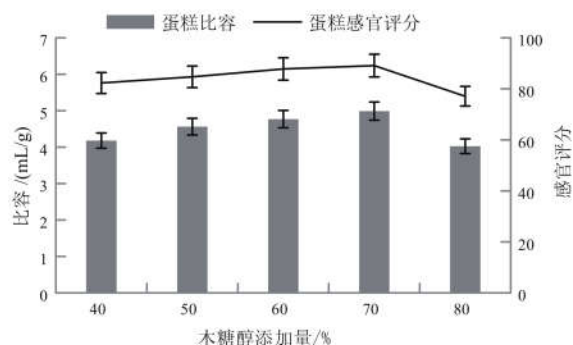


图2 木糖醇添加量对蛋糕感官评分和比容的影响

由图2可知:当木糖醇添加量在70%时,蛋糕的感官评分和比容最大,蛋糕色泽均匀,组织柔软细腻,香甜适口。当木糖醇的添加量小于70%时,蛋糕的感官评分和比容整体呈下降趋势,蛋糕甜度逐渐降低,且蓬松度也越来越低。当木糖醇的添加量大于70%时,口感过甜,蛋糕的比容和感官评分下降。这是因为糖可以影响蛋液的黏度,在搅拌过程中影响了气泡形成的稳定性和气泡形成的时间,通过对比试验发现,木糖醇的添加量可以影响面糊的黏度和搅拌时间,对蛋泡的稳定性有显著的影响,同时蛋糕在烘烤过程中由于水分、油脂、淀粉和蛋白质等成分之间的相互作用,都会使蛋糕

比容降低^[9-10]。木糖醇量的减少导致蛋液的黏度降低,使得蛋糕气泡不稳定,成品底部出现回缩凹陷,蛋糕比容减小。故综合考虑,进行正交试验时木糖醇的添加量取60%~80%为宜。

2.3 鸡蛋液添加量对蛋糕品质的影响

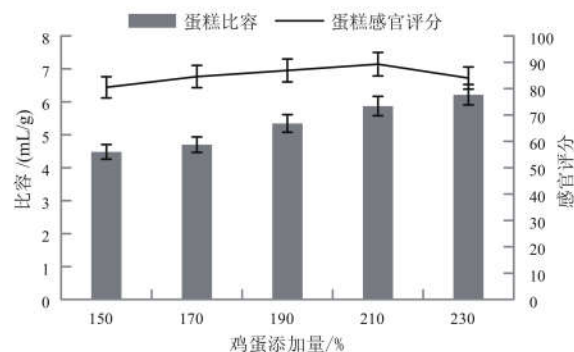


图3 鸡蛋液添加量对蛋糕感官评分和比容的影响

由图3可知:随着鸡蛋液添加量的增加,蛋糕的比容逐渐增加。鸡蛋作为蛋糕的重要原料之一,具有起泡性、乳化性和凝固性。鸡蛋在快速搅打过程中裹入大量的空气形成气泡,是蛋糕具有疏松多孔的主要原因,对蛋糕的品质具有决定性的影响。随着鸡蛋液的增加,蛋糕起发效果越来越好,质地柔软,蛋糕表面的色泽随之略微加深,比容也随之增大。但是在蛋液添加量为230%时,蛋糕的顶部出现塌陷现象,且质地过于柔软,黏性增加,蛋糕体的支撑力差,蛋糕大量黏着在纸杯上。故综合考虑,进行正交试验时鸡蛋液的添加量取190%~230%为宜。

2.4 藿香粉添加量对蛋糕品质的影响

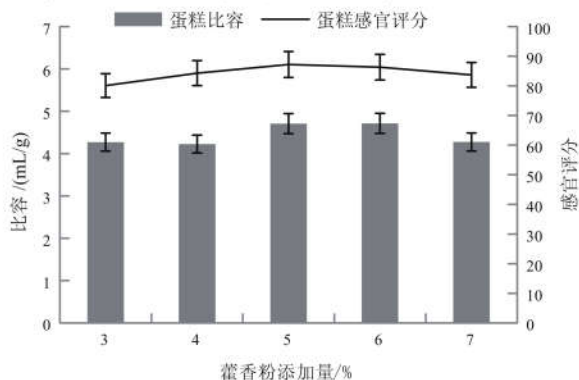


图4 藿香粉添加量对蛋糕感官评分和比容的影响

由图4可知:藿香粉的添加,对蛋糕的比容没有明显的影响,从感官评分来看,当藿香粉添加量为3%时,蛋糕几乎无藿香味。当藿香粉添加量为4%~7%时,藿香的风味也越来越浓郁。但是在藿香粉添加量大于5%时,蛋糕的风味难以接受。故综合考虑,进行正交试验时藿香粉的添加量取4%~6%为宜。

2.5 青稞藿香低糖蛋糕正交试验因素的确定

2.5.1 正交试验结果与分析

正交试验结果分析见表3。

表3 正交试验结果分析

试验号	A	B	C	D	感官总分
1	1	1	1	1	79
2	1	2	2	2	82
3	1	3	3	3	80
4	2	1	2	3	81
5	2	2	3	1	76
6	2	3	1	2	80
7	3	1	3	2	78
8	3	2	1	3	90
9	3	3	2	1	78
k_1	241	238	249	233	
k_2	237	248	241	240	
k_3	246	238	234	251	
R	9	10	15	18	

由表3中极差分析可知,因素主次顺序为 $D>C>B>A$,即鸡蛋对蛋糕的感官影响最大,其次是藿香粉、木糖醇、青稞粉。理论最优组合为 $A_3B_2C_1D_3$,试验感官得分最高为90,最优组合为 $A_3B_2C_1D_3$,试验最优组合和理论最优组合相同。因此确定最佳配方为 $A_3B_2C_1D_3$,即青稞粉35%,木糖醇70%,藿香粉4%,鸡蛋230%。

2.5.2 质构结果与分析

表4 质构结果分析

序号	硬度/N	胶黏性/N	咀嚼性/mJ
1	5.97	3.75	30.87
2	6.91	4.07	31.91
3	3.83	2.42	19.6
4	7.49	4.13	33.76
5	5.72	3.56	29.50
6	4.30	2.83	22.92
7	7.59	4.52	38.52
8	4.00	2.67	21.70
9	4.62	3.02	25.99

从表4可以看出:试验号为3、8的硬度、胶黏性、咀嚼性3个指标的值都较低,说明蛋糕相对柔软、适口性好。为了增加青稞的添加量,降低木糖醇的添加量,并且过量的藿香粉会影响蛋糕的风味。因此综合考虑蛋糕的最佳配方为第8组,即青稞粉35%,木糖醇70%,藿香粉4%,鸡蛋230%。

2.5.3 验证实验

对最优配方进行了3次验证性实验,得到综合评分为95分,硬度为3.76 N,胶黏性为2.33 N,

咀嚼性为19.7 mJ,在此条件下制作出的青稞藿香低糖蛋糕综合感官评分最高,口感柔软,组织细腻,具有藿香独特的风味,品质最佳。

2.5.4 卫生指标

致病菌不得检出,5个样品中,菌落总数 $\leq 10^4$ CFU/g,大肠杆菌 ≤ 10 CFU/g,霉菌 ≤ 150 CFU/g,符合GB7099—2015《食品安全国家标准糕点、面包》中微生物限量标准。

3 结论

通过单因素试验和正交试验优化确定青稞藿香低糖蛋糕的最佳配方为以低筋粉和青稞粉的混合粉质量为基准(100%),鸡蛋液230%、木糖醇70%、蛋糕油10%、低筋粉65%、青稞粉35%、藿香粉4%、泡打粉2%、色拉油18%、水20%。烘烤温度为上火200℃、下火170℃,烘烤时间17 min。在此配方和条件下制作的蛋糕口感柔软细腻、具有藿香独特的风味,感官品质最佳。

青稞是一种营养价值高,且具有高蛋白质、高可溶性纤维、高维生素、低脂肪、低糖等特点的食材,深受人们的喜欢,未来青稞烘焙食品的开发具有良好的市场前景。选择被机体缓慢吸收的木糖醇代替高热量的蔗糖,更加符合现代人们对生活方式的追求。而藿香粉的添加丰富了蛋糕的风味和营养价值。通过此研究也为藿香在烘焙食品加工方向上的应用提供了新的参考思路。

(参考文献)

- [1] 吕远平,熊莱君,贾利蓉,等.青稞特性及在食品中的应用[J].食品科学,2005,26(7):266-270.
- [2] 臧靖巍,阚建全,陈宗道,等.青稞的成分研究及其应用现状[J].中国食品添加剂,2004(4):43-46.
- [3] 党斌,安海梅,杨希娟.青稞面包加工配方优化[J].粮食与油脂,2015,28(2):17-20.
- [4] CAVALLERO A, EMPILLI S, BRIGHENTI F, et al. High (13, 14)-beta-glucan barley fractions in bread making and their effects on human glycemic response[J]. Journal of Cereal Science, 2002, 36(1): 59-66.
- [5] 邢国进,王霞,冷华.藿香的营养成分利用和栽培技术[J].中国林副特产,2007(1):40-42.
- [6] 申玉民.木糖醇的功能和应用[J].江苏调味副食品,2014(3):40-43.
- [7] SKENDI A, PAPAGEORGIOU M, BILIADERIS C G. Effect of barley-glucan molecular size and level on wheat dough rheological properties[J]. Journal of Food Engineering, 2009, 91(4): 594-601.
- [8] 柯旭清.正交试验优化平菇面包工艺[J].粮食与油脂,2019,32(9):22-25.
- [9] 郝月慧,贾春利,王凤,等.三种糖醇对海绵蛋糕面糊流变学、热力学及烘焙特性影响的比较研究[J].食品工业科技,2014,35(6):298-302.
- [10] 单联刚,李红涛,马林.木糖醇紫薯海绵蛋糕的配方优化[J].食品工业科技,2016,37(16):296-301.