

蒙古栎橡子-小麦混粉的流变学特性

雍雅萍, 张婧娟, 杨晓清*

(内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要: 将蒙古栎橡子粉与小麦粉按不同的比例混合, 利用布拉本德粉质仪与拉伸仪测定蒙古栎橡子-小麦混粉面团的流变学特性, 并对混粉中的理化指标与混粉面团流变学参数之间进行相关性分析, 探讨蒙古栎橡子粉对小麦粉品质的影响。结果表明: 随着橡子粉含量增加, 混粉的吸水率呈先减小后增大的趋势, 面团的形成时间与稳定时间缩短, 弱化度提高; 所有样品的拉伸阻力与拉伸比例随醒发时间的增长而增大, 而混粉面团的延伸度与能量均呈下降趋势; 在相同的醒发时间下, 拉伸参数随橡子粉添加比例的增加呈先增大后减小的趋势。与混粉面团流变学特性呈高度正相关的理化指标是混粉面团湿面筋及蛋白质的含量。提示不同比例的蒙古栎橡子粉可以显著影响面团的流变学特性。

关键词: 蒙古栎橡子粉; 粉质特性; 拉伸特性; 相关性

Rheological Properties of Mixed Flours of *Quercus mongolia* Acorn and Wheat

YONG Ya-ping, ZHANG Jing-juan, YANG Xiao-qing*

(College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

Abstract: The objective of this study was to investigate the influence of adding different proportions of *Quercus mongolia* acorn flour on rheological properties of wheat flour. A Brabender farinograph and an extensograph were used for analysis of rheological properties. Meanwhile, correlation analysis between physiochemical properties and rheological parameters of mixed flours was carried out. The results indicated that increasing proportion of *Quercus mongolia* acorn flour caused an initial decline in water absorption of mixed systems, followed by its increase. In addition to this, dough formation and stabilization times were shortened and the degree of dough softening was enhanced. All mixed samples showed an increase in tensile strength and elongation ratio and a decline in extensibility and energy with prolonged dough development time. The four extensograph parameters tended to initially increase and then decline as the dough development time was fixed and the proportion of *Quercus mongolia* acorn flour was increased. The contents of wet gluten and protein in mixed flour dough rheological properties had a highly positive correlation with rheological properties, suggesting that adding different proportions of *Quercus mongolia* acorn flour had significant effects on dough rheological properties.

Key words: *Quercus mongolia* acorn flour; farinograph; extensograph; correlation

中图分类号: TS201.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)21-0141-04

蒙古栎(*Quercus mongolia*)又称蒙古柞、柞树。壳斗科(Fagaceae), 属栎属(*Quercus*), 落叶乔木, 其果实称橡子(acorn)^[1]。主要分布于东北三省、内蒙古等地。蒙古栎橡子富含淀粉(50%~70%)、蛋白质、脂肪、氨基酸; 还含有一定的VB₁、VB₂、VC和VA, 尤其是VC含量较高; 蒙古栎橡子中脂肪含量较高, 亚油酸和亚麻酸等不饱和脂肪酸的相对含量达到51.6%; 橡子的营养价值较高, 且组成合理、各种营养指标均与玉米相近^[2-3], 故将橡子粉添加于食品中可以改善食品的营养价值。迄今为止, 我国有报道的以橡子淀粉为原料加工的食品集中在凝胶类产品的开发^[4], 其主要原因是由于橡子粉面筋含量低而

导致加工特性差, 故橡子的利用一直停留在初级的单一产品的阶段。目前国内外主要研究橡子营养价值及淀粉的理化特性方面, 对橡子-小麦混粉面团的流变学研究甚少, 利用粉质仪和拉伸仪对其面团流变学的研究尚鲜见报道。而预测面制品的品质一般是测定面粉或面团的流变学特性^[5], 为丰富橡子粉产品开发的多样性, 本研究将蒙古栎橡子粉添加到小麦粉中, 利用布拉本德粉质仪和拉伸仪对不同比例的蒙古栎橡子-小麦混粉面团流变学特性进行测定, 旨在了解混粉面团的流变学性质, 以期对实际生产加工提供理论依据。

收稿日期: 2011-09-25

作者简介: 雍雅萍(1984—), 女, 硕士, 研究方向为食品包装与贮藏。E-mail: yongyaping@126.com

*通信作者: 杨晓清(1966—), 女, 教授, 博士, 研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail: yxqnmq@hotmail.com

1 材料与方法

1.1 材料

蒙古栎橡子粉 吉林省吉林市桦甸龙翔橡果公司；
中强筋小麦粉 内蒙古巴彦淖尔市恒丰面粉公司。

1.2 仪器与设备

NHS 99046布拉本德粉质仪、NHS 02001布拉本德拉伸仪 德国Brabender公司；TQ328B分析天平 上海天平仪器厂；NHS 99042近红外成分测定仪、2200全自动面筋仪 瑞典Pertten公司；WGB-2000智能白度测定仪 浙江光学仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 混粉面团流变学特性的测定

将小麦粉中添加0%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%的蒙古栎橡子粉，参照GB/T 14614—2006《小麦粉面团流变学特性的测定 粉质仪法》和GB/T 14615—2006《小麦粉面团拉伸特性的测定 拉伸仪法》，采用300g试样的恒定面粉质量法测定混粉面团的粉质特性和拉伸特性。

1.3.2 混粉理化指标的测定

水分、蛋白质的测定：采用近红外快速成分测定仪；湿面筋含量的测定：采用全自动面筋仪，参照GB/T 5506.2—2008《小麦和小麦粉湿面筋含量的测定 仪器法》；白度的测定：采用智能白度测定仪。

1.3.3 混粉面团湿面筋含量的计算

$$\text{湿面筋含量}/\% = \frac{m_1}{m} \times 100$$

式中： m 为湿面筋的质量/g； m_1 为湿面筋的质量/g。

2 结果与分析

2.1 不同蒙古栎橡子粉添加量的混粉的粉质特性

分别将不同比例的蒙古栎橡子-小麦混粉进行粉质实验，由混粉面团的粉质曲线可得出不同蒙古栎橡子粉添加量的混粉的粉质参数，结果见表1。加入橡子粉以后，

混粉的蛋白质、湿面筋含量呈下降趋势；混粉面团的吸水率随着橡子粉比例的增大，呈先减小后增大，原因可能是由于混粉所含湿面筋含量越高，则吸水率也越高^[6]；而上升则可能由于橡子粉含量增加达25%以上时，由于橡子粉(300目)比小麦粉细，而面粉磨得过细，淀粉损伤也更多，混粉颗粒的表面积增大，则吸水率也变大^[7]；形成时间反映面团面筋网络的形成速度，面团的稳定时间和弱化度均反映面团的耐搅拌强度，也代表面筋的强度。稳定时间越长，面筋的强度越大；而弱化度越大，则面筋强度越小，面团越易流变，面团的加工处理性能变差^[8]。随着橡子粉比例的增大，形成时间与稳定时间降低，混粉面团的弱化度提高，说明橡子粉含量添加较高时，不利于面筋形成高质量的三维网络结构，使面团耐机械搅拌的能力下降，面团的塑性降低，表明面团的加工性能变差^[9]。总体来看，橡子粉的添加对小麦粉的粉质特性具有破坏作用，并且随着添加量的增大破坏作用也越明显。

2.2 不同蒙古栎橡子粉添加量的混粉拉伸特性

通过拉伸曲线可以评价面团形成后的流变学特性，它表示面团在拉伸过程中力的变化行为，即面团拉伸阻力和距离之间的关系。拉伸阻力表征面团的强度和筋度，阻力越大表示面团越硬；能量即拉伸曲线与横坐标围成的面积，表示面团强度，而拉伸比例表示曲线拉伸阻力与面团延伸度的关系，即面团抗拉伸强度^[7]，故拉伸图可反映面筋中麦谷蛋白赋予面团的强度和抗拉伸阻力以及麦醇蛋白为面团提供的流动性和延伸性^[10-11]。

由图1可知，所有样品的拉伸阻力、拉伸比例均随醒发时间的延长而呈显著的上升趋势；而混粉面团的延伸度、能量均随醒发时间的延长而呈显著的下降趋势；而在相同的醒发时间内，所有的拉伸参数随着橡子粉添加量的增加均呈先增大后减小的趋势。其原因可能是：1)随着橡子粉添加量的增加，淀粉含量相对提高，不同程度的降低了面团中的面筋蛋白质的相对含量，面筋不足以形成充分的网络，抵抗应力的能力下降；2)由于淀粉对水分的吸收，造成面团中起润滑作用的水分降低，导

表1 不同蒙古栎橡子粉添加量的混粉粉质参数
Table 1 Effect of adding different proportions of *Quercus mongolia* acorn flour on farinograph parameters of wheat flour

添加量/%	水分含量/%	蛋白质含量/%	白度/%	湿面筋含量/%	粉质参数			
					吸水率/%	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/FU
0	13.5	14.0	72	34	61.0	6.5	13.0	60
5	13.7	13.4	61	33	60.5	5.7	12.5	65
10	13.7	13.0	60	32	60.0	4.5	11.0	70
15	13.3	12.0	52	30	59.5	4.0	10.0	75
20	13.9	11.5	48	29.7	59.0	3.3	8.5	80
25	13.5	10.7	45	27	59.2	2.0	8.0	90
30	13.6	10.0	44	26.5	60.0	2.5	7.6	100
35	13.7	9.3	43.5	24	60.5	3.0	8.0	90

注：FU为粉质仪阻力单位，面团在揉和过程中所受到的阻力。

致面团的延伸性降低^[12-13]。虽然橡子粉中含有一定量的多糖及多酚类物质有助于面筋的形成及稳定,但它们只是在一定的添加范围内对面团的机械耐受能力提高,但不能提高醒发后面团的强度及延伸性^[14-15]。

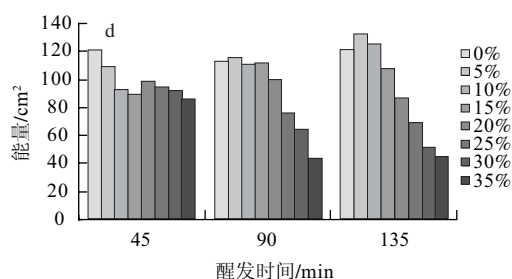
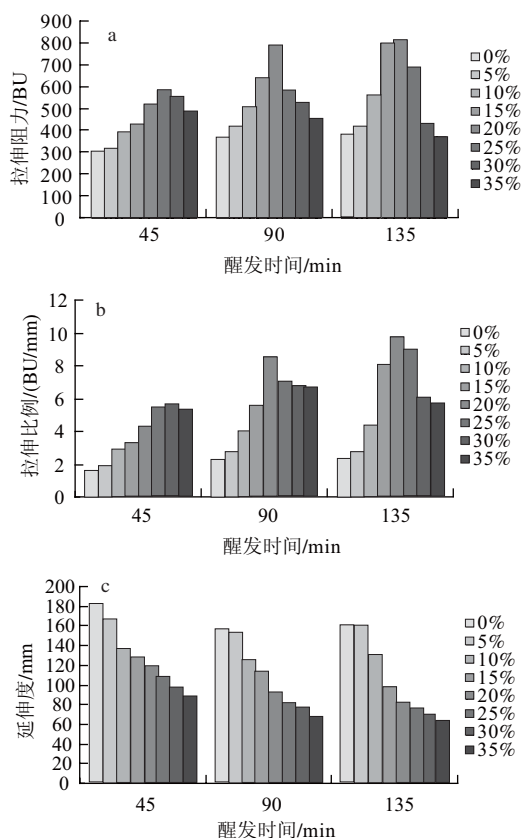


图1 不同醒发时间对混粉面团拉伸特性的影响

Fig.1 Effect of dough development time on extensograph parameters of mixed flours

2.3 混粉各理化指标与面团流变学参数间相关性分析

2.3.1 混粉各理化指标与粉质参数间的相关性分析

表2为运用SAS统计分析软件,对实验各指标数据进行Pearson相关系数的分析结果。对于不同比例的蒙古栎橡子-小麦混粉的理化指标之间以及粉质指标之间并非相互独立的,而是具有一定的相关性的。混粉蛋白质含量与湿面筋含量呈最高正相关;蛋白质含量、湿面筋含量与混粉面团的形成时间及稳定时间均呈高度的正相关,而与弱化度呈负相关;混粉面团形成时间、稳定时间与弱化度均成高度负相关;混粉的粉质指标与混粉含水量不具有相关性。所以,影响混粉粉质特性的主要因素是混粉中蛋白质及湿面筋的含量。

2.3.2 混粉各理化指标与拉伸参数间的相关性分析

由表3可知,影响拉伸参数的主要因素是混粉中蛋白质的含量,延伸度与混粉中的蛋白质含量呈极显著的相关性,而延伸度与能量呈高度正相关,故混粉中

表2 混粉理化指标与粉质参数间的相关性分析

Table 2 Correlation analysis between physio-chemical parameters and farinograph parameters of mixed flours

指标	水分	蛋白质	白度	湿面筋	吸水率	形成时间	稳定时间	弱化度
水分	1							
蛋白质	-0.13711	1						
白度	-0.13641	0.94441**	1					
湿面筋	-0.05515	0.99228**	0.91757**	1				
吸水率	-0.07536	0.40322	0.60616	0.29925	1			
形成时间	-0.06763	0.90428*	0.95621**	0.87647**	0.67509	1		
稳定时间	-0.14134	0.94476**	0.96719**	0.91661**	0.60550	0.97502**	1	
弱化度	0.06432	-0.94460**	-0.92602**	-0.92118**	-0.42210	-0.93320**	-0.95322**	1

注:*, 差异显著 ($P < 0.05$); **, 差异极显著 ($P < 0.01$)。下同。

表3 混粉理化指标与拉伸参数间的相关性

Table 3 Correlation analysis between physio-chemical parameters and extensograph parameters of mixed flours

指标	水分	蛋白质	白度	湿面筋	拉伸阻力	延伸度	拉伸比例	能量
水分	1							
蛋白质	-0.13711	1						
白度	-0.13641	0.94441**	1					
湿面筋	-0.05515	0.99228**	0.91757**	1				
拉伸阻力	-0.09610	-0.12196	-0.30669	-0.00407	1			
延伸度	-0.06420	0.96129**	0.95824**	0.93310**	-0.31650	1		
拉伸比例	0.00035	-0.60202	-0.74939*	-0.54026	0.82168*	-0.77917*	1	
能量	-0.09413	0.97826**	0.85906**	0.96019**	0.06661	0.91201**	-0.50847	1

橡子粉比例越高,面团的延伸度及能量就会降低;拉伸比例与拉伸阻力呈显著的正相关,与延伸度呈显著负相关。由此可知,橡子粉添加量的增大使得混粉面团的面筋筋力降低、网络结构牢固性减小,混粉面团的拉伸性也越差。

3 讨论

3.1 蒙古栎橡子粉-小麦混粉面团的吸水率随橡子粉含量的增长呈先减小后增大的趋势;面团形成时间和稳定时间都明显的缩短以及弱化度提高;随着醒发时间的增长混粉面团的拉伸阻力、拉伸比例增大,而面团的延伸度与能量呈下降趋势;而在相同的醒发时间下,所有的拉伸参数呈先增大后减小。从拉伸曲线可以看出橡子粉添加量大于15%,拉伸比例大而混粉面团的能量小,说明此时混粉面团的阻抗性变大,延展性降低,面团坚硬、发酵时面团膨胀会受阻,属于脆性面团。

3.2 蒙古栎橡子粉添加量大于35%时,由于混粉中的面筋蛋白过度稀释,使面团中的面筋强度下降,混粉的粉质参数有较大的波动,已基本丧失小麦粉面团特性,失去了实际评价的意义。

3.3 影响混粉面团的粉质特性和拉伸特性的因素是混粉面团中蛋白质含量与湿面筋含量,均呈正相关;而混粉的含水量与面团流变学参数均不具有相关性。

3.4 蒙古栎橡子粉是一种价格低廉且具有广阔开发前景的天然植物,因其中含单宁类物质丰富而具有对铅的吸附作用^[16],将其制成保健食品可以有效的抑制人体对铅的吸收。但由于橡子粉面筋蛋白含量低,加到小麦粉中影响其加工性能,若橡子粉添加量过大,会影响橡子粉焙烤类产品的生产工艺,进而影响产品的质量;若橡子粉添加量过小,产品又不具有橡子粉特殊风味及营养

价值。所以本实验通过对蒙古栎橡子粉-小麦混粉面团流变学特性的基础研究,以期在此基础上利用改良剂及添加剂对混粉面团流变学特性的改善,调配出便于加工操作、品质优良的橡子粉食品。

参考文献:

- [1] 许中旗,王义弘. 蒙古栎研究进展[J]. 河北林果研究, 2002, 17(4): 365-370.
- [2] 敖特根,杨秋林,米拉,等. 蒙古栎橡子营养成分的研究[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1998(1): 72-76.
- [3] 敖特根,杨秋林,米拉,等. 蒙古栎橡子维生素含量及脂肪酸成分分析[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1998(3): 121-123.
- [4] 张志健,王勇. 我国橡子资源开发利用现状与对策[J]. 氨基酸和生物资源, 2009, 31(3): 10-14.
- [5] DOBRASZCZYK B J, MORGENSTEM M P. Rheology and the bread making process[J]. Journal of Cereal Science, 2003, 38: 229-245.
- [6] KIM Y H, CHOI K S, SON D H, et al. Rheological properties of dough with whole flour[J]. Korean Social Food Science Nutrition, 1996, 25: 817-823.
- [7] 刘钟栋. 面粉品质改良技术及应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005: 62-100.
- [8] 李硕碧,高翔. 小麦高分子量谷蛋白亚基与加工品质[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 91-94.
- [9] 刘亚伟. 小麦精深加工[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 34-45.
- [10] ZHENG G H, SOSULSKI F W, TYLER R T. Wet-milling composition and functional properties of starch and protein isolated from buck wheat groates[J]. Food Research International, 1998, 30(7): 493-502.
- [11] QIAN J, RAYAS-DUARTE P, LIN D. Grant partial characterization buck wheat starch[J]. Cereal Chen, 1998, 75(3): 365-373.
- [12] 孔祥珍,周惠明. 小麦面筋蛋白特性及其应用[J]. 粮食与油脂, 2004(11): 14-15.
- [13] 陆启玉,尉新颖,王留留. 薯类淀粉对面团流变学特性的影响[J]. 粮油加工, 2009(3): 79-81.
- [14] 熊子书. 橡子生长特征和酿酒研究的回顾[J]. 酿酒科技, 1999(6): 21-23.
- [15] 申瑞玲,董吉林,程珊珊,等. 麸皮面粉面团的粉质和拉伸特性[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 237-239.
- [16] 王继伟,蒋丽萍,赵全,等. 橡子保健食品排铅功能的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(4): 253-257.