

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.12.035

麦麸细粉营养成分分析及在面包烘焙中的应用

Nutrient analysis of the fine wheat bran powder and its application in bread making

兰晓光 汪宁 王旭峰 王凤玲

LAN Xiao-guang WANG Ning WANG Xu-feng WANG Feng-ling

(德州职业技术学院粮食工程系, 山东 德州 253034)

(Department of Grain Engineering, Dezhou Vocational and Technical College, Dezhou, Shandong 253034, China)

摘要:采用喷雾调质、研磨和筛选分离出小麦麸皮中的麦麸细粉,分析其营养成分,并通过流变特性测试及烘焙应用试验,研究其对面粉营养成分及面团烘焙特性的影响。结果表明,分离所得麦麸细粉的蛋白质和膳食纤维含量高达15.8%和33.6%,且富含钾、钙、铁等多种矿物质。随着麦麸细粉在面包专用粉中添加比例的增加,面包专用粉的灰分和湿面筋含量呈递增趋势;面筋指数、糊化黏度逐渐降低,面团吸水率、弱化度逐渐增加;稳定时间、延展性呈减小趋势;面包的搅拌时间、发酵时间延长,比容和品质评分降低。添加10%麦麸细粉的面包烘焙性能和感官品质较好,且营养价值得到了显著改善。

关键词:小麦麸皮;喷雾调质;研磨;麦麸细粉;面包;烘焙品质

Abstract: The fine wheat bran powder was separated from wheat bran through grinding bran with cutting machine combined with spraying and screening. Analysis of its nutrient composition, the effects of the fine wheat bran powder on the nutrients of flour as well as its baking characteristics were studied by determining the dough rheological properties and baking experiments. The results showed that the protein and dietary fiber content of the fine wheat bran powder were up to 15.8% and 33.6%, respectively, which was rich in potassium, calcium, iron and other minerals. With the increasing of the fine wheat bran powder in the bread flour, the ash content and wet gluten content increased gradually; gluten index and gelatinization viscosity decreased, the dough water absorption capacity and weakness increased; the stabilization time and malleability of dough showed a decreased trends; the mixing and fermentation time of dough were both prolonging; lower specific volume and quality scores were ob-

tained. However, the bread with 10% of the fine wheat bran powder still exhibited well-accepted baking performance and sensory quality, and the nutritional value was significantly improved.

Keywords: wheat bran; spray conditioning; milling; wheat bran powder; bread; baking quality

小麦麸皮是小麦制粉加工中的主要副产物,由种皮、糊粉层、少量胚芽及胚乳组成,富含可溶和不可溶性非淀粉多糖,是已知自然界中最好的膳食纤维来源。作为小麦生产大国,中国每年有 2.00×10^7 t小麦麸皮资源可供利用,但是目前主要用作饲料和发酵培养基,附加值较低^[1]。

全麦粉或高麦麸含量面粉是提高小麦麸皮利用程度,变废为宝的重要途径。但目前中国全麦面粉或麦麸面粉的加工主要是将整粒小麦的麸皮和胚乳分离,再将分离出来的小麦麸皮经过粉碎后回添到小麦粉中^[2-3]。由于小麦麸皮韧性强、破碎难度大,对设备要求较高、生产加工较为困难,同时该工艺需建设单独的生产车间,无法实现与小麦加工生产线联用,此外分批次混合还可能存在各批次间产品质量不稳定、食品质量安全等问题,因此相关技术较难在中小型面粉加工企业推广应用。

针对上述工艺存在的技术和设备问题,试验拟通过改良后路皮磨系统的打麸工艺,利用切麸机的机械研磨作用替代传统打麸机打击作用,再配合喷雾调质和筛选工艺分离提取麦麸细粉,以期保留麦麸的营养价值,同时去除粗纤维、木质素等对食用品质和安全品质具有不良影响的成分。在此基础上,研究麦麸细粉在面包烘焙中的应用特性,探讨其对面包营养和烘焙品质的影响,为营养健康制品的研发提供理论和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

小麦麸皮:东海粮油工业(张家港)有限公司;

基金项目:山东省高校科研计划项目(编号:J18KB065)

作者简介:兰晓光,男,德州职业技术学院助教,硕士。

通信作者:汪宁(1975—),女,德州职业技术学院副教授。

E-mail: wangning7546@163.com

收稿日期:2019-07-07

面包专用粉:烟台台华食品实业有限公司;

美国金牌全麦粉:通用磨坊食品有限公司;

即发干酵母:燕子(法国)有限公司;

氯化钾、碳酸钙、硫酸铁铵、氧化锌:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

粉质仪:Farinograph-AT型,德国布拉本德仪器公司;

拉伸仪:Extensograph-E型,德国布拉本德仪器公司;

糊化黏度仪:Viscograph-E型,德国布拉本德仪器公司;

凯氏定氮仪:KDN型,杭州大成光电仪器有限公司;

原子吸收光谱仪:PinAAcle 900Z型,珀金埃尔默股份有限公司;

切麸机:GTCL2000型,GBS粮食机械制造有限公司;

和面机:SM-25型,新麦机械(中国)有限公司;

醒发箱:SM-32S型,新麦机械(中国)有限公司;

烤箱: SJ-943型,新麦机械(中国)有限公司;

电子天平:JA5003B型,上海精科天平制造有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 麦麸细粉的制备

小麦麸皮原料→过筛(10W号筛网)→筛上物→喷雾调质(使筛上物水分含量达到13.5%)→切麸→过筛(CB42号筛网)→筛下物即为麦麸细粉(平均粒度范围为35~50 μm)

1.2.2 麦麸面粉基本营养成分分析

- (1) 水分的测定:依据 GB 5009.3—2016。
- (2) 灰分的测定:依据 GB 5009.4—2016。
- (3) 蛋白质含量的测定:依据 GB 5009.5—2016。
- (4) 脂肪含量的测定:依据 GB 5009.6—2016。
- (5) 膳食纤维含量的测定:依据 GB 5009.88—2014。
- (6) 钾含量的测定:依据 GB 5009.91—2017。
- (7) 钙含量的测定:依据 GB 5009.92—2016。
- (8) 铁含量的测定:依据 GB 5009.90—2016。

(9) 锌含量的测定:依据 GB 5009.14—2017。

1.2.3 麦麸面粉的理化性质测定

(1) 湿面筋含量的测定:依据 GB/T 5506.2—2008。

(2) 降落数值的测定:依据 GB/T 10361—2008。

(3) 糊化黏度的测定:依据 GB/T 14490—2008。

(4) 粉质指标的测定:依据 GB/T 14614—2006。

(5) 拉伸指标的测定:依据 GB/T 14615—2006

1.2.4 麦麸面包的制作 将麦麸细粉按0%~30%的比例与面包专用粉混合(该复配粉统称为麦麸面粉),应用直接发酵法制作面包,配方见表1,具体工艺流程:

混合(麦麸细粉和面包专用粉混匀)→和面(除起酥油外其他物料,慢速搅拌2 min,中速搅拌4 min,加入起酥油慢速搅拌1 min,中速搅拌至面筋充分扩展)→分割、揉圆、整形→基本发酵(温度28℃、相对湿度75%,75 min)→整形(压延2次,间距3.5 mm,中间松弛10 min)→发酵(温度38℃、相对湿度85%,至模具高度的80%)→烘烤(上火170℃/下火220℃,35 min)→冷却→面包

1.2.5 麦麸面包的品质评价

(1) 面包比容:采用菜籽排重法测定面包体积,按式(1)计算面包比容。

$$\text{面包比容}(\text{cm}^3/\text{g}) = \text{体积}(\text{cm}^3) / \text{质量}(\text{g}) \quad (1)$$

(2) 感官评定:面包评分标准根据 GB/T 14611—2008 附录 A《面包烘焙品质评分标准》制定。总分100分,面包体积45分、面包外观5分、面包芯色泽5分、面包芯质地10分、面包芯纹理结构35分。

1.2.6 数据处理与分析 采用 Microsoft Excel 进行数据整理。

2 结果与分析

2.1 麦麸面粉基本营养成分分析

研究^[4]表明,小麦麸皮中膳食纤维含量高达35%~50%,是一种理想的食用纤维素源。作为麦麸组织结构最内层的糊粉层,其蛋白质含量约占小麦总蛋白质含量的15%,矿物质占小麦总矿物质含量的40%~60%,富集了小麦中的蛋白质和矿物质^[5-6]。膳食纤维在维持正常的肠道功能已被广泛证实;而蛋白质则是人体生命活动中必需的重要物质;钾、钙、铁、锌是人体的必需元素,

表1 面包配方[†]

样品	面包专用粉	麦麸细粉	酵母	盐	糖	起酥油	加水量
对照组	100	0	1.6	1.5	6	4	62.5
10%麦麸面粉	90	10	1.6	1.5	6	4	64.0
20%麦麸面粉	80	20	1.6	1.5	6	4	65.0
30%麦麸面粉	70	30	1.6	1.5	6	4	66.0
美国全麦粉	0	0	1.6	1.5	6	4	67.0

[†] 表中数值均为相对于麦麸面粉的添加量;小麦粉加水量依据粉质试验时的吸水量确定。

其营养素参考值分别为 2 000,800,15,15 mg^[7]。

利用切麸机加工分离得到的麦麸细粉及所配制的麦麸面粉基本营养成分如表 2 所示,并与原始小麦麸皮原料以及美国全麦粉组成进行对比。结果表明,试验分离提取的麦麸细粉,有效保留了麦麸中的主要营养物质,蛋

白质和膳食纤维含量分别达到 15.8%和 33.6%,同时富含钾、钙、铁等多种矿物质。将麦麸细粉与面包专用粉进行配粉,在 30%添加量下,所制备的麦麸面粉主要营养物质含量均优于美国全麦粉。可见,该工艺方法制备的麦麸细粉是配制全麦粉或高膳食纤维面粉的理想原料。

表 2 麦麸面粉基本营养成分分析

Table 2 Analysis of basic nutritional components of wheat bran flour

样品	水分/ %	灰分/ %	蛋白质/ %	脂肪/ %	膳食纤维/ %	钾/ (10 ⁻² mg · g ⁻¹)	钙/ (10 ⁻² mg · g ⁻¹)	铁/ (10 ⁻² mg · g ⁻¹)	锌/ (10 ⁻² mg · g ⁻¹)
麸皮	12.5	6.3	16.7	5.1	46.5	606.5	48.0	10.1	7.7
麦麸细粉	9.8	4.0	15.8	4.2	33.6	1 216.0	34.7	14.9	5.9
面包专用粉	13.0	0.6	12.0	1.7	2.4	100.0	15.0	0.9	0.8
10%麦麸面粉	12.3	1.0	13.1	1.7	5.2	293.0	31.4	4.6	2.1
20%麦麸面粉	12.0	1.3	13.5	2.0	8.3	395.0	31.7	5.8	2.5
30%麦麸面粉	11.6	1.7	13.8	2.3	11.4	498.0	32.1	6.9	2.9
美国全麦粉	12.6	1.5	13.3	1.7	10.0	366.0	—	1.0	—

2.2 麦麸细粉对面包专用粉理化特性的影响

将麦麸细粉分别按 10%,20%,30%的比例添加到面包专用粉中进行理化和粉质拉伸试验,结果见表 3~5。湿面筋含量和面筋指数是反映面筋数量和质量、评估面粉品质的重要指标,而降落数值和糊化黏度分别反映面粉的淀粉酶活性以及糊化特性。由表 3 可知,随着麦麸细粉添加比例的增加,湿面筋含量呈递增趋势,而面筋指数、降落数值和糊化黏度逐渐降低。这是因为随着麦麸

细粉添加量的增加,吸水性和持水性较强的麸皮组分嵌入至面筋网络结构中,从而增加了湿面筋的持水性,但过高的麦麸细粉添加量,使面筋蛋白组成及网络结构发生一定程度的变化,导致湿面筋含量增加,面筋指数有所降低^[8-9]。而所分离的麦麸细粉由于引入胚芽中存在的 α-淀粉酶,从而使小麦粉中的淀粉水解速度加快,降落数值和淀粉糊化后的黏度降低^[10]。

表 3 麦麸细粉添加量对面包专用粉理化指标的影响

Table 3 Effect of the fine wheat bran powder addition on the physics and chemistry indexes of bread flour

添加量/ %	湿面筋/ %	面筋指数	降落数值/s	糊化黏度/BU
0	39.8	88.0	498	580
10	42.5	84.9	443	475
20	44.9	82.9	398	390
30	46.2	80.6	348	290
美国全麦粉	32.5	91.3	476	525

表 4 麦麸细粉添加量对面包专用粉粉质参数的影响

Table 4 Effect of the fine wheat bran powder addition on the farinograph parameter of bread flour

添加量/ %	吸水率/ %	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/ FU
0	64.4	4.9	17.3	45.0
10	68.3	6.4	13.4	85.0
20	70.8	7.5	10.6	115.0
30	75.0	8.0	9.0	140.0
美国全麦粉	71.1	6.0	12.5	30.0

由表 4 可知,随着麦麸细粉添加比例的增加,面团的吸水率、形成时间、弱化度呈递增趋势,而稳定时间呈递减趋势。这是因为麦麸细粉中的麸皮组分比面粉具有更强的吸水能力,麦麸细粉含量的增加使面团的吸水率增大,进而造成面团稠度的增加,对面团面筋网络结构造成一定的影响,导致面团稳定时间减少^[11-12]。同时,由表 5 的试验结果分析得出,随着麦麸细粉添加比例的增加,粉力和延伸度均呈现出减小的趋势,而最大拉伸阻力和拉伸比例则先增大后减小。这可能是由于麦麸细粉中麸皮组分的添加,阻塞了面筋的空间网络结构,其填充作用使面团变硬,流散性变差,导致最大拉伸阻力增大、延伸度

表 5 麦麸细粉添加量对面包专用粉拉伸特性的影响

Table 5 Effect of the fine wheat bran powder addition on the extensograph parameter of bread flour (135 min)

添加量/ %	粉力/ cm ²	最大拉伸阻力/BU	延伸度/ mm	拉伸比例/ (BU · mm ⁻¹)
0	130	980	104	9.2
10	106	1 000	87	11.5
20	96	1 000	79	12.7
30	81	810	76	10.6
美国全麦粉	87	820	81	10.1

减小、拉伸比例增大,而随着麦麸细粉添加量的增加,面团黏稠度逐渐增大,当面团稠度过高时,导致面团的正常结构受到破坏,其最大拉伸阻力和拉伸比例均减小,麸皮组分对面筋蛋白的稀释作用可能是造成粉力减小的原因^[13-14]。

2.3 麦麸细粉对面包操作特性和烘焙品质的影响

麦麸细粉添加量对面包专用粉操作特性和烘焙品质的影响见表6~7和图1。结果表明,随着麦麸细粉添加比例的增加,面包在制作过程中,加水量增加、搅拌时间和发酵时间均有所延长,而且面包的高度、比容和品质评分都随之减小,并且面包的外观形态变差,内部色泽加深,内部组织不均匀。这与麦麸细粉中麸皮组分在面团的形成阶段和面包的烘烤过程中,对气室结构的破坏作用有关,从而导致面包的制作时间延长且烘焙品质变差^[15]。然而,麦麸细粉添加比例为10%时,麦麸面包的高度、比容和指标评分均可与采用面包专用粉制作的面

包相媲美。当添加量增加20%时,面包的品质发生明显劣化。但与美国全麦粉对比,当麦麸细粉添加量达到30%时,麦麸面包的发酵时间缩短了43%,比容提高了近13%,感官品质评分提高了28%,面包烘焙品质和面团操作特性均优于美国全麦粉。

表6 麦麸细粉添加量对面包操作特性的影响

Table 6 Effect of the fine wheat bran powder addition on the bread operational characteristics

添加量/%	加水量/%	搅拌时间/min	发酵时间/min
0	62.5	12	33
10	64.0	13	36
20	65.0	15	38
30	66.0	18	42
美国全麦粉	67.0	12	74

表7 麦麸细粉添加量对面包烘焙品质的影响

Table 7 Effect of the fine wheat bran powder addition on the bread-baking quality

添加量/ %	高度/ cm	比容/ (mL·g ⁻¹)	品质评分					总分
			体积	面包外观	面包芯色泽	面包芯质地	面包芯纹理结构	
0	12.7	5.76	42	5.0	5.0	9.0	34	95.0
10	11.8	5.64	40	3.5	4.0	8.0	30	85.5
20	10.6	5.06	33	2.5	3.5	7.0	24	70.0
30	9.3	4.39	24	1.5	3.0	5.5	18	52.0
美国全麦粉	8.1	3.88	19	1.0	2.0	4.5	14	40.5

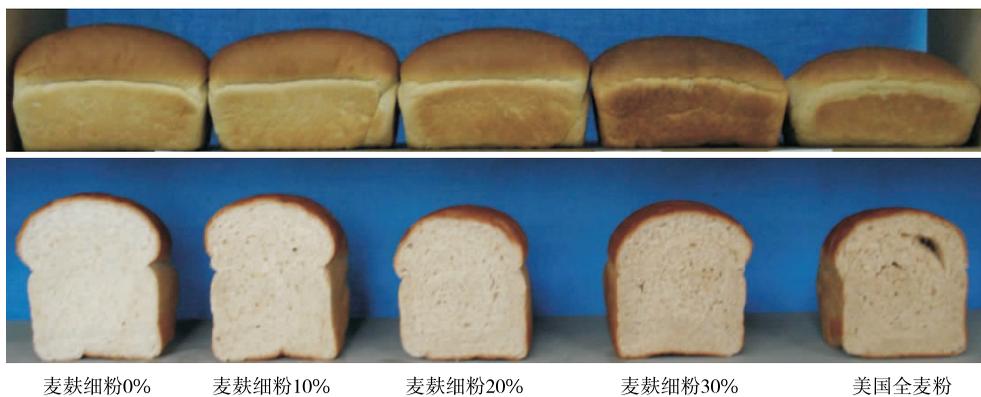


图1 面包外观和切面纹理图

Figure 1 Bread appearance and cut texture

3 结论

麦麸细粉在面包专用粉中添加量为10%时,面团的操作特性和烘焙品质未见明显劣化,与面包专用粉较为接近,但营养价值显著改善。而当麦麸细粉添加量达到30%时,其营养价值可与美国全麦粉相媲美,但面团的操作特性和烘焙品质远优于美国全麦粉。后期将进一步研究采用酶法改性等手段,提高高麦麸细粉含量面粉的加工特性,提升面制品的品质。

参考文献

- [1] 林琳. 小麦麸皮的营养成分及其开发利用[J]. 农业科技与装备, 2010(3): 41-42.
- [2] 陈佳佳, 谢天, 任晨刚, 等. 全麦粉在国内食品工业中的应用状况和前景[J]. 粮食与饲料工业, 2018(7): 4-8.
- [3] 董吉林, 李鹏冲, 景新俊, 等. 全麦面粉营养特征、生理功能及产品开发现状述评[J]. 轻工学报, 2018, 33(3): 45-50.
- [4] 史建芳, 胡明丽. 小麦麸皮营养组分及利用现状[J]. 现代面粉工业, 2012(2): 25-28.

(下转第226页)