

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.05.003

麸皮的添加比例对全麦粉流变学特性的影响

郝建宇, 王敏, 曹勇, 马小飞, 李晓丽, 姜兰芳, 张定一, 霍卫光, 姬虎太

(山西省农业科学院小麦研究所, 山西临汾 041000)

摘要: 研究添加不同比例麸皮对小麦粉流变学特性的影响。以国审强筋品种晋麦 92 号为原料, 进行磨粉制得小麦粉, 添加麸皮的比例分别为 5%、10%、15%、20%、25% 和 30%, 纯小麦粉和纯麸皮分别作为阴性对照和阳性对照, 采用电子粉质仪、电子拉伸仪和全自动吹泡仪等依照 GB/T 14614—2006、GB/T 14615—2006 和 GB/T 14614.4—2005 对其进行流变学特性测定。结果表明, 随着添加麸皮的比例由 30% 降低到 5%, 沉降值、粉质稳定时间和拉伸能量逐渐升高, 高吹泡最大压力和 D_{\max} 逐渐降低, 吹泡曲线长度、吹泡充气指数和吹泡形变能量均呈先降低后升高趋势, 拉伸比例和吹泡曲线比值则是先升高后降低。麸皮添加比例为 5%~25% 的全麦粉均达到中筋乃至中强筋水平, 可用于面条或馒头制作。

关键词: 全麦粉; 麸皮; 吹泡特性

中图分类号: TS210.9 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)05-0010-04

网络出版时间: 2019-08-22 11:17:13

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.ts.20190822.1117.003.html>

Effect of bran addition ratio on rheological properties of whole wheat flour

HAO Jian-yu, WANG Min, CAO Yong, MA Xiao-fei, LI Xiao-li,
JIANG Lan-fang, HUO Wei-guang, JI Hu-tai

(Wheat Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Linfen Shanxi 041000)

Abstract: The effect of bran on rheological property of wheat flour was researched. The national trial strong gluten variety Jinmai 92 was used as raw material to grind flour. The bran addition were 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% with pure flour as negative control group and pure bran as positive control group. The rheological properties were determined by electronic farinograph, electronic extensograph and automatic bubbler in accordance with GB/T 14614-2006, GB/T 14615-2006 and GB/T 14614.4-2005. The results showed that along with the bran addition changed from 30% to 5%, the sedimentation value, farinograph stabilizing time and extensograph energy increased gradually, the maximum bubble pressure and D_{\max} gradually decreased, and blowing curve length, bubble inflation index and bubble deformation energy decreased at first then upward, the ratio of stretch ratio and bubble curve increased first and then decreased. As the bran addition was 5%~25%, the dough strength reached the level of medium or moderately strong which can be used to make noodles or steamed bread.

Key words: whole wheat flour; bran; blowing characteristics

收稿日期: 2019-02-21

基金项目: 国家转基因生物新品种培育重大专项 (2016ZX08002002-008); 国家重点研发计划项目 (2017YFD0100602); 山西省农业科学院生物育种工程项目 (2017yzgc011)

作者简介: 郝建宇, 1990 年出生, 女, 硕士, 研究实习员.

通讯作者: 姬虎太, 1969 年出生, 男, 本科, 研究员.

小麦 (*Triticum aestivum* L.) 作为三大粮食作物之一。据统计, 2016 年我国小麦播种面积达 2 419 万 hm^2 , 产量达 12 884.5 万 t ^[1]。在传统的小麦磨粉过程中, 小麦麸皮、胚和胚芽等组分与小麦粉 (胚乳) 分离, 用作饲料^[2]。以精白小麦粉制作食品具有良好的质构、口感、风味与外观, 但也造成了许多膳食纤维、维生素、矿物质与其他营养素的损失^[3]。小麦麸皮和糊粉层含有大量微量营养元素和生物活性物质^[4]。倡导全麦粉食品作为 21 世纪初国际上启动的影响较大的项目之一, 目的就是提高食品中有助于降低胆固醇、调节血糖代谢作用的膳食纤维、和降低心脑血管等疾病发病率的酚酸含量^[5], 而全麦粉食品丰富的营养和预防慢性病发生的物质主要存在于小麦麸皮中^[4]。随着消费者对营养健康的小麦粉要求越来越高^[6], 作为全世界公认的健康食品的全谷物食品在我国也悄然兴起^[7]。但是与精白小麦粉相比, 全麦粉产品的品质, 特别是口感和卖相都较差, 从而限制了其消费的增长^[8]。究其原因, 主要是糊粉层的加入改变了小麦粉的面团流变学性质, 降低了小麦粉的筋度。目前, 全麦粉的制作方式有全粉碎法和回添法, 其中回添法全麦粉品质可控性强^[9]。

小麦粉面团流变特性的研究至关重要, 目前已被用于预测小麦粉最终产品品质^[10]。目前测定面团流变学特性的仪器主要有粉质仪、拉伸仪、混合仪和全自动吹泡稠度仪。其中全自动吹泡仪集粉质仪和拉伸仪功能于一体, 通过模拟面团发酵膨大过程, 可全方位测定面团三维空间的膨胀延伸性, 来评价小麦和小麦粉的内在品质^[11], 其特点是测定速度较快, 操作方便^[12]。Bettge 等^[13]研究显示, 饼干直径与 P 值的多元相关系数为 0.80, 面包体积与 L 值的相关系数是 0.85。

目前全麦粉中麸皮的添加比例普遍较低, 对全麦粉流变学性质的研究大多集中在粉质仪和拉伸仪上, 采用全自动吹泡仪研究的较少。本实验将强筋冬小麦品种晋麦 92 号产生的麸皮按不同比例回添制成全麦粉, 采用全自动吹泡仪等对其流变学性质进行研究, 以期对后期产品研发奠定基础。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

晋麦 92 号: 国审黄淮北麦区抗旱强筋小麦新品种, 2017 年 9 月 30 日播种于山西省农科院小麦研究所洪堡示范推广基地, 2018 年 6 月 4 日收获。用布拉本德磨粉机磨粉 (出粉率为 72.1%), 得到的麸皮与小麦粉分开放置一星期。

JONOR 实验室磨粉仪: 德国布拉班德公司; LM3100 盘式实验粉碎磨: 瑞典波通公司; 电子型粉质仪: 德国布拉班德公司; 电子型拉伸仪: 德国布拉班德公司; 全自动吹泡稠度仪: 瑞典波通公司。

1.2 实验方法

1.2.1 样品制备

将晋麦 92 号小麦磨粉产生的麸皮与晋麦 92 号小麦粉混合, 麸皮添加比例分别为 30%、25%、20%、15%、10%、5%, 纯小麦粉为阴性对照, 100% 纯麸皮为阳性对照, 依次编号为 A、B、C、D、E、F、G 和 H。混合后通过盘式实验粉碎磨, 使混合后的全麦粉混合均匀且颗粒大小一致。

1.2.2 流变学性质测定

1.2.2.1 面团基本性质测定 小麦沉降值测定采用 Zeleny 法^[14], 粉质指标测定参照我国相关国家标准^[15], 拉伸指标测定参照我国相关国家标准^[16]。

1.2.2.2 面团吹泡指标测定 依据 GB/T 14614.4—2005^[17]、AACC54-50 和 ICC171 先进行恒量加水稠度实验测定面团稠度, 再依此进行适量加水吹泡实验测定面团黏弹性, 得出参数面泡破裂时的最大压力 (P 或 T)、曲线长度 (L 或 A)、曲线构形比率 (P/L 或 T/A)、形变能量 (W 或 Fb)、充气指数 (G 或 Ex) 和 D_{\max} 等。其中, 最大压力、充气指数和形变能量分别反映测试面团的韧性、延伸性和烘焙力^[18-19]。

1.3 数据处理

用 SPSS.24 和 Microsoft Excel 2003 系统软件进行数据分析, 并采用 Duncan 氏最小显著极差 LSR 法比较差异显著性。

2 结果与分析

2.1 面团基本特性测定结果

2.1.1 小麦粉沉降值测定结果

沉降值是反映小麦粉中蛋白质质量和含量

的综合指标,与小麦粉食品蒸煮品质和烘烤品质呈显著相关。由表 1 可得,随着添加比例的增加,沉降值逐渐降低。其中,纯小麦粉的沉降值极显著高于其他处理 ($P<0.01$),而纯麸皮的则极显

著低于其他处理 ($P<0.01$),不同麸皮添加比例的沉降值间差异显著 ($P<0.05$)。麸皮比例分别为 5%、10%和 15%的沉降值差异极显著 ($P<0.01$)。

表 1 麸皮添加比例对全麦粉沉降值的影响实验结果

项目	麸皮比例/%						阴性对照	阳性对照
	30	25	20	15	10	5		
沉降值/mL	22.48±0.13 ^{Eg}	22.97±0.06 ^{DEf}	23.19±0.05 ^{Dc}	23.45±0.15 ^{Dd}	26.39±0.12 ^{Cc}	30.67±0.25 ^{Bb}	35.05±0.00 ^{Aa}	16.49±0.11 ^{Fh}

注:同行不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$);同行不同大写字母表示差异显著($P<0.01$),相同大写字母表示差异极不显著($P>0.01$),下同。

2.1.2 面团基本流变学特性测定结果

面团稳定时间是粉质指标,代表了面团的耐搅性和面筋筋力的强弱。由表 2 可得,阴性对照的纯小麦粉达到强筋水平,麸皮比例在 5%~30%范围,随着添加量增大,稳定时间逐渐降低,但一直处在中筋水平^[20]。阳性对照纯麸皮中缺少面筋蛋白,无法形成小麦粉特有的面筋结构,其粉质测定无意义。

能量和拉伸比例均为拉伸指标,为拉伸曲线最重要的指标。目前我国比较重视反映发酵面团强度的拉伸阻力指标,对于面团延伸性不够重视。但延伸性不仅与面包和馒头等的体积相关,且影响面条长度和饼干的面积,在国外作为重要指标

应用广泛。因此,本实验选择可综合反映面团强度和延伸性两方面的拉伸比例(最大拉伸阻力与延伸度的比值)为衡量指标之一。从表 2 结果可得,纯小麦粉达到强筋水平,麸皮添加比例在 5%~30%范围,随着添加量增大,能量逐渐降低,麸皮比例在 10%和 5%时,混合小麦粉达中强筋水平,而在 15%、20%和 25%时为中筋水平^[20]。另外,随着麸皮比例在 5%~30%范围增大时,拉伸比例先升高后降低,在 20%达到最高,原因可能是在添加比例较高时,面团中面筋蛋白占比降低,面筋结构较弱,拉伸阻力较低,拉伸比例也比较低;当麸皮比例低于 20%时,面筋比例增加,面团延伸度较大,从而导致拉伸比例逐渐降低。

表 2 麸皮添加比例对全麦粉流变学性质的影响

项目	麸皮比例/%						阴性对照	阳性对照
	30	25	20	15	10	5		
稳定时间/min	3.2±0.09 ^{Ef}	3.4±0.10 ^{Ef}	4.2±0.06 ^{Dc}	4.8±0.10 ^{Cd}	5.2±0.00 ^{Bc}	5.6±0.15 ^{Bb}	10.1±0.49 ^{Aa}	—
能量/cm ²	44±1.00 ^{Aa}	52±1.73 ^{Bb}	56±2.89 ^{Cc}	60±0.58 ^{Dd}	75±2.52 ^{Ee}	89±0.00 ^{Ef}	93±1.15 ^{Fg}	27±2.08 ^{Gh}
拉伸比例	2.8±0.06 ^{Bc}	3.3±0.10 ^{Bb}	4.4±0.15 ^{Bb}	3.2±0.00 ^{Bb}	3.0±0.00 ^{Bb}	2.5±0.12 ^{Bc}	2.2±0.07 ^{Cc}	13.0±2.65 ^{Aa}

2.2 面团吹泡特性测定结果

全自动吹泡仪模拟了面团发酵的整个过程,其得出的参数 T 值越大,面团韧性越强; A 值越大,面团延展性越强,而充气指数 $Ex=2.226\sqrt{A}$; 形变能量 $Fb=6.54S$,其中 S 代表曲线下方面积, Fb 越高,小麦粉烘焙力越强。基于吹泡曲线的一阶导数得来的参数 D_{max} 与面包体积和比容有很好的相关性^[21]。

由表 3 可得,纯麸皮即阳性对照做不成吹泡实验,推测是麸皮比例太高导致面团品质降低。

麸皮比例在 30%~0%逐级降低时, T 值和 D_{max} 呈逐渐下降趋势, A 值和 Ex 呈先降低后升高趋势, T/A 呈先升高后降低趋势。可能是在麸皮比例较高时,麸皮中纤维素对面团面筋有稀释作用,主要是麸皮间水的吸附力导致面团韧性和延伸性较高,但综合作用(曲线形状比值 T/A)较差;随着麸皮比例降低,全麦粉中面筋蛋白逐渐增多,面团内部二硫键的作用增强^[2],面团韧性降低,延伸性增加,导致 T/A 降低。

表 3 麸皮添加比例对全麦粉吹泡学性质的影响测定结果

项目	麸皮比例/%						阴性对照	阳性对照
	30	25	20	15	10	5		
T/mmH ₂ O	181.21±2.0 ^{Aa}	140.78±6.56 ^{Bb}	102.32±1.01 ^{Cc}	99.99±0.58 ^{Cc}	70.17±4.36 ^{Dd}	60.54±4.33 ^{Ec}	53.78±2.08 ^{Ff}	
A/mm	89.32±7.81 ^{Bb}	46.44±4.58 ^{DEd}	44.28±5.20 ^{DEd}	34.77±2 ^{Ee}	51.13±3.46 ^{Dd}	65.89±3.6 ^{Cc}	174.11±4.04 ^{Aa}	
T/A	2.03±0.03 ^{Dd}	3.04±0.02 ^{Bb}	3.32±0.015 ^{Aa}	2.91±0.02 ^{Cc}	1.37±0.02 ^{Ec}	0.92±0.01 ^{Ff}	0.3±0.021 ^{Gg}	无法吹
Fb/10 ⁻⁴ J	273.33±1.53 ^{Aa}	156.41±2.08 ^{Cc}	144±2.65 ^{Dd}	135±1.73 ^{Edc}	127.32±0.58 ^{Ff}	139.56±1.52 ^{Dd}	238.87±6.66 ^{Bb}	成气泡
Ex	20.9±0.38 ^{Bb}	15.1±0.15 ^{Ee}	14.7±0.26 ^{Ff}	12.9±0.29 ^{Gg}	15.9±0.21 ^{Dd}	17.9±0.06 ^{Cc}	29.3±0.36 ^{Aa}	
D _{max}	11.99±0.16 ^{Aa}	6.46±0.12 ^{Bb}	4.15±0.04 ^{Cc}	3.72±0.08 ^{Dd}	2.27±0.03 ^{Ee}	1.65±0.02 ^{Ff}	1.75±0.03 ^{Ff}	

3 讨论和结论

面筋作为小麦蛋白存在的一种特殊形式，是小麦粉中独有的黏弹性物质，决定着小麦粉的品质，占小麦粉总蛋白的 80%~90%^[22]。其中谷蛋白是主要影响面团弹性，而醇溶蛋白则主要影响面团的延展性。糊粉层中主要是膳食纤维和微量营养素，其加入导致小麦粉中面筋比例稀释，面团间分子结构改变，小麦粉品质降低，同时改变其流变学特性。拉伸比例和吹泡 T/A 值一样，均是面团韧性与延伸性比值，反映面团综合流变特性的指标，在实验条件下，变化趋势一致且均在麸皮比例 20%时达到峰值。

本实验通过在强筋小麦粉中加入较高比例的麸皮，旨在模拟全麦粉相对完整的构成。麸皮添加比例在 30%、25%、20%、15%、10%和 5%变化时，沉降值、粉质稳定时间和拉伸能量逐渐升高，吹泡最大压力和 D_{max} 逐渐降低，吹泡曲线长度和吹泡充气指数均呈先降低后升高趋势，拉伸比例、吹泡曲线比值和吹泡形变能量则是先升高后降低。不同的麸皮添加比例的混合小麦粉与纯小麦粉相比，均未达到的强筋水平，但是麸皮添加比例为 5%~25%的混合小麦粉都达到中筋乃至中强筋水平，可用于研究全麦粉面条或馒头的制作。

参考文献:

[1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2017[EB/OL]. 北京: 中国统计出版社, 2018.

[2] 王杰, 张杰, 刘翀, 等. 全麦粉及小麦粉基本品质及流变学特性对比研究[J]. 粮食与饲料工业, 2013(1): 12-13.

[3] 谭斌. 全谷物食品的国内外发展现状与趋势[J]. 中国食物与营养, 2009(9): 4-8.

[4] 周厚德, 刘玉环, 李瑞贞, 等. 全麦中烷基间苯二酚的研究概述[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 680-684.

[5] 张勇, 郝元峰, 张艳, 等. 小麦营养和健康品质研究进展[J].

中国农业科学, 2016, 49(22): 4284-4298.

[6] 何中虎, 庄巧生, 程顺和, 等. 中国小麦产业发展与科技进步[J]. 农学学报, 2018, 8(1): 99-106.

[7] 姚惠源. 中国粮食加工科技与产业的发展现状与趋势[J]. 中国农业科学, 2015, 48(17): 3541-3546.

[8] FENGYUN MA, YU YOUNG LEE, BYUNG-KEE BAIK. Bran characteristics influencing quality attributes of whole wheat Chinese steamed bread[J]. Journal of Cereal Science, 2018, 79: 431-439.

[9] 赵新, 任晨刚, 陈佳佳, 等. 全麦粉主要制粉工艺及其优缺点分析[J]. 粮油加工, 2014, (11): 55-59.

[10] M HADNADEV, T DAPCEVIC HADNADEV, O SIMURINA, et al. Empirical and fundamental rheological properties of wheat flour dough as affected by different climatic condition[J]. Journal of agriculture science technology, 2013, 15: 1381-1391.

[11] 张起昌, 邵立刚, 王岩, 等. 利用吹泡稠度仪对春小麦种质主要品质性状的分析与评价[J]. 黑龙江农业科学, 2006(5), 74-77.

[12] 康志钰, 王建军, 尚勋武. 手工拉面评分指标与面团吹泡特性的关系[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(3): 81-84.

[13] BETTGE A D, RUBENT H L, POMERANA Y. Alveograph algorithms to predict functional properties of wheat in bread and cookie baking[J]. Cereal Chemistry, 1989, 66: 81-86.

[14] 田纪春. 谷物品质测试理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 117-119, 360-368.

[15] 小麦粉面团的物理特性吸水量和流变学特性的测定粉质仪法: GB/T 14614—2006[S].

[16] 小麦粉面团的物理特性吸水量和流变学特性的测定拉伸仪法: GB/T 14615—2006[S].

[17] 小麦粉面团流变特性测定吹泡仪法: GB/T 14614.4—2005[S].

[18] 陈锋, 李欢欢, 张福彦, 等. 小麦籽粒硬度基因型鉴定及其与吹泡仪和混合仪参数关系分析[J]. 作物学报, 2012, 38(5): 928-933.

[19] 田宾, 朱占玲, 刘宾, 等. 小麦面团吹泡特性的 QTL 定位[J]. 中国农业科学, 2010, 43(24): 4991-4999.

[20] 小麦品种品质分类: GB/T 17320—2013[S].

[21] 赵君兰. 全自动吹泡仪及其应用[J]. 现代面粉工业, 2018(2): 19-23.

[22] 高欢欢. 新疆春小麦品种面粉品质性状与饺子品质关系的研究[D]. 乌鲁木齐: 石河子大学, 2013. ☉