

膨化红豆发糕配方与工艺优化研究^{*}

程万兴 钟志惠 向 露 胡金祥 尹安元

(四川旅游学院,四川 成都 610100)

摘 要:以膨化红豆粉、面粉为主要原料,对膨化红豆发糕的配方及制作工艺进行优化研究。以感官评价与质构特性为评价指标,通过单因素实验,结合正交试验确定膨化红豆发糕的最优配方为:面粉 65g,膨化红豆粉 25g,澄粉 1g,水 110g,糖粉 48g,猪油 12g,蛋清 6g,柠檬酸 0.2g,泡打粉 5g,面糊调制好以后,静置时间 25min,蒸制时间 15min。在此工艺条件下制作的膨化红豆发糕色泽红润、口感松软,品质最佳。

关键词:红豆;膨化;发糕;优化;质构分析

中图分类号:TS972

文献标志码:A

文章编号:2095-7211(2023)03-0017-06

红豆,又名赤豆、赤小豆、红小豆等,是我国一种药食同源的食物原料^[1],其营养丰富,富含膳食纤维、维生素、矿物质及多种生物活性物质^[2-3]。红豆中蛋白质含量为 21%~23%^[4],氨基酸种类齐全,脂肪含量很低^[5-6]。经挤压膨化处理后的红豆粉,其内含的大分子营养物质在一定程度上被降解为更小的分子^[7],更易于消化吸收,同时挤压膨化后导致的淀粉糊化,可溶性膳食纤维含量提高,有助于产品品质的提高^[8]。发糕是中国传统发酵面食品。本文将膨化红豆粉运用于发糕类产品中,研究膨化红豆发糕最佳配方及工艺,为膨化红豆粉应用开辟新思路。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 实验材料

膨化红豆粉:四川旌晶食品有限公司;面粉、澄粉、泡打粉、糖粉、猪油、鸡蛋、柠檬酸:成都市售。

1.1.2 仪器与设备

TMS-PRO 型高精度专业食品物性分析仪:美国 FTC 公司;FA1104N 电子天平(0.1 mg):常州市衡正电子仪器有限公司;不锈钢盆、不锈钢碗、刮板、炉灶、蒸锅、漏勺、冰箱:学校实验室提供。

1.2 实验方法

1.2.1 基本配方

面粉 65g、膨化红豆粉 20g、澄粉 15g、糖粉

48g、猪油 12g、蛋清 6g、柠檬酸 0.2g、泡打粉 5g、水 120g。

1.2.2 工艺流程

称料 → 面糊调制 → 静置 → 装模 → 蒸制 → 成品

1.2.3 操作要点

(1)面糊调制:将面粉、澄粉、膨化红豆粉、泡打粉、糖粉混合均匀,加入猪油、蛋清、柠檬酸后缓慢加水,边加水边搅拌至均匀糊状。

(2)静置:将面糊静置 15min,使粉料充分吸水。

(3)装模:使用直径 6cm 菊花盏,垫上软纸杯,分别装入 40g 面糊后放入蒸笼。

(4)蒸制:蒸锅加水烧沸,放入蒸笼,旺火蒸制 15min。

1.2.4 单因素实验设计

选取膨化红豆粉添加量、水添加量、泡打粉添加量以及面糊静置时间进行单因素实验,通过感官得分探讨其对发糕的品质影响。参照基本配方,设置红豆粉添加量、水添加量、泡打粉添加量及面糊静置时间 4 个单因素,选取膨化红豆粉添加量分别为 10g、15g、20g、25g、30g;水添加量分别为 100g、110g、120g、130g、140g;泡打粉添加量分别为 2g、3g、4g、5g、6g;面糊静置时间分别为 0min、10min、20min、30min、40min 进行单因素实验,通过制成品的感官评分确定其最

^{*}基金项目:四川旅游学院校级科研项目“膨化杂粮在发酵包点中的应用研究”,项目编号:2020SCTU15。

作者简介:程万兴,男,四川旅游学院烹饪学院讲师,研究方向:中西面点制作工艺。

钟志惠,女,四川旅游学院烹饪学院教授,研究方向:中西式面点标准化。

向露,女,四川旅游学院烹饪学院助教,研究方向:农产品功能性成分分析与利用。

佳添加量和面糊静置时间。

1.2.5 正交试验设计

根据单因素实验结果,选取膨化红豆粉、水、泡打粉的添加量及面糊静置时间4个因素设计正交试验,以感官评分、质构特性为指标,得出膨化红豆粉发糕最佳配方及工艺。具体因素水平见表1。

表1 $L_9(3^4)$ 膨化红豆粉发糕因素水平列表

水平	因素			
	A 膨化红豆粉(g)	B 水(g)	C 泡打粉(g)	D 面糊静置时间(min)
1	15	110	4	15
2	20	120	5	20
3	25	130	6	25

1.2.6 膨化红豆发糕产品测定

1.2.6.1 感官评定

由10名专业品评员组成品评小组,从发糕色泽、外观形状、内部结构、口感与气味5个方面进行感官评价,参照文献^[9]制定评分标准,见表2。品评员根据膨化红豆发糕感官评定标准进行相关评价,取其平均值。

表2 膨化红豆发糕感官评分标准

指标	内容	得分
色泽 (20分)	色泽呈豆沙色,表面富有光泽	16~20分
	色泽偏浅或偏深,略有光泽	10~15分
	色泽过浅或过深,缺乏光泽	0~9分
外观形状 (20分)	糕坯向上膨胀鼓起,表面均匀裂成3~4瓣	16~20分
	糕坯略向上鼓起,表面略有开裂	10~15分
	糕坯膨胀性差,表面无开裂	0~9分
组织结构 (20分)	内部呈海绵状蜂窝组织,气孔大小均匀	16~20分
	内部气孔偏小,略显紧实	10~15分
	内部缺乏膨胀性,气孔不明显	0~9分
口感 (20分)	细腻滋润绵软,爽口无黏牙	16~20分
	细腻滋润略显紧实,稍感黏牙	10~15分
	紧实不蓬松,明显黏牙	0~9分
气味 (20分)	香味浓郁,有明显红豆香味,无异味	16~20分
	香味略淡,有红豆香味,无异味	10~15分
	香味淡,略有红豆香味,无异味	0~9分

1.2.6.2 质构测定

将正交试验得到的膨化红豆发糕用质构仪进行测定。采用P35探头,测试速度1mm/s;压缩程度50%,2次压缩之间停顿时间5s。选取硬度、弹性、咀嚼性和胶粘性并结合感官评分对膨化红豆发糕进行质构分析^[10-11]。

1.3 数据处理

各组试验均重复3次,采用SPSS 21.0和Excel 2010进行数据分析与作图。

2 结果与分析

2.1 单因素实验

2.1.1 膨化红豆粉添加量对发糕品质的影响

由图1可知,膨化红豆粉添加量为20g时,发糕的感官评分最高。膨化红豆粉添加量低于20g并依次递减时,发糕膨胀度较好,但光滑度与裂纹效果变差,糕体颜色变浅,红豆香味减弱,口感略显湿润发粘。这是因为随着膨化红豆粉添加量减少,面糊吸水率减小,面糊变稀影响发糕膨胀和顶部开裂效果。膨化红豆粉添加量高于20g并依次递增,发糕的颜色加深发暗,膨胀性减小,表面裂纹变小甚至没有裂纹,口感紧实、黏牙。这是因为膨化红豆粉添加量增大后,膨化粉中的糊化淀粉使面糊吸水量增大,面糊稠度增加,蒸制的成品偏粘实,膨松度明显降低,表面不光滑,颜色发暗缺乏光泽,膨化粉中大量的糊化淀粉造成成品口感黏牙。

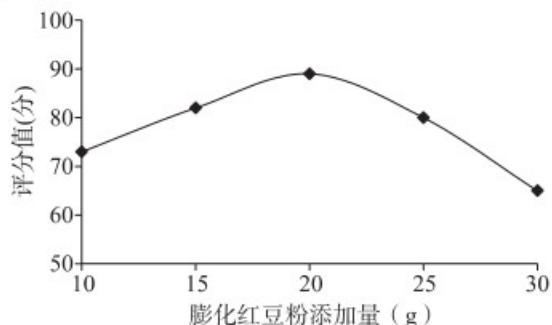


图1 膨化红豆粉添加量对发糕品质的影响

2.1.2 水添加量对发糕品质的影响

由图2可知,水添加量为120g时,发糕的感官评分最高。水添加量低于120g时,评分开始呈明显下降趋势。此时面糊变得稠厚不易搅拌,成品外观不够理想,内部孔洞较少,质地不够蓬松,口感较硬,颜色偏深,红豆香气仍较浓郁。当水添加量大于120g并逐渐增加时,面糊明显变得容易搅拌,稠度降低易于装模,成品质地较松软,内部孔洞分布较均匀,口感细腻绵软舒适,外形蓬松,但顶部开裂效果不佳,红豆香气减弱。这是因为水分主要影响面糊稠度,适宜水添加量使面糊保

有恰当的稠度,使蒸制的发糕有良好的膨松度、外观及组织结构与口感。

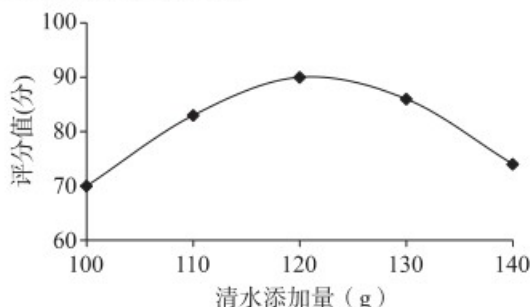


图2 水添加量对发糕品质的影响

2.1.3 泡打粉添加量对发糕品质的影响

由图3可知,泡打粉添加量为5g时,发糕的感官评分最高。泡打粉使用量低于5g并逐渐减少时,评分呈下降趋势,成品体积减小,膨松性变差,内部组织变得紧实。泡打粉使用量高于5g并逐渐增加,成品体积偏大,组织膨松但显粗糙,表面容易不规则开裂影响外观效果,且碱味较重,红豆香气减弱,颜色偏深。这是因为泡打粉属于蓬松剂,影响发糕组织的蓬松度,当泡打粉用量过高时,组织过于膨松,缺乏一定的弹性,表现为组织粗糙,色泽过深,口味不佳。

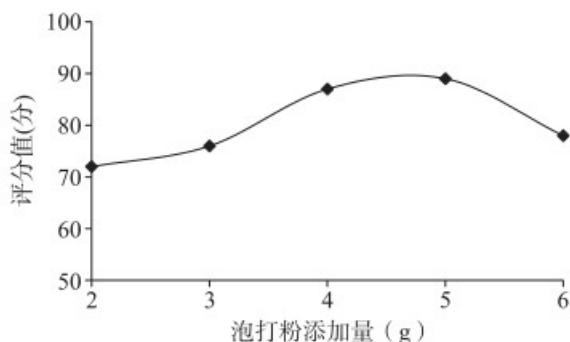


图3 泡打粉添加量对发糕品质的影响

2.1.4 面糊静置时间对发糕品质的影响

由图4可知,面糊静置时间为20min时,发糕的感官评分最高。当静置时间低于20min并逐渐减少时,评分呈下降趋势,蒸制出的发糕较干硬、不够膨松、组织粗糙。当静置时间超过20min并逐渐增加,成品膨松度较大,但表面裂纹不规则,气孔明显且粗糙,内部湿黏。这可能是静置过程中,水与面粉结合的程度影响成品效果。当静置时间过长时,面糊生筋太多,蒸制过程中,制品膨胀受限,成品组织湿黏。

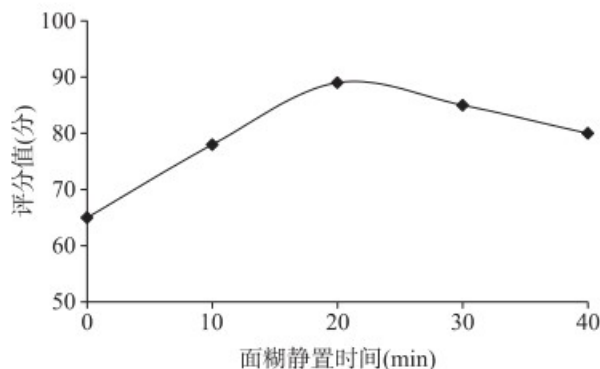


图4 面糊静置时间对发糕品质的影响

2.2 正交试验结果分析

通过单因素实验,得出对膨化红豆发糕品质影响较为显著的三个水平,进行正交试验。分别进行9组试验,最终得出膨化红豆粉发糕正交试验结果分析,如表3。

表3 $L_9(3^4)$ 膨化红豆粉发糕正交试验实施方案及结果分析表

实验号	因素				综合评分
	A	B	C	D	
1	15	110	4	15	76
2	15	120	5	20	77
3	15	130	6	25	78
4	20	110	5	25	82
5	20	120	6	15	71
6	20	130	4	20	77
7	25	110	6	20	82
8	25	120	4	25	79
9	25	130	5	15	74
K_1	231	240	232	221	
K_2	230	227	233	236	
K_3	235	229	231	239	
$\bar{K}_1$	77	80	77	74	
$\bar{K}_2$	77	76	78	79	
$\bar{K}_3$	78	76	77	80	
R	5	13	2	18	
因素主→次	D	B	A	C	
最优组合条件	$A_3B_1C_2D_3$				

由表3可知,影响膨化红豆粉发糕综合评分的因素依次为 $D>B>A>C$,即面糊静置时间>水>膨化红豆粉>泡打粉。分析得出优化后的最佳配方组合条件为 $A_3B_1C_2D_3$,即膨化红豆粉添加量25g,水添加量110g,泡打粉添加量5g,面糊静置时间25min,此条件下膨化红豆发糕的综合评分最好。对最优配方进行三次验证性试验,得分88分,品质最佳。

2.3 质构特性

表4显示,膨化红豆发糕的硬度影响因素依

次为 A>B>C>D,粘附性影响因素为 D>C>B>A,弹性影响因素为 B>D>C>A,胶粘性影响因素为 D>B>C>A,咀嚼性影响因素依次为 B>A>C>D。综合以上正交试验 5 组质构测试数据分析,可以看出影响膨化红豆发糕质构的最大因素为 B,其次为 D,A,C,即水>面糊静置时间>膨化红豆粉>泡打粉。

表 4 膨化红豆发糕正交试验质构分析表

实验号	A	B	C	D	硬度 N	粘附性 mJ	弹性 mm	胶粘性 N	咀嚼性 mJ-+
1	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	18.56	0.42	16.30	12.71	207.10
2	A ₁	B ₂	C ₂	D ₂	17.81	0.28	16.47	12.37	203.74
3	A ₁	B ₃	C ₃	D ₃	16.22	0.45	15.41	11.45	176.32
4	A ₂	B ₁	C ₂	D ₃	20.92	0.14	17.01	13.46	228.86
5	A ₂	B ₂	C ₃	D ₁	57.74	0.33	16.17	11.71	189.24
6	A ₂	B ₃	C ₁	D ₂	19.11	0.61	14.81	13.56	200.81
7	A ₃	B ₁	C ₃	D ₂	21.45	0.55	16.01	13.96	223.29
8	A ₃	B ₂	C ₁	D ₃	19.78	0.16	17.67	14.01	247.07
9	A ₃	B ₃	C ₂	D ₁	16.02	0.28	16.51	11.33	186.85
硬 度	K ₁	52.59	60.93	57.45	92.32				
	K ₂	97.77	95.33	54.75	58.37				
	K ₃	57.25	51.35	95.41	56.92				
	K ₁	17.53	20.31	19.15	30.77				
	K ₂	32.59	31.78	18.25	19.46				
	K ₃	19.08	17.11	31.80	18.97				
	R	45.18	43.98	40.66	35.4				
	因素主→次					A	B	C	D
最优组合条件					A ₂ B ₂ C ₃ D ₁				
粘 附 性	K ₁	1.15	1.11	1.19	1.03				
	K ₂	1.08	0.77	0.70	1.44				
	K ₃	0.99	1.34	1.33	0.75				
	K ₁	0.38	0.37	0.40	0.34				
	K ₂	0.36	0.26	0.23	0.48				
	K ₃	0.33	0.45	0.44	0.25				
	R	0.16	0.57	0.63	0.69				
	因素主→次					D	C	B	A
最优组合条件					A ₁ B ₃ C ₃ D ₂				

续表

实验号	A	B	C	D	硬度 N	粘附性 mJ	弹性 mm	胶粘性 N	咀嚼性 mJ-+
弹性	K ₁	48.18	49.32	48.78	48.98				
	K ₂	47.99	50.31	49.99	47.29				
	K ₃	50.19	46.73	47.59	50.09				
	K ₁	16.06	16.44	16.26	16.32				
	K ₂	16.60	16.77	16.66	15.76				
	K ₃	16.73	15.58	15.86	16.70				
	R	2.20	3.58	2.40	2.80				
因素主→次					B	D	C	A	
最优组合条件					A ₃ B ₂ C ₂ D ₃				
胶粘性	K ₁	36.53	40.13	40.28	35.75				
	K ₂	38.73	38.09	37.16	39.89				
	K ₃	39.3	36.34	37.12	38.92				
	K ₁	12.18	13.38	13.43	11.92				
	K ₂	12.91	12.70	12.39	13.30				
	K ₃	13.10	12.11	12.37	12.97				
	R	2.77	3.79	3.16	4.14				
因素主→次					D	B	C	A	
最优组合条件					A ₃ B ₁ C ₁ D ₂				
咀嚼性	K ₁	587.16	659.25	654.98	583.19				
	K ₂	618.91	640.05	619.45	627.84				
	K ₃	657.21	563.98	588.85	652.25				
	K ₁	195.72	219.75	218.33	194.40				
	K ₂	206.30	213.35	206.48	209.28				
	K ₃	219.07	187.99	196.28	217.42				
	R	70.05	95.27	66.13	69.06				
因素主→次					B	A	D	C	
最优组合条件					A ₃ B ₁ C ₁ D ₃				

2.4 品质对比

对正交试验得出的膨化红豆发糕和普通红豆粉发糕进行品质对比,如表 5。

表 5 膨化红豆发糕和普通红豆粉发糕进行品质对比表

产品	感官评分	硬度/N	弹性/mm	咀嚼型/mJ
膨化红豆发糕	88	16.45	17.22	175.46
普通红豆发糕	80	18.56	16.34	180.32

由表 5 可知,膨化红豆发糕的感官评分和质

构特性比普通红豆粉发糕好。这为膨化红豆粉在发糕中的运用提供了参考。

3 结论

将膨化红豆粉运用到传统发糕的创新制作工艺中,对不同原料添加量及关键工艺进行优化,综合提高发糕品质。通过单因素实验和正交试验确定出最佳配方及工艺条件为:面粉 65g,膨化红豆粉 25g,澄粉 1g,水 110g,糖粉 48g,猪油 12g,蛋清

6g,柠檬酸0.2g,泡打粉5g,面糊静置时间25min,色泽红润、口感松软,品质最佳。
蒸制15min。在此条件下,制作的膨化红豆发糕

参考文献:

- [1]曾琪.广州市某公立医院2型糖尿病城乡居民医保住院患者费用现状分析[D].广州:南方医科大学,2018.
- [2]陈忠诚,金喜军,李贺,等.外源褪黑素对红小豆生长、光合荧光特性及产量构成因素的影响[J].作物杂志,2021(6):88-94.
- [3]许馨予,杨鹤隼,贾斌,等.黑龙江省主栽红小豆蛋白质营养价值评价[J].中国粮油学报,2021,36(5):29-34.
- [4]赵建京,范志红,周威.红小豆保健功能研究进展[J].中国农业科技导报,2009,11(3):46-50.
- [5]张英蕾,战妍,李家磊,等.红小豆的品质特性及加工利用研究概况[J].黑龙江农业科学,2012(8):105-109.
- [6]梁丽雅,闫师杰.红小豆的加工利用现状[J].粮油加工与食品机械,2004(3):68-69.
- [7]谢仲寅,任欣,张敏,等.小米挤压粉与小米生粉理化性质及营养品质的差异比较[J].食品工业科技,2019,40(22):13-18,23.
- [8]李佳芳,李曼昕,唐茂林,等.豆渣膳食纤维杯子蛋糕的研制[J].粮食与饲料工业,2018(1):37-41.
- [9]童丹,韩黎明,原霁虹,等.紫色马铃薯全粉蛋糕的研制[J].中国食物与营养,2016,22(12):57-61.
- [10]章迁,钟志惠,李马驹.大麦苗咸面包配方优化研究[J].粮食科技与经济,2020,45(2):110-114.
- [11]何其,林向东,鹿常胜.基于质构参数的低温保藏罗非鱼片品质评价方法[J].包装与食品机械,2013(6):45-51.

On Formula and Process Optimization of Puffed Red Bean Cakes

CHENG Wanxing ZHONG Zhihui XIANG Lu HU Jinxiang YIN Anyuan

(Sichuan Tourism University, Chengdu 610100, Sichuan, China)

Abstract: Using puffed red bean powder and flour as main raw materials, the formula and production process of puffed red bean cakes were optimized. Taking sensory evaluation and texture characteristics as evaluation indexes, the optimal formula of puffed red bean cakes was determined by single factor test and orthogonal test: 65g flour, 25g pureed red bean powder, 1g wheat flour, 110g water, 48g powdered sugar, 12g lard, 6g egg white, 0.2g citric acid, 5g baking powder. After the batter is prepared, the standing time is 25min, and the steaming time is 15min. The puffed red bean cake made under this technological condition has the best color, soft taste and quality.

Keywords: red bean; puffing; cake; formula optimization; texture analysis

(上接第9页)

The Five Wisdoms of Diet Regimen

PENG Jianzhen YE Ying

(Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610075, Sichuan, China)

Abstract: As the saying goes, "Food is the most important thing for the people". Under the increasingly affluent material living conditions, people have more time and energy to study diet and pay attention to diet health. According to the theory of traditional Chinese medicine, China can be divided into five regions: north, east, south, west and middle. Each region has its respective wisdom of diet and health preservation of each region which can be summarized accordingly.

Keywords: diet regimen; five region; Chinese medicine