

# 糙米粉添加量对面包品质的影响

王娜<sup>1,2</sup>, 吴娜娜<sup>1</sup>, 杨庭<sup>1,3</sup>, 李兴峰<sup>2</sup>, 田晓红<sup>1</sup>, 汪丽萍<sup>1</sup>, 刘明<sup>1</sup>, 刘艳香<sup>1</sup>, 谭斌<sup>1</sup>

(1. 国家粮食局科学研究院, 北京 100037;

2. 河北科技大学 生物科学与工程学院, 河北 石家庄 050018;

3. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

**摘要:**研究了糙米粉添加量(10%~70%)对糙米面包品质的影响。结果表明:随着糙米粉添加量增大,糙米面包体积逐渐减小,弹性、内聚性、回复性逐渐降低;面包的硬度、胶黏性、耐咀嚼性逐渐升高,孔壁厚度、气孔直径及粗糙气孔体积都随之增大,气孔壁加厚,结构粗糙、紧实,面包芯颜色逐渐加深,外观有褶皱出现,当添加量为40%时,其外观及口感可以接受。

**关键词:**糙米;面包;质构;感官品质

中图分类号:TS 210.1 文献标识码:A 文章编号:1007-7561(2015)02-0010-04

## Effect of addition amount of brown rice flour on quality of bread

WANG Na<sup>1,2</sup>, WU Na-na<sup>1</sup>, YANG Ting<sup>1,3</sup>, LI Xing-feng<sup>2</sup>,

TIAN Xiao-hong<sup>1</sup>, WANG Li-ping<sup>1</sup>, LIU Ming<sup>1</sup>, LIU Yan-xiang<sup>1</sup>, TAN Bin<sup>1</sup>

(1. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037; 2. College of Biological Science and Engineering,

Hebei University of Science and Technology, Shijiazhaung Hebei 050018;

3. College of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122)

**Abstract:** The impact of the addition amount of the brown rice flour on bread quality was studied. The results showed that along with the addition amount of brown rice flour increased, the volume, the springiness, cohesiveness and the resilience of bread decreased, whereas the hardness, gumminess and chewiness increased, and the cellular holes' wall thickness, diameter and coarse air hole volume of brown rice bread increased. The cellular holes' wall became thicker and the structure rougher and tighter, the crumb color of brown rice bread darker, and the wrinkles appeared. When the addition amount was 40%, the appearance and taste can be acceptable.

**Key words:** brown rice; bread; texture; sensory quality

稻谷是世界上最重要的谷物之一,由稻谷生产的大米具有易消化和低过敏性<sup>[1]</sup>。稻谷脱去壳后即成为糙米,糙米除含有丰富的淀粉、蛋白质、脂肪外,还含膳食纤维、维生素、矿物质等营养素,营养比白米更全面。但糙米含有较多的植酸盐和纤维素,在一般蒸煮条件下,不易煮烂,咀嚼有渣感,难以消化,所以糙米饭口感及营养吸收性较白米饭差,难以作为主食被大家所接受<sup>[2-4]</sup>。

目前,日本和欧美作为米制品较发达的国家,已经对糙米茶、糙米多孔淀粉、糙米米粉进行了研究,开发出多种糙米休闲食品,如糙米糕点、糙米面包等。我国江南大学以糙米和白米为原料制作了米乳

饮料,福娃公司利用糙米生产了糙米卷<sup>[5-6]</sup>,对于面包,Stefano Renzetti 在糙米面包中添加了TG酶,强化了水合作用,改善了面包品质<sup>[7]</sup>;Yuthana Phimolsiripol 将稻米加工副产物米糠加入面包中,改善了面包品质,延长了保质期<sup>[8]</sup>;大坪研一介绍了米粉颗粒细度及损伤淀粉等含量对于制作米粉面包及改善面包品质的重要性<sup>[9]</sup>。我国对于糙米面包的研究还较少,熊兰、李增利、马涛等制作了糙米面包,但其糙米粉添加量均较少<sup>[10-12]</sup>。

本实验将糙米磨成粉,添加到小麦粉中制成糙米面包,研究糙米粉添加量对于面包品质的影响,探讨糙米粉最佳添加量,满足部分对于小麦过敏的人群的需要。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

粳糙米:由北京盛和兴泰粮油市场购得,黑龙江

收稿日期:2014-08-18

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费课题(ZX1303)

作者简介:王娜,1989年出生,女,硕士研究生。

通讯作者:谭斌,1972年出生,男,博士,研究员。

省产,蛋白质含量 8.28%,水分含量 14.53%,脂肪含量 2.96%,粗纤维含量 1.27%;面包专用粉:山东利生面业有限公司;食用盐:中盐北京市盐业公司;白砂糖:中粮屯河股份有限公司;安琪耐高糖干酵母:安琪酵母股份有限公司。

## 1.2 仪器与设备

电子分析天平:瑞士梅特勒托利多公司;JHMZ 200 试验和面机:北京东方孚德技术发展中心;JCXZ 面团成型机:北京东方孚德技术发展中心;PRX-35013 智能人工气候箱:宁波海曙赛德实验仪器厂;TA.XT2i Plus 质构仪:英国 Stable Micro System 公司;C-Cell 图像分析仪:英国 Calibre Control International Ltd;YXD-40B-8 电烘炉:广州市花都区新粤海西厨设备厂。

## 1.3 实验方法

### 1.3.1 面包制作方法

将粳糙米粉碎,过 60 目筛,备用。

将面包专用粉和糙米粉混合均匀,糙米粉添加量分别为 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%,参考国标 GB/T 14611—2008《粮油检验小麦粉面包烘焙品质实验—直接发酵法》制作面包,稍作修改,并作对照实验。

糖—盐溶液:分别称取 109 g 糖和 27.27 g 盐,放在烧杯中,加蒸馏水并不断搅拌使糖和盐完全溶解,定容至 200 mL。

酵母预处理:将干酵母放入水中,搅拌均匀,置于 30 ℃、湿度 85% 的人工气候箱中,放置 10 min<sup>[13]</sup>。

和面:分别称取 200 g 小麦粉,添加不同比例糙米粉,混匀,加入 11% 的糖—盐(以混合粉的质量计)溶液,加入 1.8% 的干酵母溶液和适量的水溶液,启动和面机揉成面团,当面团手感柔和,可以拉成均匀的薄膜时即可。

发酵和揉压:将面团从和面缸中取出,称取重量,分成两等分,每份面团用手捏圆面团,光面向上,放入盘中,置于醒发箱中,在温度 30 ℃,相对湿度 85% 条件下,醒发 90 min,分别在 55 和 80 min 时,在压片机滚压面团一次,排除气泡,而后对折或折三次后,重新放回醒发箱。

成型:取出面团,用压片机将面团压两次,成长片,用手将面团从小端卷起,卷起时尽量压实以排出气体,然后将面团滚压数次,将接缝向下,放在事先涂有油的面包听中。

醒发:面团成型装听后,放入醒发箱,在温度 30 ℃,相对湿度 85% 下,醒发 45 min。

烘烤:醒发结束后,放入烤箱,上火温度为 215 ℃,下火温度为 200 ℃,烘烤 20 min。面包出炉前,需在烤箱内放一小盒清水,以保持湿度,面包入

炉前,也需用喷壶向其表面喷水,防止出炉后温差过大造成面包表面干裂。

### 1.3.2 面包品质指标测定

面包出炉后 5 min,用菜籽置换法测量体积。

### 1.3.3 面包的 TPA 试验

面包在室温下冷却后,放入自封袋密封保存,18 h 后,切成 25 mm 的面包片,取中心面包片紧邻部位进行 TPA 测试。

TPA 测试条件:探头为  $\Phi 36$  mm 的圆柱形平底探头,测试时探头的测前速度,测时速度,测后速度均为 2 mm/s;触发力为 20 g;收回距离为 10 mm;压缩时间为 5 s<sup>[13]</sup>。

### 1.3.4 面包的纹理结构测定

利用 C-cell 图像分析仪对面包的纹理结构进行测定。将 25 mm 面包片放置在样品盒中。启动程序进行测定,得到图像,并利用图像分析软件进行数据分析<sup>[14]</sup>。

### 1.3.5 面包感官评价

选取 6 名品评员,参照国家标准 GB/T 14611—2008 方法对面包进行打分,具体评价标准见表 1。

表 1 面包烘焙品质评价标准

项目	分数	打分标准
面包体积	45	体积小于 360 mL 得 0 分;大于 900 mL 得 45 分;体积在 360~900 mL 之间每增加 12 mL 得 1 分。
面包外观	5	面包表皮色泽正常,光洁平滑无斑点,冠大,颈极明显得 5 分;冠中等,颈短得 4 分;冠小,颈极短得 3 分;冠不明显,无颈得 2 分;无冠,无颈,塌陷得 1 分。表皮色泽不正常,或不光洁,不平滑,或有斑点均扣 0.5。
面包芯色泽	5	洁白,乳白并有丝样光泽得 5 分;洁白,乳白但无丝样光泽得 4.5 分;黑暗灰得 1 分;色泽由白—黄—灰—黑,分数依次降低。
面包芯质地	10	面包芯细腻平滑,柔软而富有弹性得 10 分;面包芯粗糙紧实,弹性差,按下不复原或难复原得 2 分;介于中间得 3~9 分。
面包芯纹理结构	35	面包芯气孔细密、均匀并成长形,孔壁薄,呈海绵状得最高 35 分;面包芯气孔大大小小,极不均匀,大空洞很多,坚实部分连成大片得最低 8 分;介于中间得 9~34 分。

## 1.4 数据处理

采用 Excel 和 SPSS 19.0 进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 糙米粉添加量对面包体积的影响

添加不同比例糙米粉的面包体积如图 1 所示。可以看出,随糙米粉添加量增大,面包体积大致呈下降的趋势,体积从 502.5 mL 下降到 290 mL。由方差分析显著性检验可以看出,不同的糙米粉添加量,面包的体积不同。添加糙米粉的面包体积与对照组面包体积在 10% 内无显著性差异,而超过 10% 添加量,与对照组对比,差异性显著( $P < 0.05$ )。与熊兰

的研究结果基本一致<sup>[10]</sup>。可能是由于糙米粉中蛋白含量较少,随着糙米粉添加量增大,混合粉中面筋蛋白减少,造成吸水下降,面筋生成量减少,不易形成面筋网络结构,使面筋弹性和面团持气性下降,导致面包体积减小<sup>[11]</sup>。

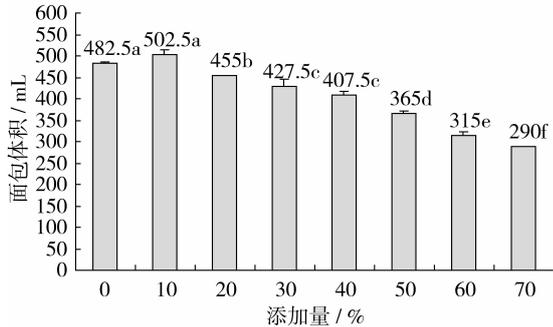


图1 不同添加量的糙米面包体积

2.2 糙米粉添加量对面包质构特性的影响

面包弹性和硬度能很好反映面包老化过程中表皮质地、组织结构、口感、柔软度等品质;硬度与胶黏性共同决定耐咀嚼性,其中硬度影响较大;胶黏性、弹性和耐咀嚼性有关,其中胶黏性对耐咀嚼性影响较大。即表明硬度对胶黏性和耐咀嚼性影响较大,可用面包的硬度来间接表示胶黏性和耐咀嚼性<sup>[15]</sup>。由表2可知,随着糙米粉添加量的增加,弹性、内聚性、回复性逐渐降低,面包的硬度、胶黏性、耐咀嚼性逐渐升高,而当糙米粉添加量超过40%时,其硬度、胶黏性和耐咀嚼性急剧增加,浮动范围较大,因此,选择糙米粉添加量为40%为可以接受的添加量。由差异性分析可知,糙米粉添加量与硬度呈极显著正相关,与弹

性、内聚力、胶黏性、咀嚼性、回复力呈极显著负相关。可能是由于随着糙米粉添加量的增加,影响了面包在烘烤过程中水分的吸收,导致硬度增大,从而耐咀嚼性升高;回复性随糙米粉添加量增大而降低可能与面筋形成不充分有关。

2.3 糙米粉添加量对面包纹理结构的影响

如表3所示,糙米粉添加量与切片面积、最大高度、宽度、周长、面包片亮度、气孔对比度、气孔数量、气孔面积、平均气孔延长度均呈显著负相关。切片尺寸包括切片面积,切片周长,切片宽度,最大高度等参数,由于切片面积与周长、宽度以及最大高度均成显著正相关,所以可以用一个参数来表征切片尺寸,添加量与切片面积相关系数为-0.98,与面包片亮度相关系数为-0.967,与气孔对比度相关系数为-0.974,与气孔数量相关系数为-0.980,与孔洞面积相关系数为-0.413,与孔洞体积相关系数为-0.448,与平均气孔延长度相关系数为-0.944,说明糙米粉添加量越大,其体积减小,因此相同厚度切片面积越小,高度宽度周长等都随之减少,而气孔数量和面积,平均气孔延长度都随之减少,表明其持气性越差;而添加量与孔壁厚度、气孔直径、气孔体积均呈显著正相关,随着添加量增大,孔壁厚度、气孔直径及粗糙气孔体积都随之增大,一般来说,孔壁越薄,其质地越细腻,而粗糙气孔体积是衡量包括孔洞在内的相对粗糙的气孔在整个切片中所占的体积<sup>[16]</sup>。因此糙米添加量增大时,质地较粗糙。可能与糙米中纤维含量较高,淀粉不易糊化有关。

表2 不同添加量的糙米面包质构特性

添加量/%	硬度/g	弹性	内聚性	胶黏性/g	耐咀嚼性/g	回复性
0	930.79 ± 24.97 <sup>e</sup>	0.99 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.73 ± 0.00 <sup>a</sup>	679.13 ± 16.94 <sup>d</sup>	668.93 ± 14.82 <sup>d</sup>	0.36 ± 0.00 <sup>a</sup>
10	711.01 ± 2.98 <sup>e</sup>	0.99 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.00 <sup>a</sup>	530.86 ± 0.27 <sup>d</sup>	523.43 ± 3.49 <sup>d</sup>	0.35 ± 0.00 <sup>ab</sup>
20	965.83 ± 173.45 <sup>e</sup>	0.98 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.02 <sup>ab</sup>	698.20 ± 140.51 <sup>d</sup>	685.35 ± 131.64 <sup>d</sup>	0.34 ± 0.01 <sup>ab</sup>
30	1877.09 ± 87.26 <sup>e</sup>	0.95 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.65 ± 0.05 <sup>bc</sup>	1229.51 ± 148.91 <sup>e</sup>	1168.72 ± 151.89 <sup>cd</sup>	0.30 ± 0.04 <sup>bc</sup>
40	3886.62 ± 5.71 <sup>d</sup>	0.93 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.59 ± 0.01 <sup>c</sup>	2277.18 ± 51.64 <sup>e</sup>	2111.70 ± 99.35 <sup>e</sup>	0.26 ± 0.01 <sup>c</sup>
50	8541.21 ± 222.26 <sup>c</sup>	0.86 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.47 ± 0.04 <sup>d</sup>	4040.45 ± 397.89 <sup>b</sup>	3463.26 ± 218.91 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.02 <sup>d</sup>
60	10959.49 ± 774.82 <sup>b</sup>	0.86 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.38 ± 0.02 <sup>e</sup>	4214.62 ± 536.01 <sup>b</sup>	3629.35 ± 494.06 <sup>b</sup>	0.17 ± 0.02 <sup>d</sup>
70	14946.61 ± 1110.65 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.39 ± 0.06 <sup>e</sup>	5922.57 ± 1318.18 <sup>a</sup>	4924.79 ± 1218.50 <sup>a</sup>	0.20 ± 0.05 <sup>d</sup>

注:表中数字表示平均值 ± 标准偏差,字母表示在0.01水平上的差异显著性。

表3 糙米粉添加量与 C-cell(图像分析仪)参数的关系

项目	添加量	切片面积	最大高度	宽度	周长	面包片亮度	气孔对比度	气孔数量	气孔面积	孔洞面积	孔洞体积	孔壁厚度	气孔直径	气孔体积	粗糙气孔体积	平均气孔延长度
切片面积	-0.98**	1														
最大高度	-0.92**	0.92**	1													
宽度	-0.98**	1.00**	0.91**	1												
周长	-0.98**	1.00**	0.93**	1.00**	1											
面包片亮度	-0.97**	0.99**	0.92**	0.98**	0.99**	1										
气孔对比度	-0.97**	0.98**	0.91**	0.96**	0.97**	0.99**	1									
气孔数量	-0.98**	0.99**	0.95**	0.99**	0.99**	0.98**	0.97**	1								
气孔面积	-0.78*	0.82*	0.61	0.83*	0.82*	0.78*	0.75*	0.79*	1							
孔洞面积	-0.41	0.50	0.63	0.49	0.52	0.45	0.35	0.60	0.42	1						
孔洞体积	-0.45	0.53	0.65	0.52	0.55	0.48	0.38	0.60	0.45	1.00**	1					
孔壁厚度	0.89**	-0.86**	-0.84**	-0.83*	-0.87**	-0.85**	-0.85**	-0.89**	-0.71	-0.53	-0.55	1				

续表

项目	添加量	切片面积	最大高度	宽度	周长	面包片亮度	气孔对比度	气孔数量	气孔面积	气孔面积	气孔体积	气孔壁厚	气孔直径	气孔体积	粗糙气孔体积	平均气孔长度
气孔直径	0.89**	-0.82*	-0.87**	-0.81*	-0.82*	-0.81*	-0.84**	-0.85**	-0.45	-0.34	-0.37	0.83*	1			
气孔体积	0.95**	-0.92**	-0.89**	-0.93**	-0.92**	-0.92**	-0.93**	-0.94**	-0.62	-0.37	-0.41	0.81*	0.95**	1		
粗糙气孔体积	0.96**	-0.93**	-0.90**	-0.91**	-0.92**	-0.94**	-0.96**	-0.93**	-0.63	-0.32	-0.34	0.90**	0.94**	0.95**	1	
平均气孔长度	-0.94**	0.95**	0.83*	0.93**	0.94**	0.97**	0.98**	0.93**	0.80*	0.29	0.32	-0.86**	-0.77*	-0.88**	-0.94	1

注:\*\*表示在0.01水平上显著相关,\*表示在0.05水平上显著相关。

### 2.4 糙米粉添加量对糙米面包感官品质的影响

表4为不同添加量的糙米面包感官评定分值表。可以看出,当糙米粉添加量为10%~30%时,面包外观,面包芯质地,纹理结构等品质都在降低,而当糙米量为40%时,面包外观,面包芯质地及纹理结构等均又增大,添加量超过40%时,其感官指标均又下降,因此,40%即为大家可以接受的糙米粉添加量。由于面筋的网络结构构成了面包的整体支架,随着糙米粉添加量增大,面筋蛋白吸水量减少,面团持气性较差,造成面包表面气孔越来越稀疏,气孔数量及体积均在增大,气孔壁变厚,表面开裂现象较多,纹理结构较松散。因此,可以将原料进行预处理如挤压膨化、预糊化等方式来改变原料功能性质,或通过添加剂来改善面包品质。

表4 不同添加量的糙米面包感官评定分值

添加量/%	面包外观	面包芯色泽	面包芯质地	面包芯纹理结构	面包体积	总分
0	4	4.6	8.2	31.7	10.2	58.7
10	3.9	4.25	8.33	29.33	12	57.81
20	3.33	3.75	6.33	23.67	8	45.08
30	2.92	3.08	4.5	19.17	6	35.67
40	3.58	2.83	5.17	19.33	5	35.91
50	3.75	2.42	3.67	12.17	1	23.01
60	1.5	1.67	2.33	9.17	0	14.67
70	1.33	1.58	2	8.33	0	13.24

### 3 结束语

通过研究糙米粉添加量对面包品质的影响,得到如下结论:

(1)随着糙米粉添加量增大,面筋生成量减少,不易形成面筋网络结构,面包的体积逐渐减小;此外,由于添加量增大,影响了面包在烘烤过程中水分的吸收,导致硬度增大,耐咀嚼性升高,弹性和回复性逐渐降低。

(2)随着糙米粉添加量增大,面包的孔壁厚度、气孔直径及粗糙气孔体积都随之增大,持气性变差;面包芯结构较粗糙,紧实,面包芯色泽在逐渐加深,外观有褶皱出现,当添加量为40%时,其外观及口感可以接受,且具有较好的营养价值。

糙米粉的添加量较大且糙米中缺少可形成面筋网络构架的面筋蛋白,因此,如何改善糙米面包品质成为今后糙米面包研究中亟需解决的问题。为此,可以通过将糙米进行预糊化或者向糙米粉中添加面

筋的代替物如TG酶、蛋白酶、谷朊粉、谷胱甘肽等来改善面筋结构,生产出更加可口营养的糙米面包,对于以大米为主食的我国来说,其发展前景巨大。

### 参考文献:

- [1] Renzetti S, Arendt E K. Effect of protease treatment on the baking quality of brown rice bread: From textural and rheological properties to biochemistry and microstructure[J]. Journal of Cereal Science: 2009, 50: 22-28.
- [2] 于巍,周坚,徐群英,等. 糙米与精米的营养价值与质构特性比较研究[J]. 食品科学, 2010, 9: 95-98.
- [3] 周惠明,张民平. 糙米中功能性成分的研究[J]. 食品科技, 2002, 5: 17-19.
- [4] Heinemann R J B, Fagundes P L, Pinto E A, et al. Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2005, 18(4): 287-296.
- [5] 汪阿虎,林亲录,等. 糙米的应用研究与发展前景[J]. 农产品加工学刊, 2011, 2: 4-7.
- [6] 浅野幸纪, 米粉的制造方法及装置[P]. 日本:2007-212483, 2007-7-21.
- [7] S Renzetti, E K Arendt. Effect of protease treatment on the baking quality of brown rice bread: From textural and rheological properties to biochemistry and microstructure[J]. Journal of Cereal Science, 2009, 50: 22-28.
- [8] Yuthana Phimolsiripol, Amornrat Mukprasirt, Regine Schoenlechner. Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fibre fractions of rice bran[J]. Journal of Cereal Science, 2012, 56: 389-395.
- [9] 大坪研一. 米粉[M], 日本食粮新闻社, 2012.
- [10] 熊兰,李百顺,袁美兰,等. 糙米面包的研制[J]. 农业机械, 2012, (9): 92-95.
- [11] 李增利. 营养糙米面包的研制[J]. 食品工业, 2000, (6): 25-27.
- [12] 马涛,张良晨,等. 膨化糙米粉生产面包的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2009, (9): 27-29.
- [13] Stefano renzetti, Fabio dal bello. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase [J]. Journal of cereal science, 2008, 48: 33-45.
- [14] 方秀丽,孙辉,曹颖君,等. 利用图像分析仪评价馒头品质的研究[J]. 中国粮油学报,2013, 28(6): 90-94.
- [15] 宋艳玲,唐梨,等. 面包品质评价方法的探析[J]. 食品工业, 2005, (6): 21-23.
- [16] 孙辉, Shuping Yan, MacRitchie F,等. 利用图像分析技术评价发酵面食品品质的研究[J]. 河南工业大学学报, 2011, 32(4): 59-62.