

doi:10.3969/j.issn.1002-2090.2020.02.008

黑木耳荠菜大黄米韧性饼干生产工艺的优化

冯彩月 王正金 王力 赵浩岚 李思瑶 陈瑞琪 张钧雅 杨琳 王欣
(黑龙江八一农垦大学食品学院 大庆 163319)

摘要:为获得黑木耳荠菜大黄米韧性饼干的最优生产工艺,以大黄米、低筋面粉为主要原料,添加黑木耳、荠菜等辅料研制新款杂粮饼干,以感官评分及质构为评价指标,在单因素基础上,通过响应面及正交实验进行优化。结果表明,最优配方为大黄米面团中大黄米为24.68 g、低筋面粉20.0 g、蛋液10.0 g、糖10.0 g、油3.5 g、水10.0 g,荠菜面团中荠菜粉2.06 g、水10.0 g,木耳面团中木耳粉2.41 g、水16.0 g,其他各物料添加量为大黄米面团相应成分的80%。最佳焙烤条件为上火温度190℃、下火温度170℃、焙烤时间15 min。在此优化条件下可获得口感良好、色泽诱人的黑木耳荠菜大黄米韧性饼干。

关键词: 大黄米 荠菜 黑木耳 韧性饼干 配方 烘烤条件

中图分类号: TS 213; TS 210.4; TS 205; TS 210.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-2090(2020)02-0051-09

Process Optimization of Semi Hard Biscuit Composed of Black Fungus , Shepherd's Purse and Rhubarb Rice

Feng Caiyue ,Wang Zhengjin ,Wang Li ,Zhao Haolan ,Li Siyao ,Chen Ruiqi ,Zhang Junya ,Yang Lin ,Wang Xin
(College of Food Science ,Heilongjiang Bayi Agricultural University ,Daqing 163319)

Abstract In order to obtain the best process for producing semi hard biscuit composed of black fungus ,shepherd's purse and rhubarb rice ,the processing technology was optimized by using response surface and orthogonal experimental design on the basis of single factor test. Rhubarb rice and low-gluten flour were used as the main raw materials to study the effect of sensory evaluation score and texture ,adding black fungus powder and shepherd's purse powder as excipients. The results showed as follows :there were rhubarb rice 24.68 g ,low gluten flour 20.0 g ,egg liquid 10.0 g ,sugar 10.0 g ,oil 3.5 g ,water 10.0 g in rhubarb rice dough. The shepherd's purse dough was added shepherd's purse powder 2.06 g and water 10.0 g. In the black fungus dough there were 2.41 g black fungus powder and 16.0 g water ,the other same ingredients compounds in both of above two doughs were 80% of the corresponding ingredients in rhubarb rice dough. The baking temperature of surface fire was 190℃ ,primer fire was 170℃ ,and baking time was 15 min. Under these conditions ,the biscuits have good taste and attractive color.

Key words rhubarb rice ; shepherd's purse ; black fungus ; semi hard biscuit ; formula ; baking conditions

饼干作为我们日常生活中主要焙烤食品,消耗量大、老幼皆宜。随着消费者对健康意识的不断增强,研发更多健康美味的饼干新品种,满足不同消费者的需求实乃生产企业当务之急。而国家“十三五”期间提出杂粮主食化和功能化的研发要求,又为饼干的生产研发提供了新的思路和研究方向。

大黄米作为杂粮的一种,具有补中益气、健脾益

肺等保健功能^[1-2],其所含有人体必需八种氨基酸含量均高于大米和小麦,尤其蛋氨酸含量,几乎是大米和小麦的两倍;黑木耳是我国著名的食用菌,从营养价值来说,干制黑木耳中粗蛋白含量高于猪肉约1.5倍,其碳水化合物含量丰富,接近面粉中的相应含量,并含有丰富的钙、磷、铁^[3]。还具有抗癌^[4]、预防高血压、降低血液黏稠度、清肺等作用;荠菜既是一

收稿日期: 2019-06-27

基金项目: 黑龙江省2018年省级大学生创新创业训练计划项目(201810223085)。

作者简介: 冯彩月(1995-),女,汉族,黑龙江八一农垦大学食品科学与工程专业2017级学生。

通讯作者: 王欣,女,讲师, E-mail: 543669145@qq.com。

种野生食材,也是一种天然的中药材,可以和脾、利水、止血、名目、消肿解毒^[5-6]。

以大黄米及低筋面粉为主要原料,同时添加黑木耳及荠菜生产一款新型的韧性杂粮饼干。

目前,市场上关于大黄米、黑木耳及荠菜的精深加工产品较少^[7],常见的有大黄米粘豆包、大黄米酒、大黄米汤圆、黑木耳酱、黑木耳多糖、荠菜水饺、荠菜丸子,也有关于大黄米多糖^[8]、荠菜多糖^[9]、黑木耳酸奶^[10]的研究报道。在饼干生产上,目前有少量关于木耳饼干的研发,但都是添加黄油、奶油制成高糖高脂的酥性饼干^[11-14]。同时添加大黄米、黑木耳及荠菜制作的韧性饼干^[15-16]及相关研究,目前为止还未见报道。此款饼干作为一种休闲食品,其主要原材料都立足于药食同源的食材,符合追求健康生活人群的需要。同时本产品的开发及应用对提高大黄米、木耳的精深加工^[17-18]增加农民经济创收及促进当地经济发展意义深远。

1 材料及方法

1.1 实验材料

中裕蛋糕用低筋小麦粉,滨州泰裕麦业有限公司;珍珠峰东北秋木耳,黑龙江珍珠山绿色食品有限公司;九三非转基因大豆油,黑龙江九三油脂有限责任公司;碳酸氢铵(食品级),河北格贝达生物科技有限公司;干荠菜、大黄米、鸡蛋和白砂糖,大庆华联超市。

1.2 仪器设备

TMS-Pilot 型质构仪,美国 FTC 公司;QZ-150 型墅乐压面机,常州市墅乐厨具有限公司;DKL-60 型电热食品烤箱,广州格能机电有限公司;FW80 型高速粉碎机,天津泰斯特仪器有限公司。

1.3 工艺流程

原料预处理→原辅料预混→面团调制→辊轧成型→焙烤→冷却→成品

1.4 操作要点

1.4.1 原料预处理

黑木耳、荠菜干清洗除杂、除梗,低温烘干。将大黄米和烘干后的黑木耳、荠菜分别磨粉,100 目筛过滤,干燥保存。

1.4.2 面团调制

分别调制大黄米面团、木耳面团和荠菜面团。三

种面团除水添加量不以大黄米面团为基准外,木耳面团、荠菜面团的各物料添加量均固定为大黄米面团中相同物料添加量的 80%。另大黄米面团中水添加量为 10.0 g;荠菜面团中水添加量为 10.0 g;木耳面团中水添加量为 16.0 g。各面团中膨松剂添加量为粉质物料的 1%。称取各原辅料,先将白砂糖用温水配成糖液后,与油、蛋液、膨松剂搅拌均匀。

1.4.3 辊轧成型

三种面团分别辊轧成薄片后,然后依次叠放在一起,压成 2 mm 面片后,用模具压形、压花、扎孔。

1.4.4 焙烤

在研究饼干配方时,根据多次预实验结果,将烤箱暂设定为上火温度 170 ℃,下火温度 150 ℃,待温度稳定后放入烤盘,焙烤 20 min。

1.4.5 冷却

饼干冷却至室温后,进行各项检测。

1.5 感官评定

感官评定人员根据感官评定标准,从外形、质地、口感、色泽和香味五个方面对饼干的品质进行评分,结果取平均值。详细标准见表 1。

1.6 质构分析

利用 TMS-Pilot 质构仪,采用 6 mm 圆柱形金属探头进行 TPA(二次咀嚼)试验,检测速度 60 mm·min⁻¹,测试后速度 100 mm·min⁻¹,压缩程度 70%,测定黑木耳荠菜大黄米韧性饼干的破裂力、硬度、粘附性及咀嚼性。

1.7 黑木耳荠菜大黄米韧性饼干配方优化

1.7.1 油添加量的选择

固定木耳面团中木耳粉为 2.0 g,荠菜面团中荠菜粉为 1.0 g,大黄米面团中大黄米粉 25.0 g、低筋粉 20.0 g、蛋液 10.0 g、糖 10.0 g,研究大黄米面团中油分别为 3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、5.5 g 时,对饼干感官评定及质构的影响。

1.7.2 糖添加量的选择

固定木耳面团中木耳粉为 2.0 g,荠菜面团中荠菜粉为 1.0 g,大黄米面团中大黄米粉 25.0 g、低筋粉 20.0 g、蛋液 10.0 g、油 3.5 g,研究大黄米面团中糖分别为 4.0、6.0、8.0、10.0、12.0、14.0 g 时,对饼干感官评定及质构的影响。

1.7.3 大黄米粉添加量的选择

固定木耳面团中木耳粉为 2.0 g,荠菜面团中荠菜粉为 1.0 g,大黄米面团低筋粉 20.0 g,蛋液 10.0 g,

油 3.5 g、糖 10.0 g,研究大黄米面团中大黄米粉的添加量分别为 21.0、23.0、25.0、27.0、29.0、31.0 g 时,对饼干感官评定及质构的影响。

1.7.4 木耳粉添加量的选择

固定荠菜面团中荠菜粉为 1.0 g,大黄米面团中大黄米 25.0 g、低筋粉 20.0 g、蛋液 10.0 g、油 3.5 g、糖 10.0 g,研究木耳面团中木耳粉分别为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 g,对饼干感官评定及质构的影响。

1.7.5 荠菜粉添加量的选择

固定木耳面团中木耳粉为 2.0 g,大黄米面团大黄米 25.0 g、低筋粉 20.0 g、蛋液 10.0 g、油 3.5 g、糖

10.0 g,研究荠菜面团中荠菜粉分别为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 g,对饼干感官评定及质构的影响。

1.8 响应面法优化配方

在单因素试验结果的基础上,选择大黄米面团中大黄米粉添加量、荠菜面团中荠菜粉添加量、木耳面团中木耳粉添加量,用 Design-Expert 8.0.6 软件中的中心组合试验 Box-Behnken 设计方案进行三因素三水平试验,通过感官评定分值及质构结果对饼干配方进行优化。响应面试验设计因素水平表见表 2。

表 1 感官评分标准
Table 1 Sensory identification standards

项目	外型(10 分)	质地(25 分)	口感(40 分)	色泽(10 分)	香味(15 分)
	8~10	22~25	36~40	8~10	13~15
好	外型饱满,花纹清晰	内部结构细密均匀	有韧性,细腻,不粘牙	饼干主体色泽均匀,黑木耳、荠菜分布均匀,无过焦、过白现象	有食材本身特有的浓香味,且无其他异味
	5~7	18~21	31~35	5~7	10~12
一般	外型饱满,花纹略模糊	结构较均匀,略有孔	松软或略粘牙	饼干主体色泽不均匀,黑木耳、荠菜分布不均匀,有聚堆现象	香味略淡,无异味或异味不明显
	<5	<18	<31	<5	<10
差	外型不饱满,花纹模糊,有部分鼓气现象	组织较粗糙	口感过于僵硬或粘牙	饼干主体色泽不均匀,有焦糊、过白现象	有焦糊味或其他明显异味

表 2 响应面试验因素水平表
Table 2 Factors and levels of response surface experiments

水平	因素		
	A 大黄米粉/g	B 荠菜粉/g	C 木耳粉/g
-1	23.0	1.5	2.0
0	25.0	2.0	2.5
1	27.0	2.5	3.0

1.9 正交试验优化饼干焙烤条件

影响饼干品质好坏的因素,除配方中原辅料配比是否恰当外,焙烤时上下火温度和焙烤时间也至关重要。通过查找资料及在前期预实验过程中发现,在不合适的温度下,饼干存在鼓底和色泽较淡现象,通过反复摸索后发现,当在上火温度 170 ℃、下火温度 150 ℃、焙烤时间为 20 min 的一定条件范围内,结合饼干在形状、花纹等设计的改变,可以解决此问题。因此,以上火温度、下火温度和焙烤时间为因素,

进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,从而确定饼干焙烤的最优条件,因素水平表见表 3。

1.10 理化指标的检测

按照国标 GB 5009.3-2016《食品中水分的测定》、GB 5009.5-2016《食品中蛋白质的测定》、GB 5009.6-2016《食品中脂肪的测定》、GB 5009.4-2016《食品中灰分的测定》中相关要求对饼干的水分、蛋白质、脂肪和灰分进行检测。

表 3 焙烤条件正交试验设计因素水平表

Table 3 Factors and levels of orthogonal experimental design for baking conditions

水平	因素		
	A 上火温度/℃	B 下火温度/℃	C 焙烤时间/min
1	190	170	15
2	170	150	20
3	150	130	25

1.11 数据处理方法

每组试验重复 10 次，采用 Microsoft Excel 2010 软件计算平均值和标准差。采用 SPSS 22 软件分析平均值间差异显著性。利用 Design-Expert 8.0.6 软件中 Box-Behnken Design 模型进行响应面分析。

2 结果与分析

2.1 黑木耳荠菜大黄米韧性饼干配方优化

2.1.1 油添加量对饼干感官品质、质构的影响

油脂的类型及含量影响面团及饼干的质构及感官评价^[19]。通过前期实验可知，当 18.0 N<破裂力<30.0 N、22.0 N<硬度<40.0 N、咀嚼性<2.0 N.mm、粘附性<5.0 N.mm 时，韧性饼干软硬合适，适口性较好。图 1、图 2 中，随着大黄米面团中油添加量的增加，对各组破裂力影响显著($P<0.05$)，对各组硬度影响极显著($P<0.01$)，对各组粘附性、咀嚼性影响不显著($P>0.05$)。当油添加量在 3.5 g 时，感官评分最高，且此时

饼干破裂力、硬度、咀嚼性、粘附性均在最佳范围内，适口性好。而当油添加量为 3.0 g 时，面团的可塑性较差，表面干燥无光泽，饼坯易干裂，继续增加油添加量高于 4.0 g 后，饼干起酥性增强，饼坯不易塑形，且含油量过大，口感油腻。因此，油的最适添加量选择 3.5 g。

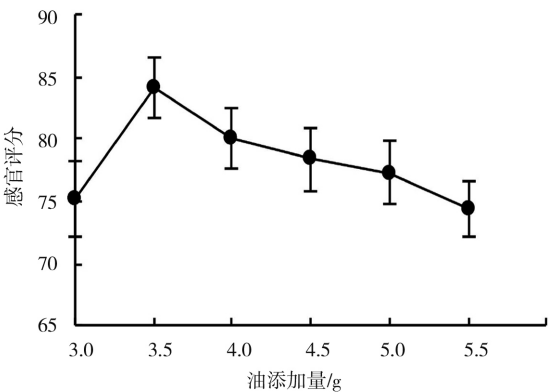
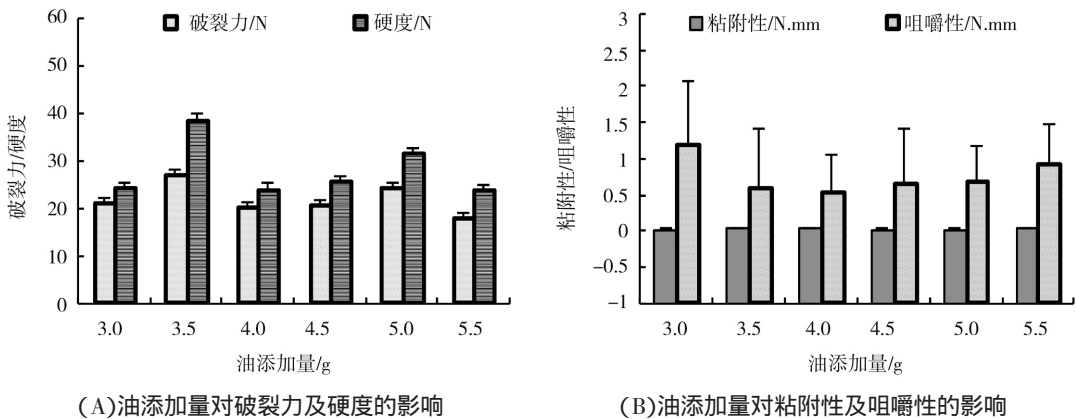


图 1 油的添加量对饼干感官评分的影响

Fig.1 Effect of oil addition on sensory evaluation score of cookies



(A)油添加量对破裂力及硬度的影响

(B)油添加量对粘附性及咀嚼性的影响

图 2 油的添加量对饼干质构的影响

Fig.2 Effect of oil addition on biscuit texture

2.1.2 糖的添加量对饼干感官品质、质构的影响

由图 3、图 4 可知，糖可以显著提高饼干的粘附性，但各组粘附性差异不显著($P<0.05$)。当糖添加量为 10.0 g 时，感官评分最高，此时饼干色泽诱人，咀嚼性最小，口感较佳。继续增加糖的含量，由于糖具

有较强的反水化作用，面团中面筋的形成量随着糖的添加而下降，导致面团延展性变差，饼干表面易出现裂纹，不易成型，破裂力和硬度下降，且甜味越来越强，焦糖化反应更加剧烈，饼坯易焦糊。因此，糖的最适添加量为 10.0 g。

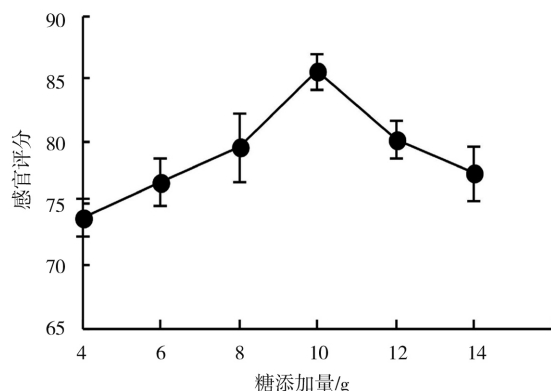


图3 糖的添加量对饼干感官评分的影响

Fig.3 Effect of sugar addition on sensory evaluation score of cookies

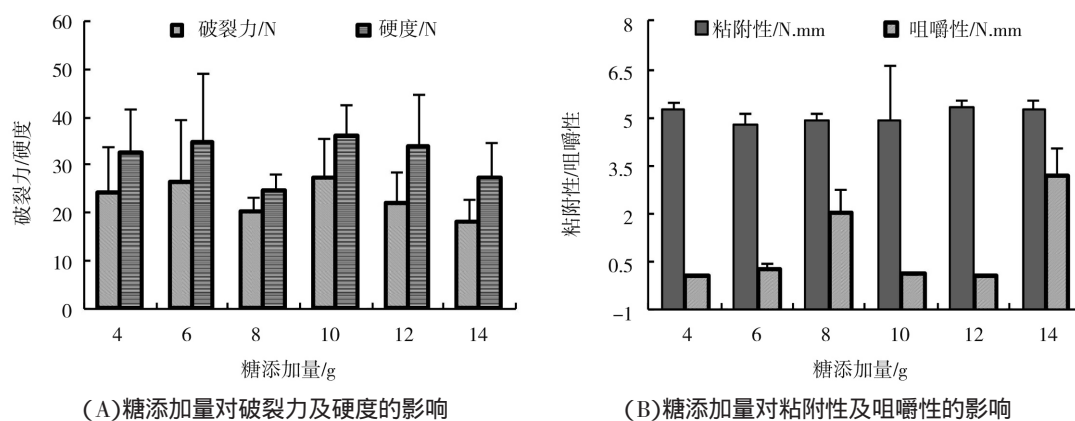


图4 糖的添加量对饼干质构的影响

Fig.4 Effect of sugar addition on biscuit texture

2.1.3 大黄米粉的添加量对饼干感官品质、质构的影响

由图5、图6可知,添加大黄米为25.0 g时,饼干的感官评分最高,硬度和破裂力最低,口感较佳。当大黄米添加量为21.0 g时,面团的可塑性较差,饼坯不易塑形;当添加量增加到29.0 g以上时,虽然大黄米自身具有胶黏特性,但由于面团中含水量恒定,导致面团过干,饼坯表面出现裂纹,成品质地粗糙,适口度较差。因此,选定大黄米添加量为23.0、25.0、27.0 g进行以下响应面试验。

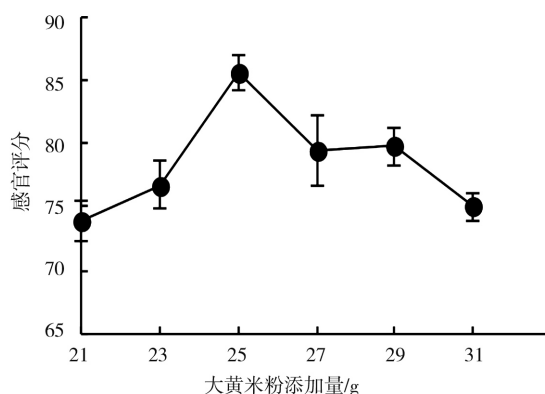
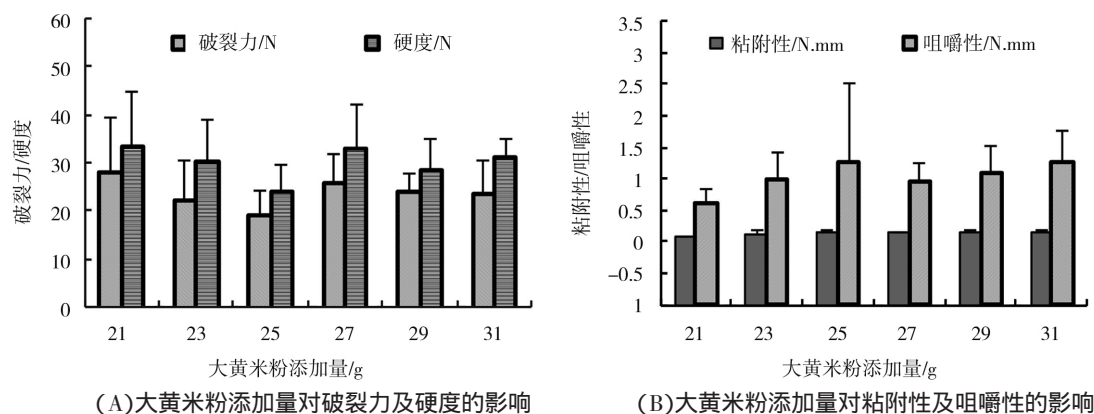


图5 大黄米粉添加量对饼干感官评分的影响

Fig.5 Effect of rhubarb rice flour addition on sensory evaluation score of cookies



(A) 大黄米粉添加量对破裂力及硬度的影响

(B) 大黄米粉添加量对粘附性及咀嚼性的影响

图6 大黄米粉添加量对饼干质构的影响

Fig.6 Effect of rhubarb rice flour addition on biscuit texture

2.1.4 木耳粉的添加量对饼干感官品质、质构的影响

木耳粉的添加对各组饼干感官评分影响极显著 ($P<0.01$)。当木耳粉添加量小于 1.5 g 时,饼坯可塑性变差,同时饼干成品中木耳特有的黑色不明显。从图 7、图 8 中可知,当木耳粉添加量大于 1.5 g 时,木耳中胶质成分累积,能充分吸收物料中的液体成分,木耳粉涨润,饼干的破裂力、硬度开始下降。当添加量为 2.5 g 时,木耳面团光滑柔软,延展性、可塑性俱佳,此时破裂力、硬度、咀嚼性均最低,感官评分最高。继续增加木耳粉到 3.0 g 时,木耳面团变得粗糙干燥,饼坯中木耳面团部分出现断层现象,饼干的硬度也明显增加,可能因为木耳多糖含量极大时能显著增加饼干的硬度有关^[20]。因此选择木耳粉添加量为 2.0、2.5 和 3.0 g 进行以下响应面试验。

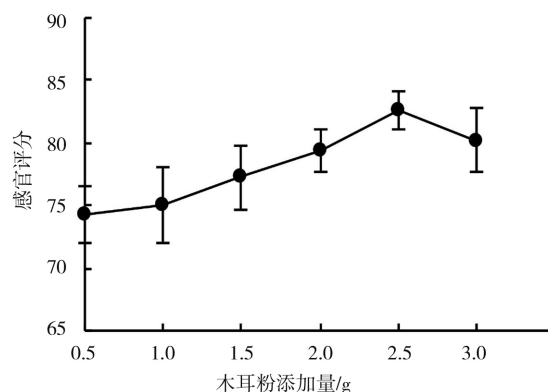
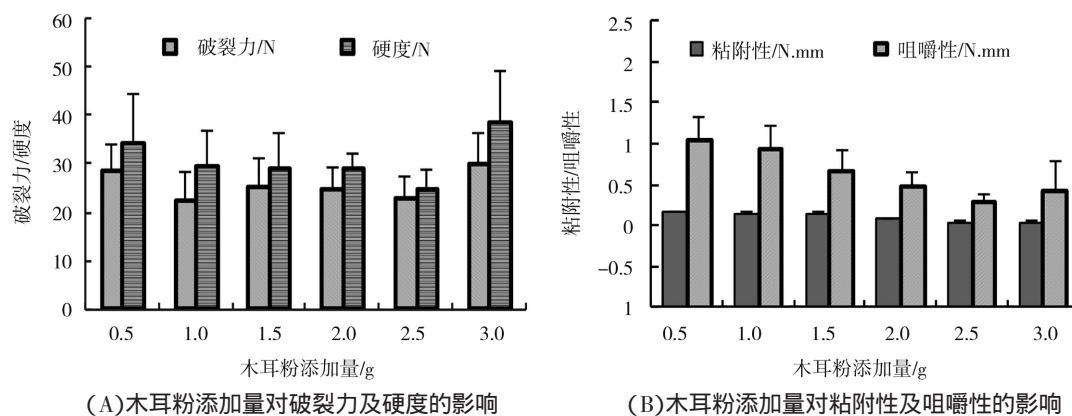


图7 木耳粉添加量对饼干感官评分的影响

Fig.7 Effect of fungus powder addition on sensory evaluation score of cookies



(A) 木耳粉添加量对破裂力及硬度的影响

(B) 木耳粉添加量对粘附性及咀嚼性的影响

图8 木耳粉添加量对饼干质构的影响

Fig.8 Effect of fungus powder flour addition on biscuit texture

2.1.5 荠菜粉的添加量对饼干感官品质、质构的影响

荠菜粉的添加对饼干感官评分影响极显著 ($P<0.01$)。从图 9、图 10 可知,当荠菜粉的添加量小

于 1.0 g 时,饼坯可塑性较差,饼干成品中荠菜特有的绿色不明显。随着添加量的增加,荠菜中纤维和多糖成分累积,充分吸收液体物料而涨润,导致饼干的

破裂力、硬度开始下降。当添加量到 2.0 g 时,荠菜面

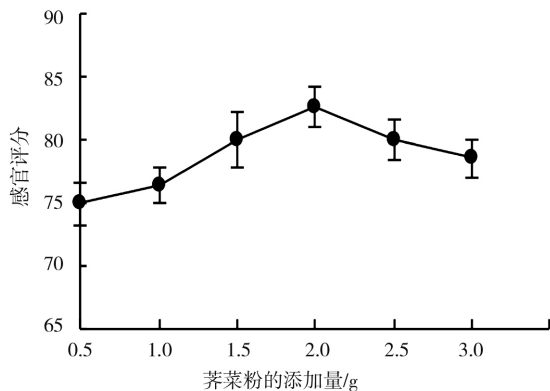


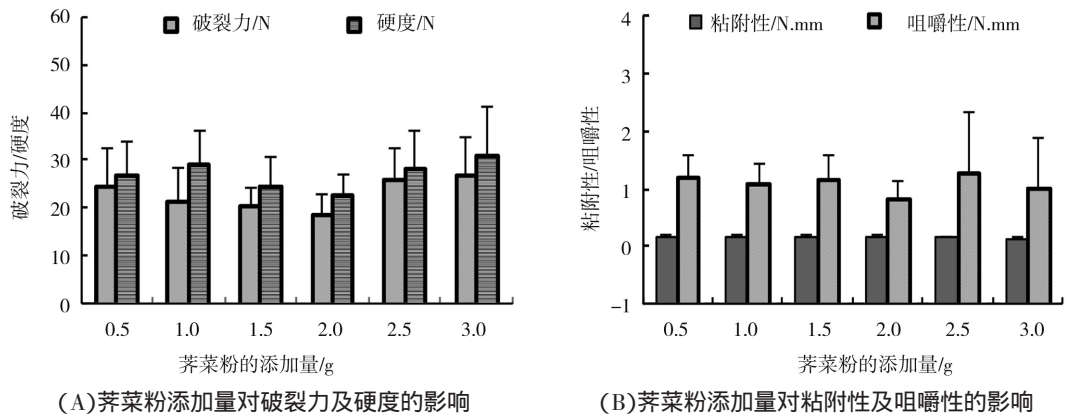
图 9 荠菜粉添加量对饼干感官评分的影响

Fig.9 Effect of shepherd's purse powder addition on sensory evaluation score of cookies

团光滑柔软,延展性、可塑性俱佳,破裂力、硬度、咀嚼性达到最低值,此时感官评分最高。继续添加荠菜粉,因无法充分涨润的荠菜粉量渐增,当添加量达到 3.0 g 时,荠菜面团变得粗糙干燥,且此时产品中荠菜味道过浓,不易选用。因此选择荠菜粉添加量为 1.5、2.0 和 2.5 g 进行响应面试验。

2.2 黑木耳荠菜大黄米饼干配方的响应面优化

在单因素的基础上,以大黄米面团中大黄米粉添加量、荠菜面团中荠菜粉添加量和木耳面团中木耳粉添加量为三因素,以感官评分、质构 TPA 中的破裂力、硬度、粘附性和咀嚼性为响应值,利用 Design-Expert 8.0.6 软件进行响应面中心组合实验。回归模型显著性检验结果见表 4。



(A)荠菜粉添加量对破裂力及硬度的影响

(B)荠菜粉添加量对粘附性及咀嚼性的影响

图 10 荠菜粉添加量对饼干质构的影响

Fig.10 Effect of shepherd's purse powder addition on biscuit texture

表 4 回归模型显著性分析

Table 4 Significance analysis on regression model

响应值	F 值	P>F	R ²	显著性
感官评定	7.97	0.006 1	0.911 1	**
破裂力	2.53	0.102 3	0.369 0	—
硬度	3.19	0.059 6	0.423 9	—
粘附性	2.31	0.141 4	0.748 0	—
咀嚼性	1.54	0.292 3	0.663 9	—

注:**表示模型极显著 $P<0.01$;—表示模型不显著 $P>0.05$ 。

根据 Design-Expert 8.0.6 软件分析获得最优饼干配方^[21-22],即当大黄米面团中大黄米含量为 24.68 g,荠菜面团中荠菜粉含量为 2.06 g,木耳面团中木耳粉含量为 2.41 g 时,可以获得最优的感官评分,预测值为 86.95 分。将响应面结果中感官评分最高组及优化后组合组进行验证实验,每组做三批次平行样。优化

后实验组感官评分为 88 分,高于响应面最优值组分值(86 分)。两种组合的饼干整体上都外形饱满、花纹清晰、内部结构细密均匀、有韧性,且大黄米、黑木耳、荠菜三种材料颜色分布均匀,有本身特有的香味。但相较而言,优化条件组生产的饼干入口后更加细腻,无明显的颗粒感,同时饼干完整出品率更高。

表 5 焙烤条件正交试验结果
Table 5 The orthogonal test results of baking conditions

试验序号	因素			感官评分
	A	B	C	
1	1	1	1	90
2	1	2	2	71
3	1	3	3	68
4	2	1	2	89
5	2	2	3	69
6	2	3	1	73
7	3	1	3	88
8	3	2	1	68
9	3	3	2	69
K _{1j}	229.00	267.00	231.00	
K _{2j}	231.00	208.00	229.00	
K _{3j}	225.00	210.00	225.00	
$\bar{K}_{1j}$	76.33	89.00	77.00	
$\bar{K}_{2j}$	77.00	69.33	76.33	
$\bar{K}_{3j}$	75.00	70.00	75.00	
极差 R	1.33	19.00	2.00	
影响主次因素	主→次 B、C、A			
最优方案	A ₂ B ₁ C ₁			

注 * 表示差异达到 5%显著水平 ,** 表示差异达到 1%显著水平 ,下同。

2.3 正交试验优化饼干焙烤条件

由于前期预实验已经基本确定了饼干焙烤的条件 ,为了获得最优条件 ,采用正交实验进行优化。由表 5 可知 ,正交试验饼干焙烤条件最优组合为A₂B₁C₁ ,即上下火温度均为 170 ℃ ,焙烤时间为 15 min。此组合未在试验组合中出现 ,故做验证实验。

2.4 焙烤条件验证实验

将最优方案 A₂B₁C₁ 与焙烤条件正交试验中感官评分最高组合 A₁B₁C₁ 各做三组产品 ,冷却至室温后请感官评定人员按照评定标准进行评定打分。通过SPSS22.0 软件分析 ,两者感官评分无显著差异 (P>0.05) ,但从产品色泽方面来看 ,组合 A₁B₁C₁ 的上色效果稍优于 A₂B₁C₁ ,为黄白奶油色 ,有淡淡的茶香味 ,更能刺激食用者食欲。因此 ,选定黑木耳荠菜大黄米韧性饼干最优焙烤条件为上火温度 190 ℃、下火温度 170 ℃、焙烤时间 15 min。

3 讨论

韧性饼干在生产上容易出现饼干断裂的现象 ,这也是本产品在研发初期出现过的问题。这是因为

面团流变学参数与饼干的质地之间存在极显著的联系^[23] ,而韧性饼干面团中油和糖的含量对面团的质地又起着很重要的作用。当面团中油和糖添加较少时 ,面团反水化程度较低 ,面筋弹性较大 ,饼干成型率较好。随着油和糖的增加 ,面团中面筋的形成量随着糖的增加而下降 ,导致面团反水化作用增强 ,但同时会造成面团的流散性增大 ,延展性变差 ,饼干表面易出现裂纹^[24]。同时破裂力和硬度下降 ,不易成型 ,且甜味越来越强 ,焦糖化反应会更加剧烈 ,饼坯易焦糊。因此 ,合理的糖、油、面配比是生产高品质韧性饼干和解决饼干断裂现象的关键。

还可通过给饼干打孔防止韧性饼干出现断裂。针孔可以在焙烤时促进排气 ,使饼干内部水分分布均匀 ,在饼干出炉后 ,水分蒸发速度均匀 ,内外水分含量相当 ,可防止饼干断裂。

本款饼干在面团制作过程中 ,先将油、糖和其他辅料充分混匀 ,再加入面粉、大黄米、木耳、荠菜等原料 ,其目的是使面粉和大黄米粉在一定浓度的糖、油存在情况下润胀 ,可限制面筋蛋白质吸水 ,控制面筋形成的力度 ,防止饼干断裂^[25]。并且最后通过在成型的饼干上打孔扎眼 ,获得了形态完整的饼干成品。

4 结论

经优化后的黑木耳荠菜大黄米韧性饼干的配方为:大黄米面团中大黄米为 24.68 g、低筋面粉 20.0 g、蛋液 10.0 g、糖 10.0 g、油 3.5 g、水 10.0 g、荠菜面团中荠菜粉 2.06 g、水 10.0 g、木耳面团中木耳粉 2.41 g、水 16.0 g、其他各物料添加量为大黄米面团相应成分的 80%。最佳焙烤条件为上火温度 190 ℃、下火温度 170 ℃、焙烤时间 15 min。

在此条件下,生产黑木耳荠菜大黄米饼干工艺是可行的,不仅开发了杂粮饼干的新品种,同时为黑龙江特产大黄米、黑木耳附加值提升开发了新的途径。

参考文献:

- [1] 闫晨静,周茜,董小涵,等. 河北省主要杂粮营养成分分析及评价[J]. 食品工业科技, 2017, 38(10): 351-355.
- [2] Wang R, Hunt H V, Qiao Z et al. Diversity and cultivation of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) in China: a review[J]. Economic Botany, 2016, 70(3): 332-342.
- [3] 冯小飞,赵宁,泽桑梓,等. 不同产地黑木耳中矿质元素含量的测定[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(4): 35-38.
- [4] 甘霓,吴小勇,郑传进,等. 黑木耳多糖对 B16 黑色素瘤细胞抗肿瘤作用研究[J]. 广东药科大学学报, 2017, 33(6): 758-762.
- [5] Ma Q, Guo Y, Wei R et al. Flavonoids from capsella bursa-pastoris and their hepatoprotective activities in vitro[J]. Revista Brasileira de Farmacognosia, 2016, 26(6): 710-713.
- [6] 赵秀玲. 荠菜及其研究开发现状[J]. 中国林副特产, 2009(6): 97-99.
- [7] 刘雅芳,胡妮娜. 黑龙江省黑木耳产品研发策略探讨[J]. 中国中医药科技, 2018, 25(1): 1-3.
- [8] 冯晞,诸爱士,刘珊珊. 响应面优化大黄米多糖提取工艺[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(3): 57-60.
- [9] 贺建武,丁红映,邹登科,等. 基于析因试验和响应面优化荠菜多糖提取工艺[J]. 中药材, 2017, 40(5): 1166-1169.
- [10] 王润博,杨雯雯. 海带-黑木耳酸奶的工艺优化研究[J]. 漯河职业技术学院学报, 2019, 18(2): 27-30.
- [11] 孔祥辉,张宇,杨国力,等. 木耳酥性饼干配方、质构分析和保质期研究[J]. 食品工业科技, 2018, 39(12): 164-170.
- [12] 李程程. 黑木耳燕麦饼干的研制[J]. 文山学院学报, 2014, 27(3): 27-30.
- [13] 陈红,蒋珍菊. 黑木耳饼干生产工艺的研究[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(2): 65-68.
- [14] 孙立志,牟柏德,金鑫,等. 黑木耳饼干的研制[J]. 食用菌, 2010, 32(5): 66-67.
- [15] 苏伟政. 韧性饼干工业加工应用酶制剂替代焦亚硫酸钠解决方案[J]. 食品工业科技, 2015, 36(4): 44-45.
- [16] 李云捷,于博,吴进菊,等. 响应面法优化韧性胎菊饼干配方[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(20): 104-108.
- [17] 李家磊,洪滨,卢淑雯,等. 黑龙江省黑木耳加工进展与开发前景[J]. 中国食物与营养, 2014, 20(8): 33-37.
- [18] 赵永恒,王佰灵,邱婧然,等. 黑木耳产品开发研究进展[J]. 亚太传统医药, 2016, 12(17): 39-42.
- [19] Mamat H, Hill S E. Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit[J]. Journal of Food Science and Technology, 2014, 51(9): 1998-2005.
- [20] 谢静玲. 黑木耳食品的开发[D]. 南京:南京农业大学, 2016.
- [21] 包鸿慧,于婷婷,盛倩,等. 超声波辅助热水浸提黑木耳多糖工艺的优化研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2013, 25(3): 45-49.
- [22] 赵丽艳,冷进松. Minitab 联用响应面法优化香菇荠麦饼干配方[J]. 粮食与饲料工业, 2018(7): 32-35.
- [23] Fustier P, Castaigne F, Turgeon S L et al. Flour constituent interactions and their influence on dough rheology and quality of semi-sweet biscuits: a mixture design approach with reconstituted blends of gluten, water-solubles and starch fractions[J]. Journal of Cereal Science, 2008, 48(1): 144-158.
- [24] 王敏. 糖、油、面对比对韧性饼干断裂的影响[J]. 西部粮油科技, 2002, 27(2): 41-42.
- [25] 王敏. 影响韧性饼干断裂的因素分析[J]. 粮食流通技术, 2001(6): 24-25.