

全麦粉对石梅盘香饼面团及其产品品质的影响

Effects of whole wheat flour on qualities of Shi Mei Pan
Xiang Bing (SMPXB) dough and product

虞桢芳 王立 钱海峰 张晖 齐希光

YU Ya-fang WANG Li QIAN Hai-feng ZHANG Hui QI Xi-guang

(江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122)

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

摘要:以全麦粉取代石梅盘香饼配方中不同比例的精制面粉,研究面团及产品品质的变化,以感官评定为指标,确定石梅盘香饼中全麦粉的最佳取代量以及工艺。结果表明:当全麦粉取代率从 0% 提高到 100% 时,吸水率上升了 9.5%,面团的形成时间提高了 3.9 倍,粉质质量指数增大了 4.5 倍;面团醒发 135 min 时,与空白相比,100% 全麦粉取代率的面团延伸度从 98.00 mm 降到 74.00 mm;同时,100% 全麦粉的取代使得混粉的峰值黏度和衰减度分别降低了 54.5% 和 38.0%。最后,优化得到了全麦石梅盘香饼的配方为:全麦粉 80 g,小麦粉 20 g,鸡蛋 10 g,细砂糖 15 g,黄油 15 g,水 52 g,采用小包酥和擀卷起层结合的起酥工艺,得到品质优良的全麦石梅盘香饼。

关键词:石梅盘香饼;全麦粉;制作工艺

Abstract: The effects of whole wheat flour (WWF) on the qualities of Shi Mei Pan Xiang Bing (SMPXB) dough and product were investigated in this research. Briefly, the refined wheat flour in the SMPXB recipe was substituted by WWF at different level, and their properties had been measured. The optimal formula for producing WWF SMPXB was obtained by sensory evaluation. The results showed when the refined wheat flour were whole substituted by the WWF, water absorption (WA) increased by 9.5%, the development time (DDT) and farinograph quality number (FQN) raised by 3.9 and 4.5 times, respectively. Compared with the control, the value of dough extensibility significantly declined from 98.00 to 74.00 mm when the content of WWF increased from 0 to 100%. Meanwhile, the values of peak viscosity and breakdown were decreased by 54.5% and 38.0%, respectively. The dough formula of SMPXB was opti-

mized as following: WWF 80 g, refined wheat flour 20 g, fresh egg 10 g, granulated sugar 15 g, Margarine 15 g, water 52 g. The final product has good quality with low sugar, low fat and high nutrition.

Keywords: Shi Mei Pan Xiang Bing; whole wheat flour; production process

石梅盘香饼是常熟的一种传统地方小吃,由于其特殊的色泽、香味和口感而深受消费者喜爱。目前市场上销售的石梅盘香饼以精白面粉为主要原料,通过拌料、和面、烘烤而成,同时,由于特殊口感和风味要求,石梅盘香饼的馅料和酥皮都需要添加动物油脂,另外,馅心中含有大量的糖分,高糖、高油的石梅盘香饼与现代消费者健康饮食理念不相符合。

随着人们生活水平的提高,消费者越来越重视自身健康。作为人类最基本的膳食来源,谷物食品的营养强化问题与人们的健康息息相关。而通过人为的方式添加到谷物产品中的营养素有限,不能完全弥补谷物在精加工过程中的营养损失。因此,保留了皮层和胚芽的全谷物食品,成为谷物食品领域发展的新趋势。与精制谷物相比,全谷物含有更多的酚类物质、维生素、矿物质和膳食纤维等,在控制体重、降低心血管疾病和糖尿病的风险、以及对肠道健康等方面均体现出重要的作用^[1-7]。有研究^[8]发现,10 g 以上膳食纤维的摄入可以提高约 83% 的冠心病存活率。Huang 等^[9]的研究发现长期摄入全谷物食品可以显著降低 2 型糖尿病、心血管疾病、癌症等的发病率。Andersson 等^[10]研究发现全谷物的摄入可以改善小鼠血脂代谢,降低小鼠体重。

目前,尚未见全麦粉在石梅盘香饼中的研究报道,因此,开发低糖、低脂、高营养的产品,成为石梅盘香饼产业进一步发展的可行之路。本研究拟用全麦粉取代石梅盘香饼配方中一定比例的精制面粉,在研究其对石梅盘香饼面团以及产品品质影响的基础上,以感官评定为指标,确定石梅盘香饼

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:31471617);常熟市科技发展规划(农业)(编号:CN 201406)

作者简介:虞桢芳,女,江南大学在读硕士研究生。

通讯作者:王立(1978—),男,博士,江南大学教授。

E-mail: wl0519@163.com

收稿日期:2015-11-30

中全麦粉的最佳取代量以及工艺。

1 材料与方法

1.1 材料

小麦粉:厦门海嘉面粉有限公司;
纯实全麦粉:中粮面业(海宁)有限公司;
鸡蛋:市售;
细砂糖:上海乐厨食品有限公司;
黄油:台湾强冠企业股份有限公司;
红豆沙:海门市三厂镇海仙食品厂;
NaCl:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器

快速粘度分析仪:RVA 4500 型,波通澳大利亚公司;
粉质仪:Farinograph-E 电子型,德国 Brabender 公司;
拉伸仪:Extensograph-E 电子型,德国 Brabender 公司。

1.3 方法

1.3.1 面团糊化特性测定 糊化特性参照 GB/T 24853—2010,采用快速黏度分析仪(RVA)测定不同全麦粉含量 0(空白组),20%,40%,60%,80%,100%的取代对石梅盘香饼面团的糊化特性的影响。测定 3 次。

1.3.2 面团粉质、拉伸性质测定 面团的粉质特性测定方法参考 GB/T 14614—2006,拉伸特性测定方法参考 GB/T 14615—2006。测定 3 次。

1.3.3 全麦石梅盘香饼制作工艺

(1) 水油皮制作:全麦粉、小麦粉和细砂糖加入搅拌机中混合,低速 2 min,加入鸡蛋和水,低速搅拌 2~3 min,高速搅打至面团表面无明显颗粒,加入黄油,低速搅拌约 2 min 至黄油和面团基本混合,高速搅拌面团 3~4 min 得到光滑不黏手的面团。

(2) 油酥制作:黄油置于光滑桌面,用手以打圈的方式搓软至无颗粒,加入过筛的小麦粉,用手以推压的方式将小麦粉和黄油搓匀,得到油酥。

(3) 产品制作:水油皮和油酥各自分割,先将水油皮按压成圆形的薄坯,然后将干油酥放在薄坯的正中间,再将薄坯四周收口包住干油酥;将包酥后的面团按扁后,将其擀压成长方形的薄片,从一边卷拢成圆柱形,然后再将其平擀成长方形薄片(稍薄一些),最后从一边卷拢,成为圆柱形的面团;开酥后的面团按扁后,将其擀压成长方形的薄片,包入馅料,捏合酥皮,搓成长条,最后盘成盘香形状,放入烤箱焙烤,取出冷却。

1.3.4 全麦粉对石梅盘香饼品质的影响 石梅盘香饼的基础配方为:小麦粉 100 g,鸡蛋 10 g,细砂糖 15 g,黄油 15 g,水 45 g。烘焙条件为:上火 220 ℃/下火 180 ℃,焙烤 18 min 后取出冷却。探究不同比例(60,70,80,90,100 g)的全麦粉取代小麦粉后对石梅盘香饼品质的影响(美国 FDA 在 1999 年和 2003 年发布的全谷物健康声称中规定全谷物原料含量至少占产品重量的 51%,因此在设计试验时,采用的全麦粉取代率以 60%起始)。

选择 12 名评审员(6 名男性、6 名女性)组成感官评定小组,确保每位评审员对石梅盘香饼的形态、色泽、组织、滋味和气味以及杂质的感官评价指标有充分的认识。参照 GB/T 20977—2007《糕点通则》中对烘烤类糕点感官评定的要求,制定全麦石梅盘香饼感官评分标准,见表 1。

1.4 数据处理

结果采用平均值±标准偏差表示。数据采用 Spss 19.0 软件和 Excel 进行统计分析和绘图,显著性水平设定在 5%。

表 1 全麦石梅盘香饼感官评定评分标准

Table 1 Sensory evaluation grading of whole wheat flour based Shi Mei Pan Xiang Bing

项目	标准	分值
形态(20 分)	外形整齐,底部平整,无变形,形似盘香	15~20
	外形略整齐,底部较平整,稍变形,形似盘香	8~14
	外形不整齐,底部不平整,变形,形状不似盘香	1~7
色泽(20 分)	色泽均匀、棕黄,可看出为全麦食品	15~20
	色泽较均匀、偏白或略焦,可看出为全麦食品	8~14
	色泽不均匀、过白或过焦,看不出为全麦食品	1~7
组织(25 分)	无不规则大空洞,无糖粒,无粉块,带馅料饼皮厚薄均匀,皮馅比例适当,馅料分布均匀、细腻,饼皮内层次清晰	17~25
	有不规则小空洞,有少量糖粒或粉块,带馅料饼皮厚薄较均匀,皮馅比例较适当,馅料分布较均匀、较细腻,饼皮内层次较清晰	9~16
	有不规则大空洞,有糖粒或粉块,带馅料饼皮厚薄不均匀,皮馅比例不适当,馅料分布不均匀、不细腻,饼皮层次内不清晰	1~8
滋味与口感 (25 分)	无异味,口感上外脆内酥,不粗糙,可尝出是全麦食品	17~25
	不够香脆,较酥松,口感略粗糙,可尝出是全麦食品	9~16
	有异味(哈喇味),不脆或不酥松,口感粗糙,尝不出是全麦食品	1~8
杂质(10 分)	无可见杂质	7~10
	有少量杂质	4~6
	杂质较多	1~3

2 结果与讨论

2.1 全麦粉对石梅盘香饼原粉糊化特性的影响

全麦粉对石梅盘香饼原料粉糊化特性的影响结果见表 2。结果显示,随着全麦粉取代率的增加,峰值黏度、最低黏度、最终黏度和峰值时间均呈显著的下降趋势,当全麦粉完全取代原料粉时,峰值黏度下降了 54.5%。Wang 等^[11]发现用小麦麸皮和全麦粉代替精制面粉时的峰值黏度有相似的变化规律。峰值黏度与淀粉颗粒的溶胀能力呈正相关性,峰值黏度越高,代表淀粉颗粒的溶胀能力越强。全麦粉的膨胀性不如小麦粉的膨胀性高,淀粉粒在糊化时会因为膨胀体积大,颗粒之间彼此紧密接触使得内部摩擦力大,从而导致面粉的峰值黏度较高^[12]。与空白组相比,全麦粉取代率为 20%的重组粉的糊化温度显著上升了 22.9%。全麦粉取代量超过 20%后,糊化温度的变化幅度不大。这与刘强等^[13]和任洪涛等^[14]的研究结果一致。这可能是全麦粉中的麸皮阻碍了水分子进入淀粉颗粒的无定形区,从而使得重组粉糊化困难。

衰减值是糊化过程中峰值黏度与最低黏度的差值,体现了淀粉糊的耐搅拌剪切能力^[15]。衰减值小,代表糊化后的淀粉结合水的能力强;衰减值大,则代表糊化后的淀粉结合水的能力弱。由表 2 可知,与空白组相比,全麦粉的衰减值下降了 38.0%,说明全麦粉的取代加强了淀粉糊耐搅拌剪切能力。此结果与 Chen 等^[16]将麦麸添加到中国干面条面团的研究一致。分析其原因可能是全麦粉中的膳食纤维对淀粉颗粒溶胀具有一定的抑制作用。

表 2 全麦粉对石梅盘香饼原粉糊化特性的影响[†]

Table 2 Effect of whole wheat flour on the pasting properties of mixed powder from Shi Mei Pan Xiang Bing ($n=3$)							
全麦取 代率/%	峰值黏度/ cP	最低黏度/ cP	衰减值/ cP	最终黏度/ cP	回生值/ cP	峰值时间/ min	糊化温度/ ℃
0	2 813.00±55.65 ^a	1 742.00±25.24 ^a	1 071.00±35.17 ^a	2 946.33±49.80 ^a	1 204.33±25.01 ^a	6.31±0.03 ^a	69.37±0.06 ^c
20	2 181.33±23.69 ^b	1 233.33±31.39 ^b	948.00±10.58 ^b	2 322.33±25.38 ^b	1 089.00±6.08 ^b	6.18±0.04 ^b	85.27±0.49 ^a
40	1 848.67±59.00 ^c	938.67±43.00 ^c	910.00±19.08 ^b	1 962.00±64.90 ^c	1 023.33±21.94 ^c	5.93±0.06 ^c	84.73±0.03 ^{ab}
60	1 666.00±49.49 ^d	822.67±23.12 ^d	843.33±30.01 ^c	1 806.00±49.67 ^d	983.33±27.06 ^d	5.78±0.04 ^d	84.47±0.49 ^b
80	1 410.00±32.92 ^e	673.33±17.04 ^e	736.67±15.89 ^d	1 565.00±32.08 ^e	891.67±15.04 ^e	5.67±0.06 ^e	84.77±0.08 ^{ab}
100	1 281.00±7.00 ^f	617.00±6.24 ^f	664.00±8.19 ^e	1 471.67±5.13 ^f	854.67±3.21 ^f	5.55±0.04 ^f	85.03±0.45 ^{ab}

† 同列中不同字母表示有显著性差异($P<0.05$);a 为最大值。

表 3 全麦粉对石梅盘香饼面团粉质特性的影响[†]

Table 3 Effect of whole wheat flour on the farinographic properties of dough from Shi Mei Pan Xiang Bing ($n=3$)						
全麦粉取代率/%	吸水率/%	面团形成时间/min	稳定时间/min	公差指数/FU	粉质质量指数/mm	
0	60.95±0.21 ^e	1.35±0.07 ^b	1.15±0.07 ^d	94.50±4.95 ^a	21.00±1.41 ^d	
20	62.15±0.21 ^d	1.60±0.14 ^b	1.55±0.07 ^d	63.50±14.85 ^b	26.50±2.12 ^d	
40	62.50±0.14 ^d	1.85±0.21 ^b	5.75±0.92 ^c	29.50±4.95 ^c	79.50±9.19 ^c	
60	63.20±0.14 ^c	5.60±0.85 ^a	7.95±0.07 ^b	34.50±12.02 ^c	95.50±0.71 ^b	
80	63.95±0.21 ^b	6.00±0.28 ^a	9.00±0.14 ^a	26.00±5.66 ^c	107.00±1.41 ^a	
100	66.75±0.07 ^a	6.60±0.42 ^a	9.25±0.07 ^a	30.00±2.83 ^c	116.50±0.71 ^a	

† 同列中不同字母表示有显著性差异($P<0.05$);a 为最大值。

2.2 全麦粉对石梅盘香饼面团粉质特性的影响

表 3 显示了全麦粉对石梅盘香饼面团粉质特性的影响。结果显示,随着全麦粉取代率的增加,吸水率、面团形成时间、稳定时间和粉质质量指数均增大。面团中形成面筋网络的蛋白质,膳食纤维和淀粉等均影响吸水率^[17]。由表 3 可得,随着全麦粉取代量逐渐提高,面团的吸水率从 60.95%提高到 66.75%,说明全麦粉的吸水率显著高于精制小麦粉。这与 Schmiele 等^[18]和 Barros 等^[19]的研究结果相符,推测原因可能是全麦粉中的小麦麸皮使得重组粉的粒径和纤维含量增大,面团吸水能力增强。面团形成时间在全麦粉取代率较低(0%,20%,40%)时变化不大,全麦粉取代率高于 60%时,面团形成时间显著延长。100%全麦粉的面团形成时间是空白组的 4.9 倍。该结果与谢洁等^[20]研究的将小麦麸皮与小麦粉混合后面团形成时间的变化趋势相似,推测原因可能是全麦粉与小麦粉的面筋蛋白含量不同,以及小麦麸皮膳食纤维会与面筋蛋白质争夺水分,当不溶性纤维吸水完全饱和后,才不会影响面筋蛋白的水合作用,从而延长了面团的形成时间。稳定时间在全麦粉取代率为 20%~60%时变化幅度较大,60%比例的重组粉的稳定时间相对于 20%的提高了 4.1 倍。此结果与赵文华等^[21]研究麦麸膳食纤维面团的粉质特性得到的趋势一致,这可能是受到全麦粉中麦麸膳食纤维高持水性的影响。

2.3 全麦粉对石梅盘香饼面团拉伸特性的影响

拉伸曲线反映了面团的流变学特性和小麦粉的内在品质,通过拉伸测试分析不同全麦粉取代率对全麦石梅盘香饼面团拉伸特性的影响,对评价小麦粉的加工品质具有重要的意义。

全麦粉对石梅盘香饼面团拉伸特性的影响见表 4。结果显示,醒发相同时间,全麦面团的拉伸曲线面积、拉伸阻力随着全麦粉取代率的增加而降低,但是全麦粉取代率增加时,延伸度的变化幅度相对较小,因此拉伸比例也基本随着全麦粉取代率的增加而降低。拉伸曲线面积表示面团所储能量的大小,当面团醒发 45,90 min 时,拉伸曲线面积与全麦粉取代率呈显著负相关,表明全麦粉含量的提高降低了面团所储能量,当面团醒发 135 min 时,100%全麦粉取代率与空白相比,拉伸曲线面积降低一半左右。对于拉伸阻力,当原料粉被全麦粉完全取代时,醒发 45 min,面团的拉伸阻力仅为 231.50 EU,空

白组的拉伸阻力约是 100%全麦粉的 1.7 倍。这与豆康宁等^[22]探究添加不溶性小麦膳食纤维的面团拉伸特性得到的变化规律一致。可能是全麦粉中不溶性膳食纤维比例较高,降低了面筋强度,不溶性小麦膳食纤维对面团面筋具有恶化作用,使面团的拉伸曲线面积、拉伸阻力和最大拉伸阻力均降低。延伸度随着醒发时间的增加而减小,醒发 45 min 时,全麦粉含量的变化对延伸度影响较小,但面团醒发 135 min 时,全麦粉含量从 0%增加至 100%时,延伸度下降了 24.5%,与王苏闽等^[23]的研究结果一致。这可能是全麦粉中麦麸膳食纤维的存在使得面团延伸度与取代率呈负相关。

表 4 全麦粉对石梅盘香饼面团拉伸特性的影响[†]

Table 4 Effect of whole wheat flour on the extensographic properties of dough from Shi Mei Pan Xiang Bing (<i>n</i> =2)								
拉伸特性	醒发时间/ min	全麦粉取代率/%						
		0	20	40	60	80	100	
拉伸曲线 面积/cm ²	45	68.50±4.95 ^a	60.00±7.07 ^{ab}	50.50±0.71 ^{bc}	49.50±2.12 ^c	52.00±1.41 ^c	39.00±0.07 ^d	
	90	84.50±3.54 ^a	70.50±3.54 ^b	66.50±0.71 ^{bc}	65.00±5.66 ^{b^c}	60.00±1.41 ^c	44.50±0.71 ^d	
	135	81.50±2.12 ^a	76.00±1.41 ^{ab}	67.50±4.95 ^{bc}	66.50±7.78 ^{b^c}	57.50±2.12 ^c	41.50±0.71 ^d	
拉伸阻力/ EU	45	401.00±9.90 ^a	397.00±18.38 ^a	328.50±10.61 ^b	325.00±1.41 ^b	325.00±29.70 ^b	231.50±0.71 ^c	
	90	584.00±41.01 ^a	534.00±46.67 ^{ab}	493.50±7.78 ^{bc}	468.00±11.31 ^{bc}	461.50±4.95 ^c	375.00±5.66 ^d	
	135	660.00±21.21 ^a	615.50±38.89 ^a	541.00±15.56 ^b	526.50±17.68 ^b	506.50±13.44 ^b	438.00±1.41 ^c	
延伸度/mm	45	116.00±8.49 ^a	102.50±6.36 ^{ab}	105.50±0.71 ^{ab}	104.00±2.83 ^{ab}	107.00±4.24 ^{a^b}	109.50±0.71 ^b	
	90	104.50±3.54 ^a	95.50±2.12 ^a	97.00±1.41 ^{ab}	99.50±9.19 ^{ab}	95.50±2.12 ^{a^b}	86.50±0.71 ^b	
	135	98.00±5.66 ^a	98.00±2.83 ^a	94.00±8.49 ^a	94.50±7.78 ^a	86.50±2.12 ^{a^b}	74.00±0.71 ^b	
最大拉伸 阻力/EU	45	431.00±5.66 ^a	418.00±22.63 ^a	336.50±7.78 ^b	329.00±4.24 ^b	334.50±30.41 ^b	233.50±2.12 ^c	
	90	645.50±38.89 ^a	580.50±38.89 ^b	507.50±9.19 ^c	480.00±5.66 ^c	464.50±4.95 ^c	375.00±5.66 ^d	
	135	691.50±17.68 ^a	635.00±29.70 ^b	553.00±7.07 ^c	533.00±18.38 ^{cd}	506.5±13.44 ^d	438.00±1.41 ^c	
拉伸比例	45	3.45±0.35 ^{ab}	3.85±0.07 ^a	3.10±0.14 ^b	3.15±0.07 ^b	3.05±0.35 ^b	2.12±0.02 ^c	
	90	5.60±0.57 ^a	5.60±0.57 ^a	5.10±0.14 ^{ab}	4.70±0.57 ^{ab}	4.80±0.14 ^{ab}	4.35±0.07 ^b	
	135	6.75±0.64 ^a	6.30±0.57 ^a	5.80±0.71 ^a	5.60±0.28 ^a	5.85±0.07 ^a	5.95±0.07 ^a	
最大拉 伸比例	45	3.75±0.21 ^a	4.05±0.07 ^a	3.15±0.07 ^b	3.15±0.07 ^b	3.15±0.35 ^b	2.13±0.04 ^c	
	90	6.20±0.57 ^a	6.10±0.57 ^{ab}	5.20±0.14 ^{bc}	4.85±0.49 ^c	4.80±0.14 ^c	4.35±0.07 ^c	
	135	7.10±0.57 ^a	6.45±0.49 ^{ab}	5.90±0.57 ^b	5.60±0.28 ^b	5.85±0.07 ^b	5.95±0.07 ^b	

† 同行中不同字母表示有显著性差异(P<0.05);a 为最大值。

2.4 全麦粉对全麦石梅盘香饼品质的影响

由表 5 可知,全麦粉对石梅盘香饼加工品质的影响主要体现在和面时间。由于全麦粉中含有麸皮,会阻碍面团中筋络结构的形成,加长和面时间,面团变硬。随着全麦粉取代量的增加,对全麦石梅盘香饼的感官品质影响较大。首先,产品的色泽随着全麦粉含量的增加而逐渐加深,口感上则变得粗糙和干硬。这与 Li 等^[24]研究全麦苏打饼干的色泽变化趋势一致。其次,全麦粉含量的增加导致产品的起层效果变差,且全麦粉过量,容易发生混酥现象。这可能是全麦粉中大颗粒的麸皮占体积较大,破坏了干油酥与面皮层层相隔的结构。由表 5 可得,随着全麦粉取代量的提高,石梅盘香饼的感官评分呈先升高后降低的趋势,当全麦粉取代量为 80 g/100 g 时,全麦石梅盘香饼的感官评分最高。因此,选每 100 g 面粉中全麦粉 80 g 为最佳取代量。

表 5 全麦粉对石梅盘香饼品质的影响

Table 5 Effect of whole wheat flour on the quality of Shi Mei Pan Xiang Bing (<i>n</i> =12)			
全麦粉取代量/ (10 ⁻² g·g ⁻¹)	加工品质	感官评分/分	
0	和面时间约 10 min,包酥、开酥及搓条工序流畅进行	—	
60	和面时间比空白组略长,约 13 min,其他工序基本无影响	83.17±2.27	
70	和面时间约 12 min,工序均能流畅进行	85.25±2.20	
80	和面时间约 13 min,工序均能正常、较流畅进行	87.25±1.92	
90	和面时间约 13 min,工序均能正常进行	85.50±1.94	
100	和面时间约 15 min,工序基本能正常进行,但开酥时,酥皮变干硬,并且容易漏酥	83.33±2.05	

3 结论

随着全麦粉取代率从 0 增加到 100%,峰值黏度、最低黏度、最终黏度和峰值时间均呈显著的下降趋势,分别下降了 54.5%,64.6%,50.0%,12.0%。与空白相比,全麦粉取代率为 20%时,糊化温度上升了 22.9%,但全麦粉取代率超过 20%后,糊化温度的变化幅度不大,衰减值和回生值也均随着全麦粉取代率的增加呈显著的下降趋势;与空白相比,100%全麦粉取代率的石梅盘香饼面团的吸水率、面团形成时间和稳定时间分别增加了 5.80%和 5.25,8.10 min,粉质质量指数增大了 4.5 倍;面团醒发 135 min 时,面团的拉伸曲线面积、拉伸阻力和延伸度分别降低了 48.8%,33.6%,24.5%。全麦粉对石梅盘香饼色泽、口感、风味及起酥效果均产生影响。最终确定全麦石梅盘香饼中全麦粉的最佳取代量为 80 g(100 g 混粉)。

参考文献

[1] Borneo R, León A E. Whole grain cereals; functional components and health benefits [J]. Food and Function, 2012, 3(2): 110-119.

[2] 刘宏,汪丽萍,刘明,等. 稳定化全麦粉的品质评价[J]. 食品与机械, 2012, 28(2): 6-8.

[3] 赵二劳,王璐. 膳食纤维的保健功能及其制备研究进展[J]. 食品与机械, 2011, 27(3): 165-168.

[4] Ahmed A, Anjum F M, Ur Rehman S, et al. Bioavailability of calcium, iron and zinc fortified whole wheat flour chapatti [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2008, 63(1): 7-13.

[5] Needham A S, Beck E J, Johnson S K. Sorghum; an underutilized cereal whole grain with the potential to assist in the prevention of chronic disease [J]. Food Reviews International, 2015, 31(4): 401-437.

[6] 谭斌,刘明,吴娜娜,等. 发展糙米全谷物食品 改善国民健康状况[J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 2-5.

[7] 杜振亚,陈复生,布冠好. 小麦麸皮及其保健功能研究进展[J]. 食品与机械, 2015, 31(1): 253-256.

[8] Pietinen P, Rimm E B, Korhonen P, et al. Intake of dietary fiber and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men. The alpha-tocopherol, beta-carotene cancer prevention study [J]. Circulation, 1996, 94(11): 2 720-2 727.

[9] Huang Tao, Xu Min, Lee A, et al. Consumption of whole grains and cereal fiber and total and cause-specific mortality: prospective analysis of 367, 442 individuals [J]. BMC Medicine, 2015, 10: 1-9.

[10] Andersson U, Rosén L, Östman E, et al. Metabolic effects of whole grain wheat and whole grain rye in the C57BL/6J mouse [J]. Nutrition, 2010, 26: 230-239.

[11] Wang Su-nan, Opassathavorn A, Zhu Fan. Influence of quinoa flour on quality characteristics of cookie, bread and Chinese steamed bread [J]. Journal of Texture Studies, 2015, 46(4): 281-292.

[12] 魏益民. 谷物品质与食品加工: 小麦籽粒品质与食品加工 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2005: 87-88.

[13] 刘强,田建珍,李佳佳. 小麦粉粒度对其糊化特性影响的研究 [J]. 现代面粉工业, 2012(6): 16-20.

[14] 任洪涛,程丽英,华慧颖,等. 杂粮配粉对面粉及饼干品质的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(17): 77-80.

[15] Fustier P, Castaigne F, Turgeon S L, et al. Flour constituent interactions and their influence on dough rheology and quality of semisweet biscuits: A mixture design approach with reconstitu-

ted blends of gluten, water-solubles and starch fractions [J]. Journal of Cereal Science, 2008, 48(1): 144-158.

[16] Chen Jian-sheng, Fei Mei-juan, Shi Cui-lan, et al. Effect of particle size and addition level of wheat bran on quality of dry white Chinese noodles [J]. Journal of Cereal Science, 2011, 53(2): 217-224.

[17] 温纪平,李利民,郑学玲. 面粉的吸水量及面粉组分对吸水量的影响[J]. 四川粮油科技, 2000(4): 30-32.

[18] Schmiele M, Jaekel L Z, Patricio S M C, et al. Rheological properties of wheat flour and quality characteristics of pan bread as modified by partial additions of wheat bran or whole grain wheat flour [J]. International Journal of Food Science and Technology, 2012, 47(10): 2 141-2 150.

[19] Barros F, Alviola J N, Rooney L W. Comparison of quality of refined and whole wheat tortillas [J]. Journal of Cereal Science, 2010, 51(1): 50-56.

[20] 谢洁,周剑新,李梅,等. 小麦麸皮对面团流变学特性及馒头品质的影响[J]. 粮油加工, 2010(9): 58-61.

[21] 赵文华,魏彩娇,白瑞平,等. 麦麸膳食纤维对面团流变学特性及馒头品质的影响[J]. 粮食加工, 2009, 34(3): 16-19.

[22] 豆康宁,张臻,李素萍. 小麦膳食纤维对面粉流变学特性的影响[J]. 粮食加工, 2014, 39(5):16-17.

[23] 王苏闽,闾怀申. 添加豆皮与麦麸膳食纤维的面团流变学特性研究[J]. 现代面粉工业, 2010(2): 41-44.

[24] Li Juan, Hou G G, Chen Zheng-xing, et al. Studying the effects of whole-wheat flour on the rheological properties and the quality attributes of whole-wheat saltine cracker using SRC, alveograph, rheometer, and NMR technique [J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 55(1): 43-50.

(上接第 92 页)

[8] Watts V A, Butzke C E, Boulton R B. Study of aged Cognac using solid-phase microextraction and partial least -squares regression[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51(8): 7 738-7 742.

[9] Pino J A. Characterization of rum using solid-phase microextraction with gas chromatography-mass spectrometry [J]. Food Chemistry, 2007, 104(1): 421-428.

[10] Pena R M, Barciela J, Herrero C, et al. Headspace solid-phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry analysis of volatiles in orujo spirits from a defined geographical origin [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56 (8): 2 788-2 794.

[11] 孙夏冰,王松涛,陆震鸣,等. 浓香型大曲酒窖泥中挥发性化合物的测定与分析[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 54-58.

[12] 卫春会,边名鸿,黄治国,等. 桑椹酒香气成分的 HS—SPME—GC—MS 分析[J]. 食品与机械, 2013, 29(3): 27-30.

[13] 张明霞,赵旭娜,杨天佑,等. 顶空固相微萃取分析白酒香气物质的条件优化[J]. 食品科学, 2011, 32(12): 49-53.

[14] 李国栋,孙宗保. 利用响应面法优化 HS—SPME 镇江香醋香气成分的条件[J]. 中国酿造, 2009(8): 45-48.

[15] Tat L, Comuzzo P, Stolfo I. Optimization of wine headspace analysis by solid-phase microextraction capillary gas [J]. Food Chemistry, 2005, 93(2): 361-369.

[16] Zheng Jia, Liang Ru, Wu Chong-de, et al. Discrimination of different kinds of Luzhou-flavor raw liquors based on their volatile features[J]. Food Research International, 2014, 56: 77-84.