

小麦麸皮微波处理对全麦粉面筋品质和流变学特性的影响

王 涛^{1*}, 李丹妮¹, 王文鹏¹, 刘 哲¹, 张梦璐¹, 黄 鑫²

(1. 延安市食品质量安全检验检测中心, 延安 716000; 2. 焦作市粮油质量安全检测中心, 焦作 454000)

摘 要: 目的 探讨小麦麸皮微波处理灭酶对全麦粉面筋品质特性和流变学特性的影响。**方法** 以中高筋小麦为原料, 对麸皮微波处理后再回添到小麦粉中制得全麦粉, 设置麸皮水分含量、微波处理时间和麸皮厚度 3 个变量因素, 固定其中 2 个变量因素, 探讨另 1 个变量因素对全麦粉中面筋特性和流变学特性的影响。

结果 麸皮水分含量对湿面筋含量、面筋吸水率、面团形成时间、吸水量、稳定时间和弱化度具有显著性影响, 微波处理时间对湿面筋含量、吸水量、稳定时间和弱化度具有显著性影响, 麸皮厚度对干面筋含量、面团形成时间、稳定时间、弱化度和粉质质量指数具有显著性影响。**结论** 对全麦粉面筋品质和流变学特性的影响大小依次为麸皮水分含量、麸皮厚度、微波处理时间。

关键词: 麸皮; 微波; 全麦粉; 面筋品质; 流变学特性

Effects of microwave treatment of wheat bran on gluten quality and rheological properties of whole wheat flour

WANG Tao^{1*}, LI Dan-Ni¹, WANG Wen-Peng¹, LIU Zhe¹, ZHANG Meng-Lu¹, HUANG Xin²

(1. Yan'an Center for Food Quality and Safety Control, Yan'an 716000, China; 2. Jiaozuo Grain and Oil Quality and Safety Inspection Center, Jiaozuo 454000, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the effect of microwave treatment of wheat bran to inactivate enzymes on gluten quality and rheological properties of whole wheat flour. **Methods** Using medium-high gluten wheat as raw material, the bran was microwaved and then added to wheat flour to prepare whole wheat flour. The bran moisture content, microwave processing time and bran thickness 3 variable factors were set, two of the variable factors were fixed, and the influence of another variable factor on the gluten properties and rheological properties of whole wheat flour was explored. **Results** The moisture content of the bran had significant effect on the wet gluten content and gluten water absorption, as well as the dough formation time, water absorption, stabilization time and weakening degree. The microwave treatment time had significant effect on the wet gluten content, water absorption, stabilization time and weakening degree. The thickness of the bran had significant effect on the dry gluten content, dough formation time, stabilization time, weakening degree and flour quality index. **Conclusion** The order of influence on the gluten quality and rheological properties is the moisture content of the bran>the thickness of the bran>the microwave treatment time.

KEY WORDS: bran; microwave; whole wheat flour; gluten quality; rheological properties

*通信作者: 王涛, 工程师, 主要研究方向为粮油、食品质量与安全检测。E-mail: 234365438@qq.com

*Corresponding author: WANG Tao, Engineer, Yan'an Center for Food Quality and Safety Control, Yan'an New District, No. 22 Zunyi Street, Yan'an 716000, China. E-mail: 234365438@qq.com

0 引言

全麦粉是以整粒小麦为原料,经制粉工艺制成的,且小麦胚乳、胚芽与麸皮的相对比例与天然完整颖果基本一致的小麦全粉^[1]。小麦麸皮是小麦制粉的主要副产物,占小麦颗粒总重量的15%左右^[2]。小麦麸皮中含有丰富的膳食纤维、蛋白质、植酸、维生素、矿物质^[3]。膳食纤维具有抗氧化、清除OH自由基、缓解便秘发病症状、控制血糖和降低血糖生成指数等作用^[4-7];钾、钠、铁、锌、磷等矿物质和维生素能够对人体生长发育起到重要作用。

目前,微波处理全麦粉并研究其特性和品质的报道有很多^[8-10],麸皮对全麦粉流变学特性影响的报道也有一些^[11-15],但是研究微波处理小麦麸皮对全麦粉的特性和品质的报道较少。因此,本研究主要探究经微波处理后麸皮的水分含量、微波处理时间和麸皮厚度对全麦粉的面筋品质和流变学特性的影响,以期对小麦麸皮综合利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

周麦27号中高筋小麦(25 kg),购于某种子子公司,已储藏。

1.2 实验仪器

ME203E/02 电子天平、ME802E/02 电子天平(上海梅特勒-托利多仪器有限公司);DA7200 近红外分析仪、GM2200 面筋仪(瑞典波通仪器公司);BLH-1780 润麦器(浙江伯利恒仪器设备有限公司);MLU-202 布勒实验磨(瑞士布勒公司);DHG-9123A 电热鼓风干燥箱(上海齐欣科学仪器有限公司);EG923KF9-NW 微波炉(广东美的微波炉电器制造有限公司);HMB-700S 研磨式超微粉碎机(弘荃机械企业有限公司);JFZD 粉质仪(北京东方孚德技术发展中心)。

1.3 实验方法

1.3.1 全麦粉的制备

润麦→磨粉→调质→微波灭酶→粉碎麸皮→按比例回添→成品。

称量16 kg小麦,测定其水分含量,再按照GB/T 20571—2006《小麦储存品质判定规则》^[16]将水分调到16%,于冰箱中保存24 h;将润麦后的小麦用布勒实验磨进行磨粉,分别收集面粉和麸皮;按磨粉收集到的粗麸和细麸的比例混合麸皮,测定混合麸皮的水分,将混和麸皮的水分分别调到表1要求的水分;把麸皮厚度和微波灭酶时间按照表1进行处理;把微波处理后的麸皮进行超微粉碎,20 min后迅速取出麸皮,冷却后装入自封袋;测定超微粉碎后麸皮的水分,按照微波前后麸皮干基的质量相同,将

麸皮和面粉按照20:80的比例进行回添^[14];回添后得到的13组全麦粉储藏10 d左右。

表1 麸皮处理条件
Table 1 Bran processing conditions

编号	微波处理时间/s	麸皮水分含量/%	麸皮厚度/cm
A	120	13	2.0
B	120	14	2.0
C	120	15	2.0
D	120	17	2.0
E	120	20	1.0
F	120	20	1.5
G	120	20	2.0
H	120	20	2.5
I	120	20	3.0
J	60	14	2.0
K	90	14	2.0
L	150	14	2.0
M	180	14	2.0

1.3.2 面筋特性的测定

湿面筋含量测定按照GB/T 5506.2—2008《小麦和小麦粉 面筋含量 第2部分:仪器法测定湿面筋》^[17],干面筋含量测定按照GB/T 5506.4—2008《小麦和小麦粉 面筋含量 第4部分:快速干燥法测定干面筋》^[18],面筋吸水量测定按照GB/T 20571—2006《小麦储存品质判定规则》^[16],面筋指数测定按照LS/T 6102—1995《小麦粉湿面筋质量测定法-面筋指数法》^[19]。

1.3.3 流变学特性的测定

形成时间、最大稠度、吸水量、稳定时间、弱化度和粉质质量指数测定按照GB/T 14614—2019《粮油检验 小麦粉面团流变学特性测试 粉质仪法》^[20]。

2 结果与分析

2.1 麸皮对全麦粉面筋品质的影响

2.1.1 麸皮水分含量对全麦粉面筋特性的影响

小麦粉蛋白由清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白和麦谷蛋白组成,醇溶蛋白和麦谷蛋白是组成小麦粉面筋含量的主要成分,麦谷蛋白的黏结性和弹性以及醇溶蛋白的黏性和延伸性构成了小麦粉独有的面筋特性。由表2可知,当微波处理时间和麸皮的厚度不变时,随着麸皮水分含量的增加,全麦粉的湿面筋含量和面筋吸水率的变化是先增加再减小;干面筋含量和面筋指数的变化不太明显。这可能是麸皮本身不能形成面筋,而麸皮中水分可以补充到全麦粉中,适量的水分增加有利于面筋的形成。综合考虑,水分含量为14%时全麦粉的各项指标较佳,此时制得的全麦粉面筋特性较好。方差分析结果表明,微波处理时麸皮的水分含量对湿面筋含量和面筋吸水率具有显著性影响($P<0.05$),对干面筋含量和面筋指数的影响不显著($P>0.05$)。

2.1.2 麸皮微波处理时间对全麦粉面筋特性的影响

麸皮通过微波加热灭酶处理,可以降低麸皮中脂肪酶和脂肪氧化酶的活力,提高全麦粉的整体稳定性。由表 3 可知,当微波处理时麸皮水分含量和麸皮厚度不变时,随着微波处理时间的增加,全麦粉的湿面筋含量变化总体呈上升趋势,而干面筋含量、面筋吸水率和面筋指数的变化不太明显,这说明随着微波灭酶处理时间的不断增加,麸皮可以更好地参与到湿面筋形成中。方差分析的结果显示,微波处理时间对湿面筋含量具有显著性影响($P<0.05$),对干面筋含量、面筋吸水率和面筋指数的影响不显著($P>0.05$)。

2.1.3 麸皮厚度对全麦粉面筋特性的影响

由表 4 可知,当微波处理时间和麸皮水分含量不变时,随着麸皮厚度的增加,全麦粉的湿面筋含量、面筋吸水率和面筋指数的变化规律性不强,干面筋含量的变化是先增加再减小。这说明麸皮的厚度对微波灭酶处理有一定影响,随着厚度的增加灭酶效果不断减弱。方差分析结果显示,微波处理麸皮时,厚度对干面筋含量具有显著性影响

($P<0.05$),对湿面筋含量、面筋吸水率和面筋指数的影响不显著($P>0.05$)。

2.2 麸皮对全麦粉流变学特性的影响

2.2.1 麸皮水分含量对全麦粉流变学特性的影响

流变学特性(面团强度)反映了小面粉加水 and 形成面团后的黏弹性与耐揉性,由表 5 可知,当微波处理时间和麸皮厚度不变时,随着麸皮水分含量的增加,全麦粉的面团形成时间不断减少,吸水量不断减少,稳定时间先增加后减少;吸水量减少说明麸皮中的水分补充到全麦粉中,面团形成时间的减少说明面团易于成型;稳定时间长说明面筋强度高,承受力强,反方面筋强度弱,承受力差;最大稠度和粉质质量指数变化规律性不明显。弱化度的变化如图 1 所示,整体呈下降趋势,弱化度减小说明面团韧性升高,面筋强度变强,不易变形利于加工。方差分析的结果显示,麸皮水分含量对形成时间、吸水量、稳定时间和弱化度具有显著性影响($P<0.05$),对最大稠度和粉质质量指数的影响不显著($P>0.05$)。

表 2 麸皮水分含量对全麦粉面筋品质的影响
Table 2 Effect of bran moisture content on gluten quality of whole wheat flour

编号	麸皮水分含量/%	微波处理时间/s	麸皮厚度/cm	湿面筋含量/%	干面筋含量/%	面筋吸水率/%	面筋指数
A	13	120	2.0	3.31±0.02 ^c	1.18±0.04 ^a	180.5±3.5 ^a	62.6±1.8 ^a
B	14	120	2.0	3.52±0.03 ^{ab}	1.21±0.08 ^a	190.9±6.0 ^b	64.3±3.9 ^a
C	15	120	2.0	3.48±0.06 ^b	1.22±0.03 ^a	185.2±3.5 ^b	63.0±2.4 ^a
D	17	120	2.0	3.39±0.04 ^a	1.20±0.05 ^a	182.5±2.8 ^b	58.4±2.0 ^a
G	20	120	2.0	3.38±0.04 ^d	1.22±0.04 ^a	177.0±5.7 ^b	62.0±2.5 ^a

注: a、b、c 等不同字母表示同一列存在显著性差异($P<0.05$),下同。

表 3 微波处理时间对全麦粉面筋品质的影响
Table 3 Effect of microwave treatment time on gluten quality of whole wheat flour

编号	微波处理时间/s	麸皮水分含量/%	麸皮厚度/cm	湿面筋含量/%	干面筋含量/%	面筋吸水率/%	面筋指数
J	60	14	2.0	3.33±0.04 ^d	1.20±0.04 ^a	177.5±7.4 ^b	63.9±3.0 ^a
K	90	14	2.0	3.45±0.04 ^c	1.23±0.03 ^a	180.5±8.9 ^b	62.7±4.4 ^a
B	120	14	2.0	3.52±0.03 ^{ab}	1.21±0.08 ^a	190.9±6.0 ^b	64.3±3.9 ^a
L	150	14	2.0	3.54±0.02 ^{bc}	1.24±0.03 ^a	185.5±4.2 ^b	61.7±2.5 ^a
M	180	14	2.0	3.56±0.01 ^a	1.23±0.13 ^a	189.4±8.3 ^b	62.1±1.8 ^a

表 4 麸皮厚度对全麦粉面筋品质的影响
Table 4 Effect of bran thickness on gluten quality of whole wheat flour

编号	麸皮厚度/cm	微波处理时间/s	麸皮水分含量/%	湿面筋含量/%	干面筋含量/%	面筋吸水率/%	面筋指数
E	1.0	120	20	3.26±0.07 ^a	1.14±0.01 ^b	187.0±5.7 ^b	62.1±0.6 ^a
F	1.5	120	20	3.25±0.13 ^a	1.15±0.05 ^b	182.6±5.0 ^b	62.4±3.0 ^a
G	2.0	120	20	3.38±0.04 ^a	1.22±0.04 ^{ab}	177.0±5.7 ^b	62.0±2.5 ^a
H	2.5	120	20	3.41±0.06 ^a	1.20±0.02 ^a	184.2±8.5 ^b	61.9±6.5 ^a
I	3.0	120	20	3.32±0.03 ^a	1.18±0.03 ^a	181.4±7.0 ^b	64.4±2.3 ^a

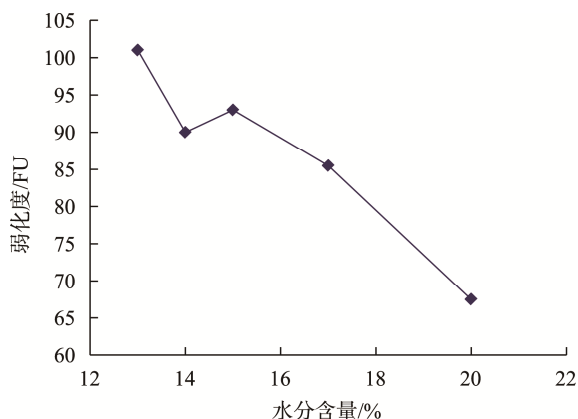


图 1 麸皮水分含量对弱化度的影响
Fig.1 Effect of bran moisture content on weakening degree

2.2.2 麸皮微波处理时间对全麦粉流变学特性的影响

由表 6 可知, 在微波处理时, 当麸皮水分含量和麸皮厚度不变时, 随着微波处理时间的增加, 全麦粉面团的吸水量、稳定时间和粉质质量指数的变化趋势不断增大, 面团吸水量增加可能是由于麸皮中含有丰富的膳食纤维, 膳食纤维含有大量的羟基基团, 可以与水通过氢键结合在一起, 使得面团吸水量增加; 稳定时间越长说明面筋强度越强, 面筋承受力强; 粉质质量指数变大说明面筋粉质质量增强; 形成时间和最大稠度变化规律性不明显。弱化度的变化趋势不太明显(如图 2)。方差分析的结果显示, 微波处理时间对吸水量、稳定时间和粉质质量指数具有显著性影响($P<0.05$), 对形成时间、最大稠度和弱化度的影响不显著($P>0.05$)。

2.2.3 麸皮厚度对全麦粉流变学特性的影响

由表 7 可知, 当微波处理时间和麸皮水分含量不变时, 随着麸皮厚度的增加, 全麦粉面团的形成时间变化大致呈现下降趋势, 稳定时间变化呈现上升趋势, 粉质质量指数的变化不断增大; 面团的形成时间能反映面筋蛋白网络的形成速度, 形成时间减少说明面团易于成型; 稳定时间变

长说明面筋强度增加, 面筋承受力强; 粉质质量指数增大说明面筋粉质质量变强; 最大稠度和吸水量的变化趋势不太明显; 弱化度变化如图 3 所示, 呈现下降趋势。弱化度下降说明面团韧性升高, 面筋强度变强, 不易变形。方差分析的结果显示, 微波处理时麸皮的厚度对形成时间、稳定时间、弱化度和粉质质量指数具有显著性影响($P<0.05$), 对最大稠度和吸水量的影响不显著($P>0.05$)。

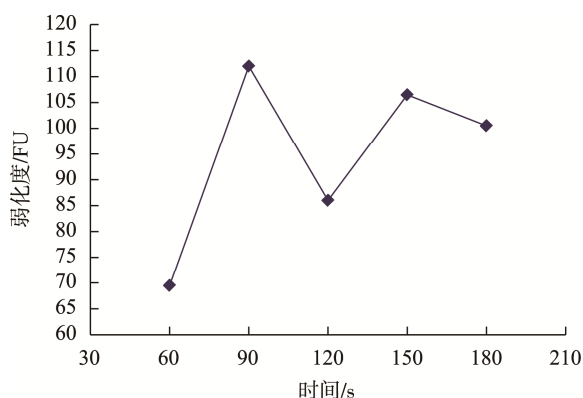


图 2 麸皮微波处理时间对弱化度的影响
Fig.2 Effect of bran microwave treatment time on the degree of weakening

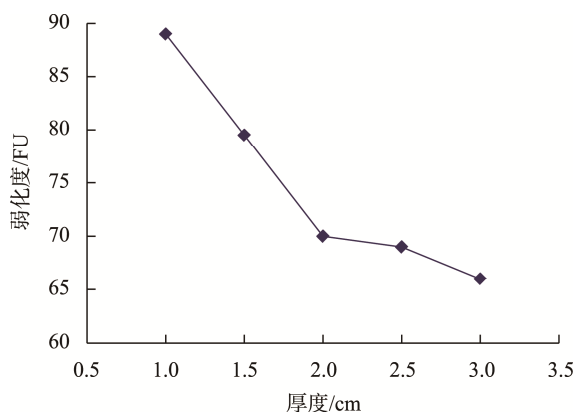


图 3 麸皮厚度对弱化度的影响
Fig.3 Effect of bran thickness on the degree of weakening

表 5 麸皮水分含量对全麦粉流变学特性的影响
Table 5 Effect of bran moisture content on the rheological properties of whole wheat flour

编号	麸皮水分含量/%	微波处理时间/s	麸皮厚度/cm	全麦粉水分/%	形成时间/min	最大稠度/FU	吸水量/mL	稳定时间/min	粉质质量指数/mm
A	13	120	2.0	13.69	3.845±0.120 ^b	503.0±7.1 ^a	70.2±0.2 ^a	3.175±0.050 ^c	55.5±2.1 ^b
B	14	120	2.0	12.96	3.680±0.141 ^a	487.5±2.1 ^{ab}	68.4±0.3 ^b	3.300±0.085 ^b	60.5±2.1 ^b
C	15	120	2.0	12.86	3.535±0.021 ^b	497.5±7.8 ^{ab}	68.0±0.3 ^b	3.205±0.219 ^b	59.5±4.9 ^b
D	17	120	2.0	13.36	3.425±0.064 ^b	492.5±4.9 ^{ab}	68.1±0.1 ^b	3.085±0.050 ^b	60.5±3.5 ^b
G	20	120	2.0	13.49	3.445±0.050 ^b	484.0±5.7 ^b	67.4±0.2 ^c	2.945±0.050 ^a	57.5±2.1 ^b

表6 麸皮微波处理时间对全麦粉流变学特性的影响
Table 6 Effect of bran microwave treatment time on the rheological properties of whole wheat flour

编号	微波处理时间/s	麸皮水分含量/%	麸皮厚度/cm	全麦粉水分/%	形成时间/min	最大稠度/FU	吸水量/mL	稳定时间/min	粉质质量指数/mm
J	60	14	2.0	13.17	3.850±0.028 ^a	502.0±5.7 ^{ab}	67.2±0.1 ^c	3.050±0.028 ^a	56.5±2.1 ^a
K	90	14	2.0	12.99	3.995±0.247 ^a	509.5±6.4 ^a	68.3±0.2 ^b	3.130±0.156 ^c	57.5±0.7 ^b
B	120	14	2.0	12.96	3.680±0.141 ^a	487.5±6.4 ^b	68.4±0.3 ^b	3.300±0.850 ^b	60.5±2.1 ^b
L	150	14	2.0	12.05	4.225±0.064 ^a	510.0±7.1 ^a	70.2±1.1 ^{ab}	3.490±0.042 ^b	61.0±3.5 ^{ab}
M	180	14	2.0	11.75	4.105±0.385 ^a	505.5±2.1 ^{ab}	74.4±0.6 ^a	3.510±0.057 ^b	62.5±2.8 ^{ab}

表7 麸皮厚度对全麦粉流变学特性的影响
Table 7 Effect of bran thickness on the rheological properties of whole wheat flour

编号	麸皮厚度/cm	麸皮水分含量/%	微波处理时间/min	全麦粉水分/%	形成时间/min	最大稠度/FU	吸水量/mL	稳定时间/min	粉质质量指数/mm
E	1.0	20	120	13.73	3.595±0.021 ^b	485.5±7.8 ^a	68.2±0.1 ^b	3.085±0.050 ^c	56.0±1.1 ^c
F	1.5	20	120	13.45	3.550±0.042 ^{ab}	499.0±4.2 ^a	67.8±0.1 ^b	3.500±0.014 ^d	57.0±1.4 ^{bc}
G	2.0	20	120	13.49	3.445±0.050 ^b	484.0±5.7 ^a	67.4±0.2 ^b	2.745±0.035 ^c	57.5±2.1 ^{ab}
H	2.5	20	120	13.51	3.405±0.021 ^c	494.0±5.7 ^a	68.5±2.1 ^b	3.800±0.057 ^b	58.0±1.6 ^{bc}
I	3.0	20	120	12.72	3.390±0.042 ^a	499.0±5.7 ^a	71.2±0.1 ^b	4.400±0.028 ^a	70.0±2.8 ^a

3 结论

本研究结果表明,当微波处理时间和麸皮厚度不变时,麸皮水分含量对湿面筋含量、面筋吸水率、面团形成时间、吸水量、稳定时间和弱化度具有显著影响($P<0.05$);当微波处理时麸皮水分含量和麸皮厚度不变时,微波处理时间对湿面筋含量、吸水量、稳定时间和弱化度具有显著影响($P<0.05$);当麸皮水分含量和微波处理时间不变时,麸皮厚度对干面筋含量、面团形成时间、稳定时间、弱化度和粉质质量指数具有显著性影响($P<0.05$)。

参考文献

- [1] LS/T 3244—2015 全麦粉[S].
LS/T 3244—2015 Whole wheat flour [S].
- [2] AKHTAR M, TARIQ AF, AWAIS MM, *et al.* Studies on wheat bran arabinosyl for its immunostimulatory and protective effects against avian coccidiosis [J]. *Carbohydr Polym*, 2012, 90(1): 333–339.
- [3] 安兆鹏, 王然, 赵文哲, 等. 小麦麸皮对面团及面筋蛋白特性的影响 [J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(9): 11–17.
AN ZP, WANG R, ZHAO WZ, *et al.* The effect of wheat bran on the properties of dough and gluten [J]. *Food Res Dev*, 2018, 39(9): 11–17.
- [4] MARIA LS, NATALIA MS. Dietary treatments for childhood constipation: Efficacy of dietary fiber and whole grains [J]. *Nutr Rev*, 2013, 71(2): 98–109.
- [5] YANG J, WANG HP, ZHOU L, *et al.* Effect of dietary fiber on constipation: A meta analysis [J]. *World J Gastroenterol*, 2012, 18(48): 7378–7383.
- [6] CHO SS, QI L, FAHEY GC, *et al.* Consumption of cereal fiber, mixtures of whole grains and bran, and whole grains and risk reduction in type 2 diabetes, obesity, and cardiovascular disease [J]. *Am J Clin Nutr*, 2013, 98(2): 594–619.
- [7] DANIKA K, ANNIE FAC. Effects of wheat-bran arabinosyl as partial flour replacer on bread properties [J]. *Food Chem*, 2017, 221: 1606–1613.
- [8] 刘海波, 廖超, 郑万琴, 等. 微波处理小麦面粉对淀粉及蛋白质质的影响 [J]. *食品与发酵工业*, 2020, 46(14): 91–97.
LIU HB, LIAO C, ZHENG WQ, *et al.* Effect of microwave treatment of wheat flour on starch and protein properties [J]. *Food Ferment Ind*, 2020, 46(14): 91–97.
- [9] 赵梅, 韩传武, 宋俊男, 等. 微波处理对全麦粉理化性质及全麦鲜湿面品质的影响 [J]. *中国粮油学报*, 2019, 34(1): 18–23.
ZHAO M, HAN CW, SONG JN, *et al.* Effects of microwave treatment on the physical and chemical properties of whole wheat flour and the quality of whole wheat fresh and wet noodles [J]. *J Chin Cereals Oils Assoc*, 2019, 34(1): 18–23.
- [10] 王芳婷. 微波稳定化对全麦粉品质的影响 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2016.
WANG FT. The effect of microwave stabilization on the quality of whole wheat flour [D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2016.
- [11] 苗宇叶, 姚亚亚, 刘阳星月, 等. 稳定化小麦麸皮回添对小麦粉加工品质的影响 [J]. *粮食与油脂*, 2019, 32(9): 48–51.
MIAO ZY, YAO YY, LIU YXY, *et al.* The effect of adding stabilized wheat bran on the processing quality of wheat flour [J]. *Cereals Oils*, 2019, 32(9): 48–51.

- [12] 徐小云, 徐燕, 汪名春, 等. 麦麸超微粉碎对面团流变学特性与网络结构的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2018, 45(6): 977-982.
XU XY, XU Y, WANG MC, *et al.* Effects of ultrafine pulverization of wheat bran on the rheological properties and network structure of dough [J]. J Anhui Agric Univ, 2018, 45(6): 977-982.
- [13] 李雪杰, 张剑, 郑文刚, 等. 小麦麸皮挤压加工对全麦粉面团及馒头的影响[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(5): 181-187.
LI XJ, ZHANG J, ZHENG WG, *et al.* The effect of wheat bran extrusion processing on whole wheat flour dough and steamed bread [J]. Food Ferment Ind, 2020, 46(5): 181-187.
- [14] 郝建宇, 王敏, 曹勇, 等. 麸皮的添加比例对全麦粉流变学特性的影响[J]. 粮油食品科技, 2019, 27(5): 10-13.
HAO JY, WANG M, CAO Y, *et al.* The effect of the addition ratio of bran on the rheological properties of whole wheat flour [J]. Sci Tech Cereals Oils Foods, 2019, 27(5): 10-13.
- [15] 晁慧梅. 小麦麸皮特性与全麦面条品质关系研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2019.
CHAO HM. Study on the relationship between the characteristics of wheat bran and the quality of whole wheat noodles [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2019.
- [16] GB/T 20571—2006 小麦储存品质判定规则[S].
GB/T 20571—2006 Guidelines for evaluation of wheat storage character [S].
- [17] GB/T 5506.2—2008 小麦和小麦粉 面筋含量 第 2 部分: 仪器法测定湿面筋[S].
GB/T 5506.2—2008 Wheat and wheat flour-Gluten content-Part 2: Determination of wet gluten by mechanical means [S].
- [18] GB/T 5506.4—2008 小麦和小麦粉 面筋含量 第 4 部分: 快速干燥法测定干面筋[S].
GB/T 5506.4—2008 Wheat and wheat flour-Gluten content-Part 4: Determination of dry gluten from wet gluten by a rapid drying method [S].
- [19] LS/T 6102—1995 小麦粉湿面筋质量测定法-面筋指数法[S].
LS/T 6102—1995 Method for the determination of wet gluten quality in Wheat flour- Gluten index [S].
- [20] GB/T 14614—2019 粮油检验 小麦粉面团流变学特性测试 粉质仪法[S].
GB/T 14614—2019 Inspection of grain and oils-Dough rheological properties determination of wheat flour-Farinograph test [S].

(责任编辑: 张晓寒)

作者简介



王 涛, 工程师, 主要研究方向为粮油、食品质量与安全检测。
E-mail: 234365438@qq.com